



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**  
Av. Aprígio Veloso, 882, universitário, 58429-140 Campina Grande- PB  
Tel.: (83) 2101- 1199; Fax: (83) 2101- 1202; E-mail:  
[ppgrn@ctrn.ufcg.edu.br](mailto:ppgrn@ctrn.ufcg.edu.br)



**SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL NO ALTO CURSO DA BACIA  
DO RIO MAMANGUAPE: UMA ANÁLISE MULTICRITERIAL COM  
MULTIDECISOR**

**Sabrina Ribeiro de Almeida**

**Campina Grande – PB**

**Sabrina Ribeiro de Almeida**

**SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL NO ALTO CURSO DA BACIA  
DO RIO MAMANGUAPE: UMA ANÁLISE MULTICRITERIAL COM  
MULTIDECISOR**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais.

**Área de Concentração:** Sociedade e Recursos Naturais  
**Linha de Pesquisa:** Gestão de Bacias Hidrográficas

**Orientador:** Prof. Dr. Wilson Fadlo Curi

**Co-orientadora:** Prof (a) Dr. Zedna Mara de Castro Lucena Vieira

**Campina Grande – PB**

A447s Almeida, Sabrina Ribeiro de.  
Sustentabilidade hidroambiental no alto curso da bacia do Rio Mamanguape: uma análise multicriterial com multidecisor / Sabrina Ribeiro de Almeida. – Campina Grande, 2018.  
149 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2018.  
"Orientação: Prof. Dr. Wilson Fadlo Curi, Profa. Dra. Zedna Mara de Castro Lucena Vieira".  
Referências.

1. Administração dos Recursos Hídricos. 2. Sustentabilidade Hidroambiental. 3. Rio Mamanguape – Sustentabilidade. 4. Indicadores de Sustentabilidade. 5. Método Multicritério e Multidecisor. I. Curi, Wilson Fadlo. II. Vieira, Zedna Mara de Castro Lucena. III. Título.

CDU 556.18(043)

**SABRINA RIBEIRO DE ALMEIDA**

“SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIO  
MAMANGUAPE: UMA ANÁLISE MULTICRITERIAL COM MULTIDECISOR”.

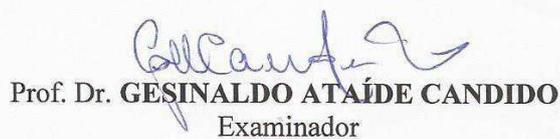
APROVADA EM: 03/08/2018

**BANCA EXAMINADORA**

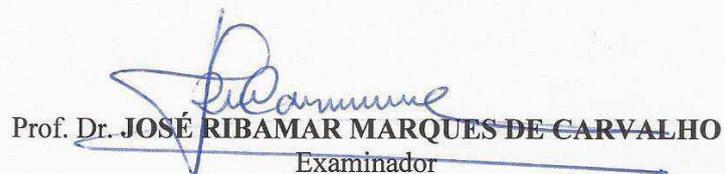


Prof. Dr. **WILSON FADLO CURI**  
Orientador

*Zedna Mara de Castro Luceva Vieira*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **ZEDNA MARA DE CASTRO L. VIEIRA**  
Segunda Orientadora



Prof. Dr. **GESINALDO ATAÍDE CANDIDO**  
Examinador



Prof. Dr. **JOSÉ RIBAMAR MARQUES DE CARVALHO**  
Examinador

**DEDICO ESTE TRABALHO**

**Aos meus pais, cujo amor, paciência e  
dedicação são inabaláveis e inesgotáveis.**

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, “causa primária de todas as coisas”, que é justo, paciente, bondoso e que não nos abandona em nenhum momento dessa nossa breve passagem pela Terra.

Agradeço aos meus pais, Anselmo Luiz de Almeida e Maria de Fatima Ribeiro de Almeida, que são fontes inesgotáveis de amor e que me apoiaram em todos os momentos dessa jornada que é a pós-graduação, que traz grandes momentos de felicidade, mas também de superação. Ao meu irmão, Bruno Ribeiro de Almeida, que pelo amor que possui ao conhecimento, é fonte de inspiração constante.

Deixo aqui também meus sinceros agradecimentos a Thiago Fernandes da Silva que me apresentou este programa, que me estimulou a fazer a seleção e que me acompanhou firmemente nos dois anos de curso. Pessoa positiva, amigável, forte e de coração imenso. Palavras não são suficientes para expressar o que você representa nessa conquista.

Aos amigos fiéis, Edson Diego, Rayssa Regina, Guilherme Gomes, Malu Nóbrega, Egberto Vital, André Jambo, Rodolfo Silva, Bruno Herbert, Lucilene Eleuterio, Janailson Costa, Samara Porto, Mabrine Brito, Elenildo Santos, Mércia de Lima, Morrandas Mendonça e Flávia Miam, a caminhada seria muito mais árdua sem vocês.

Aos familiares, Sueli Fernandes, Walter Felix, Matheus Fernandes, Isaac Fernandes, Margarida, Ana Aparecida, Edvando Pimentel, Terezinha Pimentel, que contribuíram direta ou indiretamente na jornada trilhada até aqui.

A Emily, que como só uma criança é capaz de fazer, abrandar os problemas, renovar as energias e te faz olhar o mundo pelos olhos dela. Meu muito obrigada.

A Cicero Eleuterio de Almeida *in memoriam*, por todo amor, exemplo e fraternidade.

Aos amigos de curso Junior Flôr, Marilía Medonça, Priscila Santos, Nayara Ariane e Fábio meu muito obrigada pelo conhecimento compartilhado e pela ajuda que vocês me deram em todos os momentos.

Aos professores, Gesinaldo Candido Ataíde, José Otávio, José Ribamar e José Dantas o conhecimento por vocês transmitido ultrapassa a vertente acadêmica. Vocês reconstruem pessoas. Impossível sair o mesmo desse curso, vocês são verdadeiros mestres.

A Cleide, secretária desse programa que não conhece limites quando o assunto é simpatia e bom vontade.

Ao meu orientador, Wilson Fadlo Curi, que mantém o entusiasmo na arte de ensinar e na busca por novos conhecimentos, por toda paciência, disponibilidade, crítica e dedicação a esse projeto. A minha co-orientadora Zedna Mara de Castro, que foi gentil, confiou no meu projeto, apoiou e fez tudo que era possível para que esse trabalho fosse concluído de forma exitosa. E ao professor Arthur Lourenço pelo auxílio na reta final desse projeto.

A CAPES pela ajuda financeira sem a qual esse sonho não poderia ter sido realizado.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Etapas da pesquisa .....	56
<b>Figura 2</b> Hierarquia da Dimensão social.....	59
<b>Figura 3</b> Hierarquia da dimensão econômica.....	60
<b>Figura 4</b> Hierarquia da dimensão ambiental .....	61
<b>Figura 5</b> Hierarquia da dimensão institucional .....	62
<b>Figura 6</b> Mapa da bacia do Rio Mamanguape .....	65
<b>Figura 7:</b> Cobertura vegetal .....	100
<b>Figura 8:</b> Geomorfologia da Paraíba .....	101
<b>Figura 9:</b> Ranking decisores cenário 1.....	104
<b>Figura 10:</b> (a) Fluxo decisor I – (b) fluxo decisor XII .....	105
<b>Figura 11:</b> Ranking decisores cenário 2.....	105
<b>Figura 12:</b> (c) Fluxos decisor II (d) Fluxos decisor III (e) Fluxos decisor IV (f) Fluxos decisor VIII (g) Fluxos decisor IX (h) Fluxos decisor X (i) Fluxos decisor XI (j) Fluxos decisor XII (l) Fluxos decisor XIV .....	108
<b>Figura 13:</b> Ranking decisores cenário 3.....	109
<b>Figura 14:</b> (m) Fluxos decisor V (n) fluxo decisor XV.....	109
<b>Figura 15:</b> Ranking decisores cenário 4.....	110
<b>Figura 16:</b> Fluxo decisor VI .....	110
<b>Figura 17:</b> Ranking decisores cenário 5.....	111
<b>Figura 18:</b> Fluxos decisor VII.....	111
<b>Figura 19:</b> Ranking geral dos municípios .....	112

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> Princípios de Bellagio para seleção de indicadores.....	44
<b>Quadro 2</b> Critérios para a seleção de indicadores de sustentabilidade .....	46
<b>Quadro 3</b> Funções PROMETHEE.....	49
<b>Quadro 4</b> indicadores selecionados presentes em estudos anteriores da dimensão social .....	57
<b>Quadro 5</b> indicadores selecionados presentes em estudos anteriores da dimensão econômica .....	57
<b>Quadro 6</b> indicadores selecionados presentes em estudos anteriores da dimensão ambiental.	58
<b>Quadro 7</b> indicadores selecionados presentes em estudos anteriores da dimensão institucional .....	58
<b>Quadro 8</b> Perfil dos decisores.....	63
<b>Quadro 9</b> Indicadores de sustentabilidade hidroambiental .....	68
<b>Quadro 10:</b> Porte dos municípios .....	77
<b>Quadro 11:</b> Situação dos mananciais.....	92

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Índice de abastecimento urbano de água .....	79
<b>Gráfico 2:</b> índice de abastecimento rural de água .....	80
<b>Gráfico 3:</b> índice de esgotamento sanitário .....	81
<b>Gráfico 4:</b> Mortalidade Infantil x índice de abastecimento urbano de água .....	82
<b>Gráfico 5:</b> IDH-M.....	83
<b>Gráfico 6:</b> Taxa de Alfabetização .....	83
<b>Gráfico 7:</b> PIB per capita .....	85
<b>Gráfico 8:</b> Composição do PIB dos municípios .....	86
<b>Gráfico 9:</b> Pessoas de baixa renda .....	86
<b>Gráfico 10:</b> Despesas com saúde per capita.....	87
<b>Gráfico 11:</b> Despesas com gestão ambiental per capita .....	88
<b>Gráfico 12:</b> Precipitação média anual .....	89
<b>Gráfico 13:</b> Perdas no sistema de abastecimento .....	93
<b>Gráfico 14:</b> Coleta de lixo .....	94
<b>Gráfico 15:</b> Amostras de Turbidez, Cloro e coliformes fecais .....	95
<b>Gráfico 16:</b> Eficiência pública .....	98

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Resposta dos decisores.....	63
<b>Tabela 2</b> População urbana e rural.....	78
<b>Tabela 3:</b> Capacidade dos Mananciais.....	90
<b>Tabela 4:</b> Outorgas para uso da água.....	97
<b>Tabela 5:</b> Pesos das dimensões.....	102

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AESA-** Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba
- AHP-** *Analytic Hierarquic Preocess*
- ANA-** Agência Nacional de Águas
- ASA-** Articulação Semiárido Brasileiro
- CAGEPA-** Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
- CBH-LN-** Comitê de Bacia Hidrográfica Litoral Norte
- COOPACNE-** Cooperativa de projetos, assistência técnica e capacitação do Nordeste
- DATASUS-** Banco de dados do Sistema Único de Saúde
- DGA-** Direção Geral do Ambiente.
- EDU-** Ministério da Educação
- FUNCEP-** Fundação Centro de Formação do Servidor Público
- IBGE-** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IBNET-** The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities
- IDEB -** Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
- IDH-** Índice de Desenvolvimento Humano
- IDH-M-** Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
- IPEA-** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
- IPH-** Índice de Pobreza Hídrica
- ISHAP-** Índice de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo
- IUCN-** *International Union for the Conservation of Nature and Natural Recourses*
- MEA-** *Millennium Ecosystem Assenssment*
- OECD-** *Organization For Economic Cooperation and Development*
- OMS –** Organização Mundial da Saúde
- ONU-** Organização das Nações Unidas
- PAE-** Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba
- PERH-** Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba
- PIB -** Produto Interno Bruto
- PNRH-** Política Nacional de Recursos Hídricos
- PNUD-** Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- PROMETHEE-** *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*

**RIOSS-** *Riverbasin Information and Operation Support System*

**SINGREH-** Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

**SNIS-** Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

**UEPB-** Universidade Estadual da Paraíba

**UFCG-** Universidade Federal de Campina Grande

**UFPB-** Universidade Federal da Paraíba

**UFRN-** Universidade Federal do Rio Grande Do Norte

**UNICEF-** United Nations Children's Fund

## RESUMO

Diante a problemática ambiental que envolve a escassez dos recursos hídricos em quantidade suficiente e qualidade desejada para atendimento das necessidades humanas, somado a necessidade de proteger esses recursos para futuras gerações, com preservação dos ecossistemas, a humanidade busca novos modelos de desenvolvimento que sejam sustentáveis, onde a gestão desses recursos naturais seja mais democráticos e com recorte temporal de longo prazo. Nessa perspectiva de contribuir na construção de conhecimentos sobre a gestão dos recursos hídricos em bases sustentáveis, esse estudo tem como objetivo geral selecionar, justificar e estruturar sistematicamente indicadores de sustentabilidade que possam representar a realidade hidroambiental dos municípios e apresentar cenários que facilitem a tomada de decisão, através da análise multicriterial e multidecisor. Os municípios que compõem o alto curso do Rio Mamanguape apresentam semelhanças, quanto a aspectos históricos, econômicos, ambientais e sociais, possibilitando compara-los. Para isso foi selecionado um grupo de indicadores que representassem quatro dimensões da sustentabilidade: ambiental, social, econômica e institucional, subdivididos em 15 dimensões e 27 indicadores. Visando validar os indicadores um grupo de decisores (que inclui professores da área de recursos hídricos, secretários dos municípios estudados, responsáveis pelo comitê de bacia litoral norte e participantes do projeto Rio Mamanguape) atribuíram pesos aos indicadores e as dimensões da sustentabilidade selecionados. A análise dos dados foi realizada pelo método PHOMETHEE II e pelo COPELAND, que são análises multicriteriais, sendo o último multidecisor. Os principais resultados encontrados mostraram que as dimensões ambientais e sociais são consideradas as mais relevantes, na opinião dos decisores. Sendo essas as que mais apresentam problemas, como falta de saneamento básico, altos índices de mortalidade infantil, alto potencial de contaminação etc. No entanto, a dimensão econômica, no que se refere a geração de renda, precisa ser fortalecida, constatado os altos índices de pessoas de baixa renda e a falta de utilização das potencialidades locais, de maneira adequada, na geração e distribuição de recursos econômicos. Assim como são necessárias mudanças na dimensão institucional que sirva para melhorar as políticas públicas a serem desenvolvidas e a gestão dos recursos hídricos, que inclui de forma urgente, a representação no comitê de bacia e a inserção do conceito de desenvolvimento sustentável nas ações empreendidas. No que se refere ao *ranking* dos municípios Alagoa Grande, Esperança e Lagoa Seca são os municípios de melhor performance. No entanto, os municípios, incluindo os que alcançaram melhor posicionamento no *ranking* precisam investir e desenvolver políticas públicas que melhore seus índices, sobretudo nas áreas ambientais e sociais que são aquelas priorizadas pelos atores sociais e que apresentam maiores problemas.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Indicadores de sustentabilidade, Método multicritério e multidecisor.

## ABSTRACT

Faced with the environmental problem that involves the scarcity of hydric resources in sufficient quantity and desired quality to meet human needs, together with the necessity to protect these resources for future generations, along with the preservation of ecosystems, humanity seeks new development models that are sustainable, where the management of these natural resources be more democratic and with long-term. In this perspective of contributing to the construction of knowledge on the management of hydric resources on a sustainable basis, this study has as general objective to rank the Mamanguape River counties based on their hydro-environmental sustainability and to present scenarios that facilitate decision making through multi-criteria and multi-decision analysis. The counties that make up the high course of the Mamanguape River present similarities, in terms of historical, economic, environmental and social aspects, making it possible to compare them. For this purpose, was selected a set of indicators that represented four dimensions of sustainability: environmental, social, economic and institutional, subdivided into 15 dimensions and 27 indicators. Aiming to validate the indicators, a group of decision makers (including hydric resource teachers, secretaries of the counties studied, responsible for the northern coast basin committee and participants in the Rio Mamanguape project) assigned weights to selected indicators and sustainability dimensions. Data analysis was performed using the PHOMETHEE II and COPELAND methods, which are multi-criteria analysis, being the last multi-decision. The main results showed that the environmental and social dimensions are considered the most relevant, in decision maker's opinion. These are the ones that present the most problems, such as lack of basic sanitation, high rates of infant mortality, high potential for contamination, etc. However, the economic dimension, in terms of income generation, needs to be strengthened, noting the high rates of low-income people and the lack of use of local potential adequately in the generation and distribution of economic resources. Just as changes in the institutional dimension are needed to improve the public policies to be developed and the management of hydric resources, which includes, as a matter of urgency, representation in the basin committee and the insertion of the concept of sustainable development in the actions undertaken. Regarding the ranking of counties Alagoa Grande, Esperança and Lagoa Seca are the municipalities with the best performance. Thus, municipalities, including those that have achieved better ranking, need to invest and develop public policies that improve their indexes, especially in the environmental and social areas that are those prioritized by social actors and that present major problems.

Key words: Sustainability, Sustainability indicators, Multi-criteria and multi-decision method.

## SUMÁRIO

<b>CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>1.1 Objetivo Geral</b> .....	21
<b>1.2.1 Objetivos específicos</b> .....	22
<b>1.3 Estrutura da dissertação</b> .....	22
<b>CAPITULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	24
<b>2.1 Conceitos e abordagens acerca do desenvolvimento e do desenvolvimento sustentável</b> .....	24
<b>2.2 Dimensões da sustentabilidade</b> .....	26
<b>2.2.1 Dimensão econômica</b> .....	26
<b>2.2.2 Dimensão social</b> .....	28
<b>2.2.3 Dimensão Ambiental</b> .....	30
<b>2.2.4 Dimensão institucional</b> .....	32
<b>2.3 Gestão dos recursos naturais: papel do Estado e participação da sociedade</b> .....	33
<b>2.3.1 Necessidade de gestão dos recursos hídricos</b> .....	36
<b>2.3.2 Gestão dos recursos hídricos no Brasil</b> .....	38
<b>2.4 Indicadores de sustentabilidade</b> .....	42
<b>2.5 Modelos para mensurar a sustentabilidade hídrica</b> .....	46
<b>2.6 PROMETHEE: vantagens para tomada de decisão</b> .....	48
<b>2.6.1 Métodos multicritérios ordinais: COPELAND</b> .....	51
<b>2.7 RIOSS: <i>Riverbasin Information and Operation Support System</i></b> .....	52
<b>CAPITULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	54
<b>3.1 Caracterização da pesquisa</b> .....	54
<b>3.2 Etapas da pesquisa</b> .....	55
<b>3.3 Recorte Geográfico</b> .....	64
<b>3.4 Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental</b> .....	67
<b>CAPITULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	76

4.1 Caracterização dos municípios pertencentes ao alto curso da bacia do Rio Mamanguape .....	76
4.1.2 Aspectos sociais e demográficos .....	76
4.1.3 Aspectos econômicos .....	84
4.1.4 Aspectos Ambientais .....	88
4.1.5 Aspectos institucionais .....	96
4.1.6 Limitação de alguns aspectos .....	99
4.2 Pesos atribuídos pelos decisores .....	101
4.3. Análise multicritério: PROMETHEE II .....	103
4.4 Análise multicriterial multidecisor: <i>COPELAND</i> .....	112
<b>CAPITULO 5 - CONCLUSÕES</b> .....	116
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	120
<b>ANEXOS</b> .....	131

## CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável pode ser entendido como um equilíbrio dinâmico entre as dimensões ambiental, social e econômica, em busca de uma maior equidade social e da preservação dos recursos naturais (COSTANZA, 1991). Trata-se de um equilíbrio dinâmico porque tanto os sistemas naturais como os sociais, estão em constante mudança, por isso não tem como se falar em um equilíbrio permanente. Nesse contexto, o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade surgem como uma alternativa, buscando um crescimento econômico que reflita em melhorias sociais e que respeite os limites dos ecossistemas naturais.

Entretanto, a sustentabilidade está longe de ter um conceito unânime para os autores que estudam a temática, visto que a definição de desenvolvimento sustentável, de acordo com Buarque (2009), depende de um amadurecimento do entendimento dos problemas ambientais e sociais, em sua totalidade e inter-relações (LAURA, 2004), tornando-o, assim, tema de extrema complexidade que não pode ser definido de forma genérica ou simplificada.

Esses problemas decorrem da complexidade de cada dimensão – econômica, social, institucional e ambiental – que contém subjetividades e problemas que estão inter-relacionados, ou seja, as medidas tomadas e as ações empreendidas afetam de diferentes formas essas dimensões. Além disso, a sustentabilidade busca tornar as decisões um processo democrático, onde os atores da sociedade se coloquem como agentes ativos, incluindo, assim, uma variedade de posicionamentos políticos, culturais, éticos e de interesses antagônicos (; VAN BELLEN, 2005; SALES, 2014). Carvalho (2013) ressalta, ainda, a dificuldade de estabelecer essas inter-relações, pois as variáveis que integram as dimensões da sustentabilidade são difíceis de mediar, avaliar e mensurar.

Quando se pretende utilizar modelos de gestão, que trabalhem dentro do paradigma da sustentabilidade, incorpora-se também toda essa subjetividade; porém, quando não contemplada a complexidade inerente à gestão dos recursos naturais, os modelos de desenvolvimento adotados pela sociedade trazem prejuízos ao meio natural e antrópico (Laura, 2004). Desta forma, os modelos utilizados pela sociedade devem ser aqueles que levem à sustentabilidade; outrossim, esse novo modelo de desenvolvimento deve ser o orientador das instituições privadas, organizações e empresas.

Nesse contexto, considerando os inúmeros conflitos que têm origem ou que estão ligados ao acesso à água, bem como a indisponibilidade do recurso em boa qualidade para

consumo humano (OMS, 2015) e para os diversos usos necessários à manutenção das atividades humanas (Sales, 2014) – seja em decorrência da má distribuição espacial (que gera abundância ou escassez), da má qualidade e/ou do acesso desigual dos diversos grupos humanos à água (Maranhão, 2007) –, busca-se gerir esses recursos de maneira sustentável.

O relatório da Rio 92, item 119, afirma que a água é um elemento básico para o desenvolvimento sustentável, considerando as seguintes dimensões: i: relação água e desenvolvimento econômico; ii: relação água e desenvolvimento social; e iii: relação água e proteção ambiental. Assim, os problemas enfrentados, quanto aos recursos hídricos, de acordo com Braga et. al. (2005), são de ordem ambiental (uso excessivo da água dos reservatórios, poluição, eutrofização etc.), econômica (escassez do recurso para produção industrial, agrícola etc.) e social (doenças de veiculação hídrica, conflitos devidos à restrição ao acesso, etc.)

Nesse sentido, a gestão dos recursos hídricos vai buscar na multidisciplinaridade e na interdisciplinaridade a inspiração e a inovação técnica para lidar com os problemas, considerando que o crescimento populacional, o desenvolvimento tecnológico, a geração de resíduos em altos graus de toxicidade e os novos padrões de consumo não encontraram infraestrutura desenvolvida para suportá-los, na visão de Maranhão (2007). Ainda para este autor, esses foram alguns dos fatores que fizeram com que o status da água passasse de abundante e limpa, para escassa e poluída.

Por isso, de acordo com Maranhão (2007) e Sales (2014), a gestão integrada dos recursos hídricos – que atende aos usos múltiplos dos diversos atores sociais e dos demais seres vivos, juntamente com a preservação dos ecossistemas – é o caminho que leva à sustentabilidade hidroambiental. Corroborando essa ideia, Almeida (2001) afirma que se deve buscar o atendimento dos diversos grupos sociais de maneira democrática, ou seja, com a participação do maior número de pessoas no processo de tomada de decisão.

Assim, dentro do contexto da sustentabilidade hídrica, basear-se apenas no ciclo hidrológico, sem considerar a multiplicidade de atores e usos envolvidos, é um dos principais fatores que levam à insustentabilidade (SALES, 2014), sendo necessários esforços para conhecer as questões sociais e econômicas e as interações existentes entre as dimensões (TUNDISI, 2009).

No Brasil, a falta de políticas, planejadas pelo viés da sustentabilidade, impede que as decisões sejam tomadas antecipadamente – o que minimizaria os impactos sofridos pela população –, de modo que as situações críticas, que se instalam, acabam sendo resolvidas a

posteriori, com atraso, impossibilitando ações planejadas de gestão (MARANHÃO, 2007). Além disso, a enorme disponibilidade levou à equivocada percepção de que a água era um recurso inesgotável, o que gerou desperdício e depredação. Porém, nas últimas décadas, mediante a percepção dos problemas ambientais, a real ameaça de que a disponibilidade hídrica no país seja reduzida – quer no tocante à quantidade, quer quanto à qualidade – gerou cobranças por parte da sociedade, para que os gestores tomassem medidas que reduzissem esses impactos. No entanto, Maranhão (2007) afirma que fatores como a falha na aplicação das leis ambientais; como também a quantidade de rios que cortam as cidades e que estão assoreados, poluídos, degradados e sem vestígios de mata ciliar, demonstram falta de vontade política para tomar medidas mais eficazes.

A região Nordeste do Brasil busca, há longas décadas, resolver ou minimizar os problemas decorrentes da escassez dos recursos hídricos, a qual assume uma maior proporção e importância no contexto da região. Isso porque o uso não sustentável desses recursos, somado a características regionais – baixa precipitação, alta evapotranspiração, solos que apresentam baixa capacidade de absorção, atividades econômicas ligadas diretamente ao recurso, baixo crescimento econômico –, contribui para a dificuldade de estabelecer estratégias que levem à sustentabilidade hídrica. Na verdade, o que se vê é um quadro de insustentabilidade, com variados desperdícios, falta de tecnologia e, principalmente, de políticas públicas que atendam, efetivamente, as necessidades dos diversos atores sociais da região.

No entanto, é enorme a quantidade de dados necessários para embasar ações, planejamentos e políticas públicas eficientes sob essa ótica. Por isso, os indicadores de sustentabilidade são ferramentas de auxílio, para representar a realidade de forma mais fidedigna, simplificando e democratizando as informações. Esses indicadores são, de acordo com Van Bellen (2005), variáveis que representam atributos de um sistema, sendo utilizados quando se pretende resumir ou simplificar um problema complexo, objetivando que alguns fenômenos fiquem mais aparentes.

Assim, de acordo com Maranhão (2007), um conjunto de indicadores, dotado de uma estrutura lógica e incluindo várias dimensões, é muito mais esclarecedor do objeto de estudo. Ainda, como ressaltado pelos autores Bell e Morse (2003), os indicadores que compõem essas dimensões não podem ser encarados como ferramentas neutras, apolíticas, mas, pelo contrário, os padrões identificados devem ser feitos dentro de uma análise, uma investigação e um debate bem mais profundo.

Considerando que a escassez e os problemas hídricos da região nordestina brasileira são decorrentes de fatores ambientais (mas agravados pela falta de gestão e de políticas públicas eficazes) e têm forte relação/impacto sobre os aspectos sociais e econômicos, este estudo, adota um conjunto de indicadores, relacionados aos recursos hídricos e representativos das suas múltiplas dimensões (social, ambiental, econômica e institucional), em nível de município, de maneira a permitir a análise multicriterial da sustentabilidade hídrica – aqui compreendida como aquela que busca um equilíbrio dinâmico entre disponibilidade e usos da água nas diferentes esferas da sociedade.

Nesse contexto, adotando a região do Alto Curso do Rio Mamanguape como caso de estudo, considera-se o seguinte problema de pesquisa: Qual o quadro de sustentabilidade hidroambiental dos municípios do Alto Curso do Rio Mamanguape?

O Alto Curso do Rio Mamanguape, é composto pelos seguintes municípios: Alagoa Nova, Alagoa Grande, Areia, Areial, Esperança, Pocinhos, Lagoa Seca, Matinhas, Montadas, São Sebastião de Lagoa de Roça e Serra Redonda. Essa região vem sofrendo, ao longo dos anos, um processo de degradação dos recursos naturais – em função do forte crescimento demográfico e econômico, com acentuada urbanização –, que tem gerado sérios impactos ambientais, sociais e econômicos (PERH, 1996). Assim, como alerta o Projeto Rio Mamanguape (COOPACNE, 2014), é de fundamental importância o desenvolvimento de estudos que possam diagnosticar a situação, em nível de municípios, com base nos conceitos de sustentabilidade de modo a contribuir com a gestão hídrica na bacia hidrográfica e auxiliar na tomada de decisão relativa à promoção de planos de ação que aumentem a resiliência das populações afetadas.

Desta forma, o desenvolvimento deste estudo visa contribuir com o conhecimento dos problemas enfrentados na região do Alto Curso do Rio Mamanguape, através de um *ranking* de sustentabilidade hidroambiental, possibilitando compará-los. Além disso, a aplicação da análise multicriterial com multidecisores, apresentando cenários, dá maior fidedignidade e confiabilidade à análise dos problemas enfrentados pela região, possibilitando uma melhor tomada de decisão.

## **1.1 Objetivo Geral**

Diagnosticar a realidade hidroambiental dos municípios do alto curso do Rio Mamanguape, através da seleção e estruturação sistemática de indicadores de sustentabilidade

que possam apresentar cenários que facilitem a tomada de decisão, através da análise multicriterial e multidecisor.

### **1.2.1 Objetivos específicos**

Quanto aos objetivos específicos, foram determinados os seguintes:

- Analisar e descrever os resultados dos indicadores inseridos no modelo visando apresentar um diagnóstico dos municípios;
- Identificar o grau de importância das dimensões, sub-dimensões e dos indicadores, a partir da percepção de decisores selecionados;
- Comparar os resultados dos municípios, utilizando o método PROMETHEE II, e agregá-los em cenários, de acordo com as preferências dos decisores.
- Fazer um ranking de sustentabilidade hidroambiental dos municípios do alto curso do Rio Mamanguape.

### **1.3 Estrutura da dissertação**

Esse estudo, está dividido nos seguintes capítulos:

O Capítulo 1 é esta Introdução, que familiariza o leitor com o tema abordado e apresenta os objetivos e justificativa do estudo realizado.

O Capítulo 2 apresenta a Fundamentação Teórica deste estudo:

- O item 2.1 é uma discussão dos diversos conceitos, encontrados na literatura especializada, para desenvolvimento sustentável e para a sustentabilidade, bem como dos modelos de desenvolvimento a serem adotados.

- O item 2.2 ressalta as dimensões da sustentabilidade – econômica, social, ambiental e institucional – que são necessárias ao caminhar da sociedade para esse novo modelo de desenvolvimento, ressaltando, também, as limitações, dificuldades e toda complexidade inerente.

- O item 2.3 apresenta as discussões sobre a gestão dos recursos naturais, em especial dos recursos hídricos, diante do desafio de escolher um modelo que melhor preserve e maximize a eficácia dos mesmos para atender as necessidades da sociedade; é tratado,

também, o papel do Estado como regulador e agente do processo de gestão e tomada de decisão dos recursos hídricos.

- O ítem 2.4 apresenta os conceitos, vantagens e desvantagens dos indicadores de sustentabilidade, dentro da temática deste estudo.

- No ítem 2.5 são elencados estudos prévios que desenvolveram metodologias voltadas para gestão dos recursos hídricos, os quais nortearam a escolha dos indicadores para este estudo.

- No ítem 2.6, os métodos multicriteriais são apresentados, mostrando suas vantagens e limitações, bem como estudos que os utilizaram, dentro da perspectiva de gestão dos recursos naturais e da gestão sustentável dos recursos hídricos. Esses estudos são a base metodológica desta pesquisa.

- No ítem 2.7 é apresentado as funcionalidades do programa RIOSS- *Riverbasin Information and Operation Support System*.

No Capítulo 3 é apresentada a Metodologia adotada neste estudo, a qual compreende: a caracterização da pesquisa e suas etapas; o recorte geográfico (caso de estudo) e as variáveis utilizadas; os indicadores selecionados e sua descrição; a fonte de dados e hierarquização.

O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos, através das análises dos indicadores e da análise multicriterial.

O Capítulo 5 tece considerações finais, apresentando recomendações para a continuidade e aprofundamento deste estudo.

## CAPITULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Conceitos e abordagens acerca do desenvolvimento e do desenvolvimento sustentável

A percepção da sociedade dos novos problemas de ordem ambiental, social e econômica na década de 70, gerou movimentos de mudança, que contestavam os modelos de crescimento implementados e a degradação do meio ambiente e anunciavam, segundo Weber (2002), que a decadência da humanidade aconteceria através de suas próprias ações.

Os modelos de desenvolvimento até então empregados pelas sociedades baseavam-se no crescimento econômico e na exploração dos recursos naturais, sem considerar que esses recursos, mesmo os renováveis, possuem limites de carga, tempo para absorver os resíduos e recuperar suas características. De acordo com Gray e Bebbington (2007), os mecanismos de mercado visam ao lucro imediato, fazendo com que os recursos sejam utilizados de maneira exaustiva, incentivando o consumo de bens para manter a relação produção/consumo. Além disso, de acordo com Laura (2004), esses modelos de desenvolvimento estão baseados em aspectos quantitativos, burocráticos, universais e centralizadores.

Estudos como o do *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005) revelam que, apesar de melhoras em alguns indicadores, o planeta enfrenta uma profunda degradação em seus ecossistemas. De acordo com a rede global de Pegada Ecológica (2010) a humanidade já ultrapassou os limites de carga do planeta, pelo menos no que se refere ao ciclo de nitrogênio, emissões de CO<sup>2</sup> e o comprometimento da biodiversidade. Para o Relatório Meadows et al. (1978) isso se deve a três fatores principais: rápido crescimento populacional, somado à negligência e ao atraso no desenvolvimento de resposta às limitações do planeta.

Mediante esse contexto, o desenvolvimento sustentável surge como uma alternativa, para a sociedade que quer continuar a se desenvolver economicamente, porém, com menos degradação ambiental e com maior equidade social.

As primeiras discussões acerca da sustentabilidade começaram no *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) em 1980, voltado para preocupações ambientais. Entretanto, foi com o relatório Brundtland (1987) que o foco se voltou para os elementos humanos, com a bandeira do respeito inter e intrageracional, afirmando que só podem ser considerados sustentáveis os modelos de desenvolvimento que atendam às necessidades das gerações atuais sem comprometer as das gerações futuras.

Entretanto, o conceito apropriado do que seria a sustentabilidade ou o desenvolvimento sustentável, está longe de um consenso por parte dos autores. A incorporação pelas teorias organizacionais, como discutido por Silva (2014), tornou o conceito popular, porém distorceu o que originalmente foi proposto. Boff (2012) e Veiga (2015) concordam com esse ponto de vista, ressaltando que o termo se tornou um modismo sem esclarecimentos, ingênuo e distorcido, prejudicando seu emprego em conhecimentos sérios que possuem o devido rigor científico. Apesar disso, é possível, de acordo com Veiga (2015), propor abordagens que previnam o leitor contra essas distorções, apontando um terreno firme para que se possa avançar nessa busca.

O desenvolvimento sustentável pode então ser entendido como uma relação dinâmica entre o sistema econômico e ambiental, que deve assegurar a vida humana e os aspectos culturais, sem destruição da diversidade ambiental e social (COSTANZA, 1991). A Agenda 2030 concorda com essa percepção, ao definir que o desenvolvimento sustentável é a integração das esferas econômica, ambiental e social – utilizando como carro chefe da dimensão social a inclusão social, por considerar que a pobreza, em todas as suas formas e dimensões, é o maior empecilho para a sustentabilidade –, ressaltando, porém, que esses três pilares são integrados e indivisíveis (AGENDA 2030, 2015).

Do ponto de vista de Buarque (2009), os conceitos de desenvolvimento sustentável resultam do amadurecimento do conhecimento dos problemas sociais e ambientais, bem como das várias formulações acadêmicas que surgiram nas últimas décadas, em contraponto ao economicismo e em defesa da natureza e das culturas. Para esse autor, é necessário que esse desenvolvimento aumente as potencialidades das pessoas e que os ganhos oriundos do desenvolvimento econômico realmente se transformem em melhoria das condições de vida das pessoas.

A RIO 92, conferência que gerou o documento *Agenda 21*, incorpora os aspectos locais nessa perspectiva de desenvolvimento sustentável, afirmando que é preciso “pensar globalmente, agir localmente” através de um processo público e participativo que inclui uma sinergia das dimensões social, econômica e ambiental. Essa afirmação coloca em pauta a necessidade de trazer as decisões e as responsabilidades para recortes territoriais menores, onde exista maior proximidade com os atores e com os problemas, porém sem desconsiderar seus impactos globais.

De acordo com Laura (2004), o desafio consiste na mudança para uma sociedade que busque uma visão mais holística, sistêmica e interdisciplinar, visando à proteção do meio

ambiente natural e construído. Tal mudança deslocaria a sociedade de uma racionalidade puramente econômica para o campo da ética, demandando a multidimensionalidade de conhecimentos e das inter-relações existentes, sem restringir as diferentes esferas aos seus domínios exclusivos, mas sim ampliando os *insights* para todo o sistema (LAURA, 2004, VAN BELLEN, 2005).

Nessa perspectiva, Nunes (2001) afirma que, do ponto de vista teórico, a sustentabilidade envolve várias dimensões, compostas por diferentes ideologias, valores éticos e sociais, os quais estão cheios de subjetividade e nem sempre são conciliáveis. Por isso, considerando a dificuldade de equilibrar as dimensões econômicas, sociais e ambientais, que na maioria das vezes estão em um movimento antagônico, o desenvolvimento sustentável requer uma gestão democrática onde os atores sociais possam ser inseridos nas discussões e decisões. Nesse tocante, se faz necessário conhecer a complexidade das dimensões da sustentabilidade e as dificuldades enfrentadas para operacionalização prática dos conceitos expostos.

## **2.2 Dimensões da sustentabilidade**

Nos itens seguintes serão discutidas as dimensões da sustentabilidade que compõe o modelo desse estudo.

### **2.2.1 Dimensão econômica**

A sustentabilidade na dimensão econômica está atrelada à distribuição dos benefícios gerados pela economia, em uma preocupação voltada para as melhorias na qualidade de vida e equidade social, e onde suas atividades são dependentes da manutenção dos ecossistemas naturais. Isso leva à conclusão de que o modelo de desenvolvimento adotado dentro da esfera econômica possui estreita relação e influencia os resultados das dimensões ambiental e social. Por isso, se enfatiza que a visão holística sobre todas essas variáveis e suas relações são essenciais para a manutenção das sociedades.

Por exemplo, uma entidade que não possui preocupações ambientais pode estar degradando, de forma irreversível, suas próprias matérias-primas ou, ainda, poluindo ecossistemas os quais dependem a sobrevivência de outras comunidades. Por isso, devem incorporar práticas de responsabilidade social relacionadas a conceitos que aliem os aspectos humanos e ecológicos, em um equilíbrio sensato dessas dimensões (BENN et. al, 2014).

De acordo com Garcia (2016, p.139), “a dimensão econômica deve estar preocupada com o desenvolvimento de uma economia que tenha por finalidade gerar uma melhor qualidade de vida para as pessoas, com padrões que contenham o menor impacto ambiental possível”. Dessa forma, as questões éticas que estão postas como valor social precisam ser urgentemente discutidas e repensadas (CARVALHO, 2013).

Os modelos de produção e consumo vigentes, de acordo com Clemençon (2012) e Araújo et. al. (2014), estão baseados em práticas de aceleração dos ciclos produtivos e da obsolescência programada e levarão ao colapso do sistema econômico, devido às limitações impostas pela dimensão ambiental. Boff (2012) enfatiza que o crescimento econômico, por ser linear e crescente, focado na acumulação individual e na competitividade, se contrapõe à sustentabilidade, a qual trabalha com base em princípios de inclusão, dinâmica e cooperação.

Do ponto de vista dos recursos hídricos, antes da PNRH, de acordo com Maranhão (2007), a dimensão econômica foi a orientadora dos modelos de gestão aplicados, sobretudo no Brasil, onde existia a priorização a grupos de poder, detentores de recursos financeiros, sem considerar os impactos ambientais e sociais de tais ações em longo prazo, mas apenas os ganhos econômicos. No entanto é preciso considerar as inter-relações existentes entre as dimensões, no entendimento que a água é um recurso importante, que garante condições básicas às populações e às mais variadas atividades humanas, devendo, então, ser alocada a garantir os diversos usos e não podendo, dessa forma, ser dada prioridade a grupos específicos.

Por isso é necessário reorientar esse processo buscando internalizar os custos que, naturalmente, são externalizados, como os da degradação ambiental (VAN BELLEN, 2005), garantir a distribuição de renda dentro do sistema, incorporar valor ao produto, incentivar o consumo de produtos recicláveis e de empresas que possuem preocupações ambientais e sociais.

Quanto aos recursos hídricos, o ideal seria buscar garantir, como enfatizado por Sales (2014) o atendimento das demandas – humanas, agrícolas, industriais, etc– porém considerando os conceitos de preservação desses recursos e buscando garantir a quantidade e a qualidade necessária para atendimento das necessidades básicas da sociedade; por outro lado, a valoração dos recursos hídricos, tratando-os como bem de valor econômico, que possuem um custo, limita o acesso, cria uma consciência ambiental e amplia a percepção da importância desse recurso para a sociedade, sendo assim um instrumento que auxilia na preservação.

Nesse tocante, de acordo com Gray e Bebbington (2007), as entidades, sejam públicas ou privadas, são centrais nessa discussão, pois são responsáveis pela produção e efetivação das vontades humanas. Por isso, deve-se ter muito cuidado ao aliar aspectos financeiros a sustentabilidade, visto que muitas entidades associam o conceito de sustentabilidade a seus produtos e serviços, na busca de novos mercados e lucros, sem realmente possuir preocupações ambientais ou sociais; outras, ainda, com o intuito de demonstrar responsabilidade social, tomam medidas *win-win*, ou seja, para cada ação existe um ganho financeiro em contrapartida.

Quanto as entidades do setor público, Gray e Bebbington (2007) ressaltam que, essas não podem ser controladas por forças econômicas, mas sim assumir um papel de reguladoras que impõe limites e que considera os diversos atores incluídos nessa dinâmica. Esse fator é relevante do ponto de vista que a ação reguladora do Estado pode dar maior transparência aos processos, proteger os diversos interesses e limitar o uso dos recursos.

Em resumo, a dimensão econômica deve ser estimulada pelo viés do desenvolvimento, que inclui crescimento econômico, porém aliado à equidade social e cuidado aos ecossistemas. Considerando que todas as atividades econômicas causam impactos, mas que se forem pensadas dentro da visão holística proposta pelos conceitos de sustentabilidade, pode-se minimizar os impactos e ampliar os benefícios, nas diversas dimensões.

### **2.2.2 Dimensão social**

A dimensão social recebeu, de acordo com McKenzie (2004) e Sartori et al. (2014), menos atenção do ponto de vista político e acadêmico, sendo a dimensão menos explorada dos temas da sustentabilidade. Esse resultado está relacionado ao alto grau de subjetividade das suas variáveis e à falta de preocupação política aos seus aspectos. Porém, de acordo com Woodcraft (2012), vem acontecendo um crescente interesse dos planejadores e políticos pelo que seria entendido como sustentabilidade social, devido à necessidade de mediar tensões, cada vez maiores, que incluem uma diversidade de aspectos. Davoud et al (2012) ressaltam a crise de gastos, crescimento da população, necessidade de habitação, expansão urbana, pressão aos recursos naturais, necessidade de mitigação das mudanças climáticas, como algumas questões que têm gerado agitação social.

Todos esses conflitos caracterizam-se pela subjetividade relacionada a questões como: qualidade de vida, aspectos culturais, políticos, éticos, etc. Esses termos possuem significação

diferente para cada pessoa e para cada comunidade, de modo que avaliá-los: (a) do ponto de vista qualitativo, exige um alto grau de abstração do pesquisador, para que suas ideologias e juízos de valor apareçam em menor grau possível nos resultados; e (b) do ponto de vista quantitativo, é quase impossível transformá-los em valores monetários. Todavia, apesar da complexidade e entraves, a sociodiversidade é quase tão importante quanto a biodiversidade, pois toda essa diversidade de aspectos culturais e de organização social deve ser mantido e preservado. (WEBER, 2002; VAN BELLEN, 2005).

Os problemas decorrentes da exclusão social e do acesso aos diversos tipos de recursos naturais e serviços públicos, são outro grande desafio nessa esfera, sobretudo nos países em desenvolvimento, onde são mais significativos, pois a concentração de renda exclui grande parcela da população. No Brasil, apenas 5 famílias controlam 46% do PIB; e os governos destinam algo em torno de 150 bilhões para pagamentos de juros, mas apenas 40 bilhões para programas sociais (IPEA, 2010). Essa exclusão perpassa os diversos setores, seja na distribuição de terras, no acesso a serviços, na participação nas decisões ou no acesso aos recursos naturais, incluído aqui, em alto grau de complexidade, a demanda pelos recursos hídricos, diretamente ligada a esses fatores sociais.

Sendo o ser humano o principal ator do processo de sustentabilidade social, essa marginalização, como afirma Lemos (2007), leva à perda da autoestima dessas pessoas, minando, assim, a proposição de um desenvolvimento que seja sustentável visto estar diretamente ligada a fatores como condições inadequadas de emprego e moradia, falta de saneamento básico e problemas relacionados a danos à saúde, bem como preconceito quanto à expressão de aspectos culturais, cor e classe social (LEMOS, 2007). De acordo com Ascerald et al. (2009) o preconceito a grupos sociais – negros, pobres, asiáticos –, levando à sua exclusão social, é um dos principais fatores para vulnerabilidade à degradação ambiental.

Nesse contexto, são ressaltados dois aspectos importantes, relacionados: (a) à proteção que deve existir com os recursos naturais, pois muitas vezes esses grupos marginalizados são responsáveis, mesmo que em função de ignorância, pelo uso insustentável e consequente degradação; e (b) à participação social ativa que cobre a efetividade das legislações e a ação ativa do Estado como regulador.

Mediante esse quadro, a sustentabilidade social se coloca como tema complexo que, necessariamente, se opõe ao paradigma econômico dominante. Para Van Bellen (2005), a grande preocupação diz respeito ao bem-estar humano e aos meios que aumentem essa condição. De acordo com Laura (2004), essas mudanças devem levar a modificações nas

instituições e nas relações sociais, buscando avanços tecnológicos e econômicos, mas sempre voltados para a justiça social.

Em resumo, a sustentabilidade social visa garantir a melhor qualidade de vida das populações buscando que estas participem dos processos decisórios, como agentes ativos. De acordo com Garcia (2011) é a busca pelo aumento do capital humano, e da diminuição das discrepâncias entre opulência e miséria, em busca de um nivelamento de renda que garanta acesso à educação, moradia, alimentação, água, ou seja, a garantia dos direitos sociais mínimos.

### **2.2.3 Dimensão Ambiental**

A dimensão ambiental da sustentabilidade é aquela que dá suporte à vida, sendo necessário aumentar a sua resiliência e adaptabilidade (LAURA, 2004). Por outro lado, a preservação dos recursos também é fator determinante – muitas vezes é preciso considerar que determinados recursos não devem ser explorados, que algumas áreas, devido à sensibilidade, não devem sofrer ações antrópicas, alguns recursos (como a água), em determinados momentos, precisam ter sua prioridade de uso para consumo humano, entre outras medidas –, visto que os limites que os ecossistemas impõem ao homem devem ser considerados em um escopo temporal de longo prazo (PNHR, 1997; MARANHÃO, 2007 ; SALES, 2014).

Essa mudança na forma de pensar o desenvolvimento e as ações empreendidas, foge à lógica econômico-financeira, pois, se o modelo de desenvolvimento adotado se basear apenas em valor de mercado, muitas vezes a superexploração do recurso é mais rentável. Todavia, a sustentabilidade ambiental considera, nessa decisão, aspectos sociais e ambientais, como, por exemplo, se a depredação do recurso trará graves problemas a alguma comunidade e se o ganho da exploração beneficiará apenas o detentor do patrimônio ou todos aqueles que sofreram os impactos, etc.

Faz-se, então, necessário considerar ações mitigadoras, a resiliência do ecossistema, a capacidade e o tempo de recuperação, os impactos indiretos a outros ecossistemas (muitas vezes, as ações empreendidas são apenas pontuais, porém os ecossistemas são interdependentes), e adequar o tempo para a exploração dos recursos naturais, visto que o período que o meio natural precisa para se recuperar, mudar sua composição, assimilar

resíduos e poluição é diferente do tempo dinâmico e acelerado que se adotou na modernidade (SILVA, 2014).

Para Buarque (2009), o desenvolvimento sustentável, sobretudo na dimensão ambiental, só será alcançado pela solidariedade intra e intergerações, levando a uma maior equidade entre os povos e a uma gestão diferente dos recursos naturais, ao permitir o acesso de todos aos recursos hoje existentes e a preservação para as futuras gerações.

Por outro lado, o meio ambiente reflete as diversas questões sociais, visto que as assimetrias sociais são a origem (e influem na multiplicação) dos impactos ambientais, os quais são direcionados para alguns segmentos sociais, não sendo os riscos distribuídos igualmente; apesar de que os impactos, a longo prazo, serão sentidos por todos, sem limites de fronteiras ou classe social (WEBER, 2002; ACSERALD et. al., 2009).

Nesse contexto, o caminho a ser trilhado é aquele que leve ao atendimento dos diversos grupos sociais, a partir de uma gestão democrática, sendo necessário que os poderes legislem harmoniosamente e que todas as instituições baseiem suas ações em uma visão holística de longo prazo, pois se legislarem de maneira unilateral, ou tomarem decisões pontuais, acabarão por comprometer os recursos naturais que não fazem parte de sua jurisdição (ALMEIDA, 2001; CAMPOS, 2005; MARANHÃO, 2007.).

Por isso, como evidenciado por Van Bellen (2005), deve-se pensar a complexidade da sociedade dentro de um sistema também complexo, que é o natural, existindo em interação mútua, em constante mudança e evolução. Se grupos sociais forem excluídos, a efetivação da sustentabilidade será prejudicada, devido aos conflitos que emergirão, assim como pelo uso indiscriminado e prejudicial dos recursos e dos ecossistemas; dessa forma, as decisões e políticas implementadas precisam prezar pela justiça e bem comum, em um modelo que garanta o acesso público à informação e a sua participação no processo de tomada de decisão, valorizando o *empowerment* público e incorporando, no processo, a subjetividade advinda das ciências humanas e do próprio comportamento humano (SOARES, 2003).

Nessa perspectiva, os modelos de gestão dos recursos naturais devem garantir o acesso e participação dos diversos atores no processo de decisão, ou seja, quanto mais inclusivo, democrático e holístico for o modelo, melhor serão os resultados. Weber (2002) afirma que são necessárias medidas adaptativas voltadas à preservação e gestão dos recursos, sobretudo aqueles que estão inseridos no grupo dos recursos renováveis, em especial os recursos hídricos.

A sustentabilidade da dimensão ambiental está atrelada não apenas a preservação dos recursos naturais, mas também a toda uma preocupação com a gestão dos recursos, considerando que o modelo de gestão implementado trará consequências aos aspectos: sociais; econômicos, entendendo que esses recursos são essenciais ao desenvolvimento; e institucionais colocando o Estado e suas instituições como reguladoras desse processo de mudança. Sendo assim, a dimensão ambiental da sustentabilidade busca integrar fatores das demais dimensões em prol de uma melhor gestão e tomada de decisão dos recursos naturais e preservação dos ecossistemas (VAN BELLEN, 2005; MARANHÃO, 2007).

#### **2.2.4 Dimensão institucional**

Em alguns estudos, os pesquisadores segregam variáveis das dimensões básicas da sustentabilidade, buscando uma maior adequação com a realidade. Assim, a dimensão político-institucional foi inserida nos estudos de *Nations Commission on Sustainable Development* (1992), Guimarães (2008) e Candido et. al. (2010), devido à sua ligação a fatores como cidadania, capacidade de mobilização e consolidação de direitos, que são aspectos relevantes para a construção da sustentabilidade.

Nessa perspectiva, esta pesquisa também insere tal dimensão, pois, de acordo com Ferreira (2000), para tratar a problemática ambiental, os municípios precisarão repensar suas formas de atuação, internalizando os problemas de cunho ambiental e reformulando suas políticas públicas. Para o autor, as ações voltadas à resolução desses problemas não podem ser setorializadas, mas sim incorporadas às políticas a serem implantadas, como condição básica para o desenvolvimento.

Com o avanço das cidades e a falta de infraestrutura adequada, ocorreu a deterioração do saneamento, da habitação e, principalmente, dos recursos hídricos, devido à enorme pressão sobre os mesmos. Com as novas responsabilidades (sociais, ambientais, relativas a saúde e infraestrutura em geral) atribuídas aos municípios, depois da Constituição de 1988, esses passaram a ser os principais responsáveis pela execução das políticas públicas, onde se insere a efetivação de políticas ambientais, econômicas e sociais (ALMEIDA et. al., 2017). Todavia, ainda segundo a autora, os recursos financeiros nessa esfera são escassos, fazendo-se necessária a efetivação de um planejamento, que não seja apenas para cumprir ou se adaptar às exigências burocráticas, mas que esteja alinhado às principais necessidades municipais,

através de ferramentas de gestão, participativas e democráticas, que tenham por objetivo melhorar o desempenho do município em todas as dimensões.

Na composição da sustentabilidade, Faustino (2012) afirma que é na esfera municipal que o desenvolvimento é materializado, através de mudanças sociais. Nesse contexto, a dimensão político-institucional possibilita uma mudança estrutural que leve a um modelo de desenvolvimento sustentável, através da efetivação pelo viés da gestão pública.

Dessa forma, considerando a relevância da dimensão político-institucional para a construção e efetivação da sustentabilidade, entende-se que a sua incorporação ao modelo traz maior fidedignidade ao estudo. Além disso, surge a necessidade de considerar a importância da atuação dos municípios e suas variáveis, onde as políticas públicas, sobretudo aquelas voltadas ao desenvolvimento sustentável, encontram melhor meio de serem aplicadas e legitimadas pelos atores sociais, onde há maior proximidade com seus problemas e particularidades.

Apesar de toda a complexidade inerente às dimensões da sustentabilidade e da subjetividade própria dos conceitos e perspectivas que cada ator social possui desses elementos, é preciso avançar em estudos que discutam e adaptem modelos que utilizem esses conceitos, considerando que é preciso ter uma visão holística, integradora e democrática dessas dimensões para se obter melhores resultados, sobretudo na gestão dos recursos naturais. Diante disso, o próximo tópico discute os problemas e avanços na gestão dos recursos naturais e hídricos, mediante o paradigma da sustentabilidade.

### **2.3 Gestão dos recursos naturais: papel do Estado e participação da sociedade**

A gestão dos recursos naturais na sociedade moderna é uma estratégia essencial para desenvolvimento e manutenção dos sistemas. Para Vieira e Weber (2002), a gestão dos recursos naturais emerge como um regulador das inter-relações entre os sistemas socioculturais e o meio ambiente físico, colocando-se, assim, como medida que contribui na busca pela sustentabilidade, já que esta, também, busca alcançar melhorias na relação sociedade x natureza. Essa visão é complementada por Souza (2000), ao afirmar que a gestão ambiental busca conciliar o desenvolvimento com a qualidade ambiental.

No entanto esses modelos de gestão democráticos e com viés sustentável incorporam as subjetividades das percepções humanas e das dimensões da sustentabilidade, sendo necessário como afirma Carvalho (2013) considerar as significações dos atores sociais, inter-

relações existentes, assim como as dificuldades de medir, avaliar, mensurar as variáveis que compõem esses modelos.

Dessa forma, a participação da sociedade para determinar o que seria importante para solucionar seus problemas é fundamental. Além disso, o engajamento leva à maior efetividade de implementação das políticas e a um alcance mais eficiente dos objetivos propostos, sobretudo, no âmbito local, em que os atores sociais e as instituições públicas estão muito próximos do problema. Por isso Farias (2009) afirma que é praticamente impossível que o poder público consiga gerir o meio ambiente, do ponto de vista da degradação ambiental, sem a participação da sociedade civil.

O Estado, em suas várias formas de governo, assume então importante papel na gestão dos recursos naturais e na implementação de políticas públicas que possuam um olhar holístico sobre a complexidade da sociedade. Considerando que os mecanismos de regulação do mercado têm como objetivo principal a obtenção de lucros, todos os recursos – naturais e humanos – são transformados em mercadoria, o que gera a exaustão dos recursos naturais e demonstra a falta de preocupação com as questões sociais, ambientais e até mesmo, em sentido amplo, econômica (VIEIRA; WEBER, 2002). Dessa forma, o Estado é o único que pode oferecer uma escala temporal apropriada para a sustentabilidade (PROOPS et al., 2002 apud CARVALHO, 2013).

Essa percepção do caráter fundamental do Estado, no caminho para uma gestão sustentável dos recursos naturais, é compartilhada por diversos autores: Souza (2000) enfatiza que a legislação e a política ambiental são ferramentas de ação; para Lanna (2000), é a atividade política que deve formular princípios e diretrizes com o objetivo de promover, de forma coordenada, o uso, o controle, a proteção, etc., com vistas a atingir o desenvolvimento sustentável.

De acordo com Almeida (2017), depois da Constituição Federal de 1988, o poder local (municípios) ganhou enormes atribuições, no tocante à responsabilidade pelo saneamento básico, serviços de saúde, infraestrutura e na oferta de serviços públicos em geral, levando a uma descentralização do poder, que é benéfica à democratização do acesso aos serviços e participação social. Por outro lado, alguns entraves da administração pública têm sido prejudiciais à efetivação dessa gestão local, dado que os municípios tiveram que lidar com a assimetria entre a quantidade de atribuições e os recursos disponíveis e a falta de instrumentos de planejamento, que embasem a gestão, dificultando a efetivação da inclusão social, da

cooperação e do diálogo transparente entre os diferentes atores políticos, econômicos e sociais (REZENDE, 1997; DANIEL, 2002).

Além disso, o Estado de acordo com Weber (2002), possui uma estrutura administrativa muito compartimentada, que, na maioria das vezes, não corresponde à distribuição geográfica dos recursos (uma bacia hidrográfica, por exemplo, ultrapassa a divisão territorial e administrativa, pois os rios ultrapassam essas limitações). Outro problema é que, normalmente, medidas preventivas não são postas em prática pela cultura política dominante; quando o são, caracterizam-se como medidas compensatórias ou projetos de recuperação muito dispendiosos (VIEIRA; WEBER, 2002). Essas medidas a posteriori falham, pois, dependendo do custo, não é possível ou viável recuperar, além de que, muitas vezes, não alcançam o objetivo desejável (GORZ, 1996).

Outra questão, levantada por Carvalho (2013), se refere aos fenômenos híbridos, ou seja, aos processos que possuem influência simultânea sobre os meios natural e social. Por exemplo, os eventos de escassez dos recursos hídricos, no que se refere à poluição dos mesmos, são influenciados tanto pela ação antrópica, quanto por fatores de depuração, relacionados à diminuição das chuvas e à conseqüente redução da vazão do manancial. Além disso, esse autor salienta o caráter multifuncional dos recursos – que atendem demandas sociais, ambientais e econômicas –, demonstrando assim a complexidade na gestão de tais recursos.

Mediante essa conjuntura, Van Bellen (2005) defende que é necessário realizar um planejamento nas políticas e ações voltadas a aspectos demográficos, sociais e ambientais, dentro de uma visão de longo prazo. Dentro dessa perspectiva, alguns autores propõem modelos e diretrizes para realizar uma gestão mais eficiente dos recursos naturais, dentro de uma vertente sustentável.

Para Lanna (2000), a política ambiental deve harmonizar a oferta no espaço de tempo, através da regulamentação e do planejamento ambiental, com adequação, proteção e controle. E isso sem esquecer de gerenciar esse planejamento, visando regular a prática e avaliar se a política ambiental está em conformidade com o que foi inicialmente proposto, adotando regras e ações que envolvam as dimensões econômicas, socioculturais e ecológicas, dentro de uma perspectiva interdisciplinar.

Ollagnon (2002), apud Carvalho (2013), faz referência à gestão integrada e participativa dos recursos naturais, propondo um novo tipo de gestão, onde haja a participação de gestores para a tomada de decisão. Tal gestão, no entanto, só se concretizaria mediante a

participação de toda a sociedade na preservação da natureza, devendo-se promover uma mudança nas formas de ação do Estado com novos recortes territoriais (VIEIRA; WEBER, 2002).

O Estado se colocaria, então, na posição de mediador, buscando o equilíbrio entre as partes interessadas; as diferenças de poder ainda existiriam, mas seria garantida a participação de todos os grupos, inclusive aqueles de menor representação política ou com menor detenção do conhecimento, no processo decisório e na luta por seus interesses (CARVALHO, 2013).

Por isso, se faz necessário que as políticas e as legislações implementadas tenham legitimidade social – evitando o favorecimento a grupos de poder –, pois elas têm estreita relação com a memória social, ditando quais delas serão aceitas, reformuladas ou desativadas; a cultura e o valor simbólico, dessa forma, é que vão determinar a realidade (AZEVEDO, 2001). Dessa forma, a participação dos atores sociais, passou a ser imprescindível em todas as fases das discussões, pois só assim se poderá identificar as reais necessidades e satisfazer as aspirações da sociedade (CANDIDO et. al., 2010).

### **2.3.1 Necessidade de gestão dos recursos hídricos**

A água é o principal componente presente nos seres vivos e recurso indispensável à manutenção das atividades humanas, seja para abastecimento humano, transporte, dispersão de efluentes, usos na indústria, na agricultura, etc. (PHILLIPI et al., 2004). Porém, nem sempre é assegurado, às populações, o acesso a um bem tão importante: estima-se que um terço da população mundial não tem acesso a água potável (OMS/UNICEF, 2015). De acordo com a OMS, anualmente morrem cerca de 25 milhões de pessoas, devido a doenças de veiculação hídrica (BRAGA, et. al 2005).

No Brasil, que apesar de possuir 13% da água doce mundial, mais de 35 milhões de pessoas têm um abastecimento precário ou ruim (SNIS, 2014) e apenas 50,3% da população possuem esgotamento sanitário, o que significa mais de 100 milhões de pessoas sem acesso ao serviço. Em algumas regiões do país, como a região Norte, a situação é ainda mais grave: apenas 49% da população é atendida por rede de abastecimento de água, e apenas 7,4%, por esgoto; Manaus, 6º maior PIB do Brasil (IBGE, 2014), apresenta baixos índices de saneamento, o que, de acordo com Giatti et al. (2014), tem aumentado a incidência de doenças, sobretudo nos grupos menos favorecidos.

Esses dados alarmantes colocam a gestão dos recursos hídricos, no tocante à quantidade e à qualidade da água, nas agendas políticas mundiais. A ONU, em sua Resolução

de nº 64/292 de 2010, estabelece que a água é um direito humano, entretanto enfatiza que essa água deve ser potável, ou seja, possuir propriedades que não causem danos à saúde humana.

Além da perspectiva de abastecimento humano, de acordo com Mendonça et al. (2006), ela é o recurso que mais possui usos legítimos, no que se refere ao atendimento das necessidades de diversos setores e usuários. Além disso, a água é um exemplo de recurso natural que se constitui em um “bem de livre acesso”, cabendo à intervenção governamental limitar esse acesso, evitando a utilização em excesso e/ou a sua contaminação.

Dessa forma, a sustentabilidade hídrica requer um gerenciamento integrado, que, de acordo com Sales (2014), envolve estudar o ciclo hidrológico em todas as suas fases (atmosférica, superficial e subterrânea), integrando-o aos usos múltiplos que o recurso possui. Ainda para o autor, essa multiplicidade de usos, dentro de um recorte espacial, é um dos elementos que provocam a insustentabilidade, quando não geridos eficientemente, evidenciando a necessidade de uma visão holística. Para Tundisi (2008) é imprescindível, também, a incorporação de aspectos sociais e ambientais:

Técnicos e administradores que se baseiam somente no ciclo hidrológico, quantidades e qualidades para o gerenciamento da água, também devem fazer esforços para conhecer melhor as bases sociais e econômicas que definem e dão condições da sustentabilidade. (...). As avaliações sobre a água, sua disponibilidade e seu papel no desenvolvimento, estão mostrando a necessidade de mudanças substanciais na direção do planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos [...] (TUNDISI, 2009, p. 2)

O gerenciamento integrado dos recursos hídricos é complexo, multidisciplinar e multiescalar, com problemas para encontrar evidências concretas para a tomada de decisão (QUINN ET. AL. 2004), de forma que o gerenciamento integrado das bacias hidrográficas precisa estar fundamentado em sólido conhecimento científico – que envolva as ciências humanas e exatas – e objetive um processo planejado, abrangente e de longo prazo, com a exploração otimizada dos recursos.

Dessa forma, a qualidade e a quantidade disponíveis são condicionadoras da utilização (MARANHÃO, 2007). Onde, de acordo com Gondim (1994) deve-se entender a importância da água nas várias dimensões, pois, caso a água não tenha um uso sustentável, a sua escassez, quantitativa ou qualitativa, limitará e prejudicará seriamente as dimensões econômicas e sociais:

Sendo a água um recurso natural escasso e vital, é incontestável a necessidade de ser planejado o seu uso, sob a ótica do desenvolvimento

sustentável, e a sua utilização com vistas a evitar as limitações ao desenvolvimento econômico e social em razão da escassez, quantitativa ou qualitativa, dos recursos hídricos. (GONDIM FILHO, 1994, p. 9)

Dentro dessa mudança de paradigma surge a necessidade de novas abordagens na concepção do conhecimento. A ciência moderna, baseada no recorte disciplinar, não consegue responder eficientemente à problemática ambiental, surgindo espaço para um “diálogo de saberes” que levará à construção de um conhecimento coletivo, a interdisciplinaridade. A interdisciplinaridade recupera saberes antes vistos como não participes da ciência, buscando reintegrá-los em um processo de rearticulação, que gerará um saber ambiental (PHILIPPI, 2000).

Dessa forma, será possível estabelecer relações entre as dimensões e também entender como a degradação causada a outros recursos, interferem na degradação dos recursos hídricos. Para Sales (2014), essas relações precisam ser estudadas, pois elas contribuem para perdas elevadas de água, tanto no que se refere a quantidade e também a qualidade do recurso. Além disso, é só mediante uma gestão integrada dos recursos hídricos que os conflitos de interesses e de acesso poderão ser solucionados por um viés democrático.

### **2.3.2 Gestão dos recursos hídricos no Brasil**

O Brasil, do ponto de vista histórico, adotou os modelos setorialista/burocrático e econômico/financeiro, que de acordo com Maranhão (2007) possuem características centralizadoras quanto a tomada de decisão, voltadas para fatores exclusivamente econômicos e de exploração, com recorte temporal de curto prazo, que geraram a depredação dos recursos hídricos. No entanto, com as mudanças internacionais ocorridas, dentro do viés ambiental, busca-se implementar no Brasil o modelo participativo que tem como características principais uma visão sistêmica das diversas utilidades da água na sociedade, incorporando uma perspectiva de preservação e democratização das decisões.

Nesse contexto, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei 9.433/97 incorpora esses conceitos adotando um modelo voltado para a conservação e preservação, considerando aspectos econômicos, mas também ecológicos, sendo incluído e de longo prazo. A PNRH se coloca no cenário mundial como uma das legislações mais modernas do mundo, valorizando a gestão integrada, com a finalidade de práticas sustentáveis.

Dentre as mudanças mais importantes, estabelece que a água é um bem limitado e público. Foge as concepções que afirmavam que ela era um recurso ilimitado e poderia ser utilizado espontaneamente, sem pensar em preceitos de conservação ou de uso racional. Ainda incorporou, da Lei das águas, a valoração do recurso, estabelecendo que ela possui valor econômico. Apesar de críticas quanto a cobrança versus real valoração, esse mecanismo é muito importante, pois limita o uso.

Outra questão de extrema importância é quando estabelece que em períodos de escassez o recurso deve ser priorizado para abastecimento humano e dessedentação animal. Dessa forma, em períodos de escassez essas duas utilidades devem ser priorizadas sob as outras. Porém, em períodos de normalidade deve ser gerida de forma a garantir seus usos múltiplos, ou seja, que todos os usuários sejam atendidos. Além disso, dá ênfase a participação da sociedade quando estabelece que o recurso deve ser gerido de forma descentralizada e participativa, garantindo que a gestão atenda a interesses difusos e não a grupos de interesses específicos.

Nesses anos de vigência no Brasil a PNRH trouxe grandes avanços para a gestão dos recursos hídricos. De acordo com Machado (2007), as ações implementadas que se sucederam pós a PNRH, mesmo considerando a juventude da legislação, o déficit, no que se refere a gestão, o alto passivo ambiental e a necessidade de uma estrutura política integrada em um país do porte do Brasil, foram relevantes para a gestão mais eficiente dos recursos hídricos.

Em prol de uma gestão sustentável, foi possível nesse pouco tempo criar mecanismo que viabilizaram a busca por uma gestão integrada, como o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH) e o Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das águas- Progestão, que é uma ferramenta prática para efetivação do Pacto Nacional pela Gestão das águas. Esses mecanismos têm como objetivo principal integrar efetivamente a gestão dos recursos hídricos entre os entes federativos, adotando um modelo descentralizado e participativo como proposto pela PNRH (ANA, 2017).

No entanto, ainda há muito a se avançar na efetivação dos objetivos da PNRH. Para Machado (2007) a principal delas é fazer com que o tema da gestão integrada dos recursos hídricos seja tema de extrema relevância nas agendas públicas. Isso porque se faz necessário integrar o ritmo de mudanças que acontecem no país com as mudanças necessárias a melhor gestão das águas. Considerando o crescimento econômico (nas áreas agrícolas e industriais) e do crescimento populacional que aumentam a demanda e os conflitos sobre a água.

No contexto do Estado da Paraíba, a Política Estadual de Recursos Hídricos instituída pela lei 6.308/96 tem como princípios básicos garantir o acesso de todos a água atendendo as necessidades humanas básicas, bem como a democratização e a preservação, que devem acontecer de maneira integrada. Os desafios para implementação no Estado acompanham os demais, no entanto como ressaltado por Maranhão (2007) e por Sales (2014) somam-se a eles aspectos históricos de povoamento da região e a relação de dependência existente entre os recursos hídricos e as atividades desenvolvidas.

Além dos aspectos ambientais (como as secas periódicas) que agravam e requerem urgência na efetivação das políticas de gestão dos recursos hídricos no estado, os municípios do alto curso do Rio Mamanguape, por exemplo, apresentam um cenário de degradação das margens do Rio Mamanguape, baixo desenvolvimento econômico e diversos problemas de cunho social, como baixos resultados de desenvolvimento nos índices relativos a educação e de saneamento básico (COOPACNE, 2014). Tudo isso requerem ações, que minimizem e melhorem as condições locais

Para que essa gestão integrada consiga ser posta em prática o autor Sales (2014) enfatiza que são necessárias informações acerca das bacias hidrográficas, que são de acordo com PNRH, a unidade básica de gestão. Sendo então necessário ampliar os bancos de dados, compartilhamento de informações e a participação política para implementação de ações voltadas a garantir a sustentabilidade hídrica.

Nesse contexto, Machado (2007) e Carvalho (2013) ressaltam que a falta de conhecimento e de vontade política quanto a implementação de políticas integrativas para gestão das águas e recursos financeiros escassos, com grandes assimetrias entre estados, são os principais fatores a serem superados. Além disso, muitos gestores sequer percebem a relevância estratégica, ou ainda existe subordinação a grupos de interesses que revelam um retrocesso nesse âmbito (SALES, 2014).

No que se refere aos municípios, esses são centrais na efetivação das políticas ambientais, incluindo os recursos hídricos, mesmo não possuindo competência direta para legislar sobre esses recursos (SANTOS, 2013). Não obstante, o papel se amplia quando esses entes federativos são os responsáveis pelo saneamento básico, pela preservação de suas matas ciliares, pela saúde dos moradores e pela efetivação da educação ambiental nas suas escolas de nível básico. Esses fatores são essenciais para garantir que os recursos hídricos sejam preservados, pois estão direta e indiretamente ligados a gestão das águas (SANTOS, 2013).

Nesse tocante, os municípios devem participar dos comitês de bacia hidrográfica, pois de acordo com Porto e Porto (2008) e Noronha (2006) eles são responsáveis por deliberar, tomar decisões e negociar junto aos diversos atores sociais com o objetivo de garantir os usos múltiplos da água e mediar conflitos. Os comitês são então, para os municípios, o meio que esses podem utilizar para propor sugestões, expor suas dificuldades com o objetivo de garantir que suas demandas sejam, se não totalmente supridas, postas em pauta.

Além disso, a gestão municipal, diante a proximidade que tem com a comunidade é a mais indicada para colocar em prática políticas ambientais, pois o apoio da população é primordial no sucesso e efetivação dessas políticas (FAUSTINO, 2012).

No entanto, Machado (2007) e Sales (2014) ressaltam que os comitês de bacia hidrográfica enfrentam dois problemas principais: (a) a precarização de suas estruturas que só se mantem se tiver apoio governamental e, (b) a participação dos órgãos, dos municípios e dos diversos atores sociais. Para os autores é preciso garantir o funcionamento do comitê e a participação dos interessados, pois de acordo com Carvalho (2004), diante a quantidade de municípios que fazem parte da jurisdição de um comitê e da multiplicidade de demandas, esses não devem concorrer entre si, mas trabalhar em regime de cooperação

Porém, esse é um dos maiores desafios da gestão de recursos hídricos, pois existem grupos fortemente consolidados e que detém conhecimento e representação suficiente para implementar medidas em benefício próprio. Daí surgem os diversos conflitos. Apesar desses fatores, Tundisi (2008) afirma que só a participação social garantirá o aprofundamento da sustentabilidade e gerará uma segurança coletiva no que cabe a disponibilidade e demais vulnerabilidades, da oferta e demanda dos recursos hídricos.

Por isso, a tomada de decisão no campo dos recursos hídricos é uma das mais difíceis, primeiro, deve atender a múltiplos objetivos; segundo porque os impactos de tais decisões são de difícil identificação. Para Lyra (2008) decidir é um processo subjetivo que envolve percepção e julgamento de valor, por isso, para que a decisão seja a mais acertada possível, é preciso, entre outros fatores, de informações fidedignas. Para Silva et. al (2006) essa informação precisa ser também relevante, para que diminua as incertezas e para que seja útil no desenvolvimento de estratégias.

No que se refere ao posicionamento dessa gestão dentro das discussões acerca do desenvolvimento sustentável, Sales (2014) defende que os problemas enfrentados não devem servir de barreira, mas devem ser um estímulo a criação de modelos que possam avaliar, medir, mensurar e monitorar as medidas implementadas. A busca não deve ser por soluções

ótimas, mas baseado em estratégias adaptativas, tanto dentro das variabilidades naturais quanto dentro das possibilidades econômicas (WEBER, 2002). É a busca por caminhos de adaptabilidade e de convivência com as particularidades do ambiente que o cerca.

## **2.4 Indicadores de sustentabilidade**

Desenvolver metodologias e modelos que trabalhem com o tema sustentabilidade é um grande desafio; entretanto, a mensuração, através de ferramentas e modelos que busquem uma aplicação prática é imprescindível, para que seja possível enxergar se a sociedade realmente se direciona para o desenvolvimento sustentável. Essas ferramentas, de acordo com Hardi e Barg (1997), servem para tornar o conceito operacional.

Indicador é um parâmetro que aponta e fornece informações sobre o estado de um fenômeno, ou pode ser entendido como uma variável que representa um atributo (OECD, 1993). No contexto do desenvolvimento sustentável, os indicadores ganharam grande visibilidade, devido às características facilitadoras que possuem (VAN BELLEN, 2005), dentre as quais a capacidade de simplificar informações, especialmente quando se pretende analisar as complexas relações sociedade versus natureza, que apresentam grande número de inter-relações, difíceis de determinar e mensurar, e exigem extensa quantidade de dados.

A informação gerada por meio de indicadores é mais facilmente utilizável pelos tomadores de decisão, pois permite que informações de caráter bruto e técnico sejam transmitidas para a sociedade em geral, através de uma linguagem mais simples e utilizando as variáveis que melhor refletem os objetivos propostos e os fatos analisados (COSTA, 2010; DGA, 2000). Para Costa (2010, p. 91), “um indicador de sustentabilidade constitui um instrumento que permite, a partir da sua interpretação, definir a condição de um sistema como sustentável ou não”.

Os indicadores possuem as seguintes funções principais: “i) avaliação de condições e tendências; ii) comparação entre lugares e situações; iii) avaliação de condições e tendências com relação a metas e objetivos; iv) prever informações de advertência; v) antecipar futuras condições e tendências” (TUNSTALL (1994) apud VAN BELLEN, 2005, pág. 30). Agregados em índices, os indicadores podem designar grandezas quantitativas ou qualitativas (MARANHÃO, 2007).

Nesse sentido, algumas limitações e advertências quanto ao uso de indicadores precisam ser mencionadas: (a) quando há alta agregação de índices, pode ocorrer a união de

variáveis pertencentes a diferentes esferas. O PIB é um exemplo dessas limitações quanto à agregação, pois considera todas as riquezas produzidas no país em determinado período; no entanto, não considera distribuição de renda, não captura necessidades básicas como acesso a água, a um ar puro, etc., e externaliza custos ambientais negativos (BERGH, 2009); (b) o excesso de agregação leva à perda de informação relevante. Apesar de não se poder desconsiderar a importância dos índices, inclusive do PIB, para a tomada de decisão, deve-se preservar a formação dos dados separadamente. Com referência à sustentabilidade, por exemplo, preservar os dados e resultados obtidos em cada dimensão evita que fatores sejam mascarados ou mal interpretados

Os indicadores devem se concentrar em determinados aspectos relevantes, dentro do fenômeno estudado e para os quais existam dados disponíveis (GUIMARÃES; FREICHAS, 2009). Esse é outro fator importante, a obtenção de dados, pois muitas vezes eles inexistem no recorte geográfico ou temporal pretendido. Por exemplo, quando se pretende estudar bacias hidrográficas, muitos dos dados disponíveis não utilizam esse mesmo recorte, estando disponíveis em outros recortes territoriais ou administrativos, dificultando a sua utilização.

A escolha de um grupo de indicadores para avaliar determinado problema pode representar melhor o objeto de estudo e promover uma melhor avaliação. Nesse contexto, Van Bellen (2005) alerta para fatores imprescindíveis na escolha desses grupos, referindo-se, primeiramente, à proposição de sistemas de indicadores que consigam refletir, de maneira dinâmica e simples, a complexidade do conceito de sustentabilidade integrando as dimensões, como afirma Costa (2010), em um equilíbrio entre os indicadores selecionados para cada uma dessas dimensões.

As inter-relações entre dimensões e variáveis são o grande diferencial e trunfo dos conjuntos de indicadores propostos. Como ressaltado por Marzall e Almeida (1999), é impossível medir a sustentabilidade considerando apenas um indicador, pois a sustentabilidade é determinada por um conjunto de fatores econômicos, sociais, ambientais, culturais e institucionais, que devem ser contemplados simultaneamente. Apesar da complexidade e dificuldades que estão incorporadas na busca por modelos de desenvolvimento mais sustentáveis, os estudos devem integrar suas dimensões na busca de uma melhor gestão dos recursos ou na conciliação de desenvolvimento com uma melhor qualidade ambiental (SOUZA, 2000).

A seleção dos indicadores requer paciência e conhecimento de características que esses precisam ter para refletir o sistema estudado. Gallopin (1997) alerta que a característica

mais importante de um indicador é a sua relevância para a política e para o processo de tomada de decisão. De nada adiantaria desenvolver um conjunto de indicadores de sustentabilidade que não tivesse a capacidade de contribuir na tomada de decisão. É necessário que estes contribuam com a gestão, gerando políticas e ações que criem maior comprometimento com a utilização dos recursos naturais e sejam eficientes na relação sociedade x meio ambiente (VAN BELLEN, 2005).

Jesinghaus (1999) defende que não basta apenas a escolha criteriosa dos indicadores, mas é necessário também critérios de avaliação que permitam enxergar a realidade dos fatos expostos. Diante disso não existe um conjunto de indicadores que seja universal, ou seja, útil a qualquer realidade: indicadores precisam ser selecionados de acordo com a realidade local, objetivos, relevância, legitimidade, dados disponíveis, etc. Para facilitar essa escolha, Bellagio e Costa (2010) trazem princípios que facilitam muito o caminho para quem busca desenvolver ou selecionar indicadores de sustentabilidade. Os dez princípios de Bellagio estão expostos no Quadro 1.

**Quadro 1** Princípios de Bellagio para seleção de indicadores

1 Guia de visão e metas	A avaliação do progresso e as metas devem ser guiada por uma visão clara do que seja o desenvolvimento sustentável.
2 Perspectiva holística	Deve avaliar o sistema e suas partes, garantindo o bem-estar de todos os subsistemas e considerar consequências positivas e negativas das ações humanas, considerando custos e benefícios.
3 Elementos essenciais	Considerar aspectos de equidade e de disparidade, entre as gerações futuras e presentes. Observando os limites ecológicos, o desenvolvimento econômico, bem-estar social e humano.
4 Escopo adequado	Adotar um recorte temporal de longo prazo, sob aspectos econômicos e ecossistêmicos, bem como para as atuais gerações que necessitam tomar decisões. Considerando espaços locais e globais. Incluindo os aspectos históricos que permitem antecipar condições futuras.
5 Foco prático	Limitação quanto ao uso de indicadores e limitação no que cabe a também as questões para análise. Buscando padronizar as medidas para facilitar a análise final.
6 Abertura/transparência	Construir dados que sejam acessíveis ao público e que no estudo esteja explícito as subjetividades da interpretação.
7 Comunicação efetiva	Deve atender as necessidades do público e dos seus usuários, principalmente dos tomadores de decisão, através de uma linguagem clara e simples.
8 Ampla participação	Garantir ampla participação da sociedade em geral, para assegurar a legitimidade e fidedignidade dos resultados
9 Avaliação constante	Ser sensível as mudanças dos sistemas ambientais e da sociedade, que são rápidas e constantes. E promover reajuste e adaptações necessárias.
10 Capacidade institucional	Responsabilidade e provimento de suporte a tomada de decisão, coleta de dados, manutenção e documentação.

**Fonte:** Adaptado de Hardi e Zdan (1997).

Os dez princípios de Bellagio elencam bem a problemática para escolha de indicadores de sustentabilidade, que reflitam de maneira mais fidedigna a realidade a ser estudada, considerando pontos importantes como: a visão holística, que agrega variados interesses, visões e sistemas; as disparidades entre as gerações futuras e presentes, dentro dos limites ecológicos, sociais e econômicos; a necessidade de promover o acesso e a participação dos atores sociais, em uma linguagem simples que permita o entendimento. Por fim, ressalta o embasamento a tomada de decisão, que é umas das grandes finalidades da construção dos grupos de indicadores; sendo passíveis de mudança e reajustes, tão necessários as mudanças constantes e complexidade dos sistemas ambientais e sociais.

Costa (2010) também propõe critérios para a definição de indicadores de sustentabilidade, estabelecendo os significados que esses devem apresentar, assim com a sua aplicação e interpretação, conforme indicado no Quadro 2.

De acordo com a autora os indicadores devem ser simples, práticos e ter uma sequência histórica. Os dados que possuem essa sequência são capazes de promover uma evolução de determinada variável, possibilitando o seu acompanhamento e comparação. A capacidade de se relacionar com outros indicadores também é de suma importância, além da capacidade de serem modelados, possibilitando sua utilização em modelos práticos.

Outra questão é quanto à sensibilidade em mostrar mudanças. Para Carvalho e Barcelos (2010) só se pode perceber mudanças nos resultados se o indicador possuir historicidade e for sensível na captação das mudanças. Os autores corroboram os critérios de Costa (2010) e de Bellagio (1996) quanto à importância de avaliar o indicador antes de utilizá-lo.

Nesse tocante, é preciso critérios bem estabelecidos para escolha dos indicadores que irão formar o grupo e/ou serem aplicados em modelagens, para que a escolha não seja equivocada ou parcial (quando se pretende beneficiar, enfatizar condições e mascarar outras) que levará a resultados e decisões também equivocadas que prejudicará as comunidades alvo do estudo (VAN BELLEN, 2005; COSTA, 2010).

**Quadro 2** Critérios para a seleção de indicadores de sustentabilidade

Quanto ao significado	Quanto á aplicabilidade deve	Quanto a interpretação deve
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ter relação com o desenvolvimento sustentável;</li> <li>• Refletir o atributo/tema/problema que se quer avaliar;</li> <li>• Medir aspectos significativos;</li> <li>• Ser específico do problema;</li> <li>• Distinguir entre causas e efeitos</li> <li>• Ter validade (revelar tradução fiel e sintética da preocupação);</li> <li>• Abranger alguns elementos essenciais (igualdade social, condições ecológicas e situação econômica);</li> <li>• Descrever vários atributos de forma condensada;</li> <li>• Ser sensível as alterações de estado ou tendências que se produzem;</li> <li>• Ter transparência e clareza (fácil de entender para que a informação a recolher seja óbvia);</li> <li>• Forçar-se em aspectos práticos e claros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ter mensurabilidade (viabilidade para efetuar a medida);</li> <li>• Ser sensível a mudanças no tempo, permitindo repetições de medições;</li> <li>• Ser reproduzido;</li> <li>• Ter objetividade;</li> <li>• Basear-se em informação de confiança;</li> <li>• Dispor de base de dados;</li> <li>• Ser fácil de medir;</li> <li>• Ser prático, simples e simplificador de informações e deve ser operacional;</li> <li>• Ter coerência no tempo e no espaço e entre diferentes elementos da população, considerando aspectos históricos e atuais de diferentes comunidades;</li> <li>• Permitir um enfoque integrado, relacionando-se com outros indicadores, permitindo analisar essas relações;</li> <li>• Permitir a modelização;</li> <li>• Adequado ao nível de escala e agregação estudado;</li> <li>• Aplicar-se a um amplo intervalo de ecossistemas e de condições socioeconômicas e culturais;</li> <li>• Baixos custos de mensuração.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ser simples de entender/interpretar;</li> <li>• Ser capaz de ser analisado (causas, consequências);</li> <li>• Ser dirigido ao usuário (útil e significativo para os seus propósitos, além de compreensível);</li> <li>• Ser consciente (deve assentar em princípios de base claros e nos objetivos que querem alcançar);</li> <li>• Ser analiticamente saudável (a metodologia de medida deve ser bem determinada e transparente);</li> <li>• Ter participação ampla e representativa de todos os segmentos envolvidos na realidade sob análise;</li> <li>• Ter capacidade institucional, responsabilizando-se pelo processo de tomada de decisão subsequente, providenciando coleta de dados e apoiando o processo de avaliação local;</li> <li>• Permitir a relação com outros indicadores, facilitando a interação entre eles;</li> <li>• Deve ter a possibilidade de comparação com critérios legais ou outros padrões/metasp existentes.</li> </ul>

Fonte: Costa (2010)

## 2.5 Modelos para mensurar a sustentabilidade hídrica

Vários modelos foram desenvolvidos com o objetivo de medir a sustentabilidade hídrica. Em recorte mais amplo, Maranhão (2007) e Magalhães Junior (2010) propõem um conjunto de indicadores para a gestão de águas no Brasil. Voltado para regiões específicas,

Luna (2007) desenvolveu um Índice de Pobreza Hídrica (IPH) para aplicação na região semiárida do nordeste brasileiro, visando identificar áreas críticas com o objetivo de desenvolver ações que minimizem os impactos da escassez na região. Buscando considerar melhor as particularidades da região, Vieira e Studart (2009) propuseram um Modelo de Sustentabilidade Hidroambiental (ISHA) para o semiárido do Estado do Ceará.

Outros estudos, no entanto, utilizam como recorte espacial uma bacia hidrográfica, considerando, assim como a PNRH, que o recorte ideal para gestão dos recursos hídricos é a bacia hidrográfica. Nessa perspectiva, Lima (2004), Laura (2004), Guimarães (2008) e Limeira et al. (2010) propõem um conjunto de indicadores para ser utilizado em bacias hidrográficas. No estudo de Guimarães (2008) é proposto um sistema de indicadores para sustentabilidade hídrica, composto por 40 indicadores divididos em 4 dimensões: social, ambiental, econômica e institucional.

Porém, reconhecendo os municípios como o nível de gestão mais apropriado para efetivação de políticas públicas e modelos de gestão mais sustentáveis e democráticos, alguns estudos – como Carvalho et al. (2011), Carvalho e Curi (2013), Carvalho (2013) e Sales (2014) – formaram grupos de indicadores com parâmetros de dados municipais, com o objetivo de alcançar uma melhor efetividade na resolução dos problemas relacionados à crise hídrica.

Em Carvalho (2013), o estudo é composto por 40 indicadores, divididos em 6 temas – Fontes de água, Demanda, Gestão da água, Gestão das cidades em relação a água, Impactos sociais, econômicos e financeiros e preservação ambiental, divididos em 20 sub-temas, voltado para os municípios do médio curso do Rio Paraíba. Com o objetivo de analisar seus dados com maior fidedignidade, o autor utiliza métodos multicriteriais e envolve um processo mais participativo (análise multidecisor), onde afere a importância dos indicadores (através da adoção de pesos), com base na opinião, via questionário, de especialistas relacionados aos recursos hídricos.

A pesquisa de Sales (2014) utiliza quatro dimensões da sustentabilidade – social, ambiental, econômica e institucional – em seu conjunto de indicadores, na formação do Índice de Sustentabilidade Hidroambiental (ISHAP). Interessante ressaltar que na pesquisa de Sales (2014) é realizado um profundo estudo para determinar os subtemas desse sistema, considerando aqueles mais recorrentes e relevantes para o contexto da sustentabilidade hídrica, com base nos modelos de Sullivan (2002), PRI (2007) do Canadá e Juwana (2012) da Indonésia. Os subtemas utilizados pelo autor são:

- Dimensão social: Renda, Educação, Saúde, Dinâmica da população e Acesso;
- Dimensão econômica: PIB e Tarifa;
- Dimensão ambiental: Controle dos resíduos sólidos e suas interfaces com recursos hídricos, Ambiente e Recurso;
- Dimensão institucional: Político-institucional.

Além disso, Sales (2014), quando propõe o ISHAP, enfatiza que a seleção dos indicadores deve decorrer de um processo participativo e que o grupo apresentado no estudo deve sofrer adaptações, dependendo das características e condições do local onde será aplicado, pois é necessário considerar as particularidades locais.

Buscando aprimorar a análise dos resultados, Pompermayer et al. (2007), Carvalho e Curi (2013) e Carvalho (2013) utilizaram análises multicriteriais, com o objetivo de auxiliar a classificação do desempenho de vários municípios, através de critérios utilizados. As análises multicriteriais utilizadas consideram as preferências dos vários usuários para conseguir uma “solução ótima”, incorporando as subjetividades da participação social, que são inerentes à gestão dos recursos hídricos.

As dimensões – social, econômica, ambiental e institucional – são utilizadas com a perspectiva de que refletem, de maneira simples ao entendimento de todos, a complexidade envolvida na busca do desenvolvimento sustentável. Os subtemas adotados têm o objetivo de organizar os indicadores utilizados em cada uma das dimensões, deixando claro o que foi introduzido no modelo. Essas características e fatores foram levados em consideração para escolha dos indicadores, hierarquização e modelagem desta pesquisa.

## **2.6 PROMETHEE: vantagens para tomada de decisão**

Considerando que a tomada de decisão em um cenário complexo, onde os dados são muitas vezes incompletos, com múltiplos critérios e vários decisores, com objetivos conflitantes entre si, busca-se encontrar um modelo que apresente um melhor desempenho ou no mínimo uma conciliação entre os decisores (PEREIRA, 2014). Os métodos multicriteriais são utilizados – em especial o PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*) – quando se pretende apoiar a decisão de forma mais fidedigna, ao decompor as alternativas em critérios e estabelecer relações que consideram as preferências dos decisores (ALMEIDA, 2009 e CARVALHO, 2013).

De acordo com Araújo e Almeida (2009), o método PROMETHEE forma uma estrutura que determina a preferência dos decisores entre pares de alternativas, para cada critério considerado, através das funções de comparação. Existem diferentes versões do método PROMETHEE (da versão I à GAIA), onde é possível utilizar variadas funções na comparação par a par, entre os critérios estabelecidos. O Quadro 3 abaixo mostra essas funções, respectivos gráficos e descrições.

**Quadro 3** Funções PROMETHEE

Função para o critério $i$	Gráfico	Parâmetros necessários	Descrição
<p><b>Tipo I: Critério Usual</b></p> $PI(x_i) = \begin{cases} 0 & \text{se } x_i = 0 \\ 1 & \text{se } x_i \neq 0 \end{cases}$		-	<p><b>TIPO I (Usual):</b> Quando o desvio <math>d(a, b)</math> entre as alternativas “<math>a</math>” e “<math>b</math>” for maior que zero, isto é, para a alternativa “<math>a</math>” o critério “<math>i</math>” assumir maior valor, a função de preferência assume valor um, neste caso a alternativa “<math>a</math>” é preferível a “<math>b</math>”. Caso contrário, a função de preferência é zero e não existe preferência absoluta da alternativa “<math>a</math>” sobre a alternativa “<math>b</math>”.</p> <p>Simbolicamente: Se <math>d(a,b) &gt; 0</math>, então <math>P(a,b) = 1</math>, caso contrário <math>P(a,b) = 0</math>.</p>
<p><b>Tipo II: Tipo U</b></p> $PII(x_i) = \begin{cases} 0 & \text{se }  x_i  \leq q_i \\ 1 & \text{se }  x_i  > q_i \end{cases}$		$q_i$	<p><b>TIPO II (U-shape):</b> O intervalo delimitado por <math>x_i \leq q_i</math>, caracteriza uma região de indiferença com relação a preferência da alternativa “<math>a</math>” sobre a alternativa “<math>b</math>”, relativo ao critério “<math>i</math>” e a função de preferência assume o valor “0”. Para desvios maiores que <math>q_i</math> a função de preferência é igual a “1” e a alternativa “<math>a</math>” tem preferência absoluta sobre a alternativa “<math>b</math>”.</p> <p>Simbolicamente: Se <math>d(a, b) &gt; q_i</math>, então <math>P(a, b) = 1</math>, caso contrário <math>P(a,b) = 0</math>.</p>
<p><b>Tipo III</b></p> $PIII(x_i) = \begin{cases}  x_i /p_i & \text{se }  x_i  \leq p_i \\ 1 & \text{se }  x_i  > p_i \end{cases}$		$p_i$	<p><b>TIPO III (Linear):</b> No intervalo compreendido entre <math>x_i \leq p_i</math>, é estabelecido um aumento linear da intensidade da preferência da alternativa “<math>a</math>” sobre a alternativa “<math>b</math>”, proporcional ao desvio de valores do critério <math>i</math>. A partir deste valor a alternativa “<math>a</math>” passa a ter preferência absoluta sobre a alternativa “<math>b</math>”.</p> <p>Usando símbolos: Se <math>d(a, b) &gt; p_i</math>, então <math>P(a, b) = 1</math>, caso contrário</p>

			$P(a,b) = (1/pi)*d(a,b).$
<p><b>Tipo IV: Tipo Escada</b></p> <p>0 se <math> xi  \leq qi</math>  <math>PVI(xi) = \frac{1}{2}</math> se <math>qi &lt;  xi  \leq pi</math>  1 se <math> xi  &gt; pi</math></p>		$qi, pi$	<p><b>TIPO IV (Nível):</b> A função 'tipo escada' assume indiferença quando o desvio <math>xi \leq qi</math>; no intervalo delimitado por <math>qi &lt; xi \leq pi</math>, a alternativa "a" tem a mesma preferência que a alternativa "b" e, a partir de <math>pi</math>, a alternativa "a" tem preferência absoluta sobre a alternativa "b".</p> <p>Usando símbolos: Se <math>d(a, b) &gt; pi</math>, então <math>P(a, b) = 1</math>,  Se <math>d(a, b) \leq qi</math>, então <math>P(a, b) = 0</math>,  Se <math>qi &lt; d(a, b) \leq pi</math>, então <math>P(a, b) = 0,5</math>.</p>
<p><b>Tipo V:</b></p> <p>0 se <math> xi  \leq qi</math>  <math>PV(xi) = ( xi -qi)/(pi-qi)</math> se <math>qi &lt;  xi  \leq pi</math>  1 se <math> xi  &gt; pi</math></p>		$qi, pi$	<p><b>TIPO V (V-shape):</b> Quando o desvio <math>d(a, b)</math> entre as alternativas "a" e "b" assumir valor maior que o parâmetro <math>pi</math>, a função de preferência assume o valor 1, isto é, a alternativa "a" é preferível à alternativa "b"; quando <math>qi &lt; d(a, b) \leq pi</math>, a intensidade da preferência da alternativa "a" aumenta linearmente sobre a alternativa "b"; e, quando <math>d(a,b)</math> for menor que o parâmetro <math>qi</math>, a alternativa não é preferível à alternativa "b".</p> <p>Usando símbolos: Se <math>d(a, b) &gt; pi</math>, então <math>P(a, b) = 1</math>,  Se <math>d(a, b) \leq qi</math>, então <math>P(a, b) = 0</math>,  Se <math>qi &lt; d(a, b) \leq pi</math>, então <math>P(a, b) = (1/(p-q))*(d(a, b)-qi)</math>.</p>
<p><b>Tipo VI: Tipo Gaussiana</b></p> <p><math>PVI(xi) = e^{-\frac{x_i^2}{2s_i^2}}</math> 1 -</p>		$si$	<p><b>TIPO VI (Gaussiana):</b> A intensidade da preferência aumenta continuamente, de forma exponencial, de 0 até 1. O parâmetro "si" indica a distância da origem até o ponto de inflexão da derivada da função.</p>

Fonte: Adaptado de Pereira (2014) e Carvalho (2013).

De acordo com Pereira (2014) a função I deve ser preferencialmente utilizada quando houver opções Sim/Não, ou quando uma opção seja preferencialmente melhor que outra. As funções II e V devem ser utilizadas quando precisar superar problemas de incertezas nas estimativas dos critérios. A função III é melhor utilizada quando os atributos representam valores monetários, que necessitam de alta precisão. A função VI é preferencialmente usada quando a diferença entre os valores dos critérios não é relevante ou quando se pretende tornar tal diferença irrelevante.

No contexto da gestão dos recursos hídricos, utilizando conceitos de sustentabilidade (que inclui variadas dimensões, em uma visão holística) e decisões democratizadas, os métodos PROMETHEE são altamente indicados. Ressalta-se ainda que o método é de fácil compreensão para os tomadores de decisão, característica essa muito importante, pois nem sempre é possível contar com apoio de especialistas capacitados para compreensão de modelos complexos, sobretudo em municípios de pequeno porte.

Pereira (2014) afirma que, ao utilizar a análise multicritério na gestão dos resíduos sólidos, incorporou a subjetividade dos decisores, permitindo que a avaliação realizada seja feita sob várias perspectivas. Carvalho (2013) utiliza também o método PROMETHEE, para análise do grupo de indicadores propostos para gestão de uma bacia hidrográfica, partindo do princípio que o método é eficiente para fornecer resultados que facilitem a gestão das bacias hidrográficas. Silva et al. (2011) afirmam que, fornecer um *ranking* de alternativas, com base na opinião de vários decisores, contribui com a efetivação da participação social.

No âmbito internacional, Mutikanga et al. (2011) utilizaram o método multicritério para tentar reduzir as perdas de água em um município de Uganda, integrando critérios de variadas dimensões e as preferências de vários decisores; ainda em 2011, Mutikanga, et al. desenvolveram uma hierarquização do planejamento do abastecimento na Jordânia; e Chung e Lee (2009) utilizaram o modelo hierárquico (*AHP- Analytic Hierarchy Process*), método multicritério baseado na matemática e psicologia que auxilia os decisores na escolha das alternativas, mas também requer uma justificativa para a opção, para estudar a água em relação a qualidade e quantidade.

Nessa perspectiva, os métodos multicritérios auxiliam a tomada de decisão de modo que incorporam os valores subjetivos dos decisores, permitindo várias avaliações, que geram cenários diferentes mediante a avaliação de cada decisor. Não obstante a hierarquização e ponderação das variáveis permite avaliar desempenho e prioridades daquelas comunidades estudadas, sendo possível adaptar as propostas de ações para aquelas necessidades específicas.

### **2.6.1 Métodos multicritérios ordinais: COPELAND**

Visando apoiar o processo de decisão os modelos multicritério ordinais auxiliam no processo junto aos decisores, em um procedimento simples que consiste em ordenar os critérios de acordo com suas preferências. Os modelos *Borda*, *Condorcet* e *Copeland* são os mais utilizados nos estudos pesquisados. O modelo de Borda o mais simples de todos,

consiste em somar os pontos de preferências atribuídos e o que obtiver a maior soma será escolhido. O método de *Condorcet* incorpora a complexidade dos problemas deveras analisados, fazendo uma comparação par a par, construindo o chamado grafo. Essa comparação gera uma independência da posição de um critério a outro (CARVALHO, 2013; PEREIRA, 2014). Por outro lado, pode gerar uma intransitividade, que ocorre quando de acordo com Pereira (2014) a alternativa A supera a B, que supera a C, que, no entanto, supera A, impedindo assim a ordenação das alternativas. Por isso o método de *Copeland* foi desenvolvido com o intuito de superar essa intransitividade. Apesar de utilizar a mesma comparação par a par, é feita uma soma das vitórias e derrotas de cada alternativa, depois feito uma subtração entre elas.

Dessa forma, sempre fornece uma classificação final, sendo por isso preferido em relação aos outros quando se quer tomar uma decisão. No contexto desta pesquisa, em que se faz necessário estabelecer um *ranking* entre municípios, o método *Copeland* satisfaz melhor os objetivos propostos.

## **2.7 RIOSS: *Riverbasin Information and Operation Support System***

O RIOSS é um software desenvolvido no âmbito da UFCG, pelo grupo de pesquisa GOTA – Grupo de Otimização Total da Água, gratuito, que tem como objetivo apoiar a tomada de decisão. Seu projeto inicial tem como foco sistemas de apoio à gestão dos recursos hídricos. Entretanto, sua interface e a possibilidade de inserção de dados não se limitam somente a esse tipo de sistemas. Dessa forma, é possível trabalhar fora desse âmbito, em outros projetos desejados.

A vantagem de utilizar o RIOSS é o armazenamento de dados variados e a possibilidade de analisá-los de diversas maneiras. É possível a criação de indicadores, índices, análise multicriterial e métodos multidecisor como *COPELAND*, *CONDORCERT*, Agregação a Priori e a Posteriori. Essas análises podem ser geradas de maneira rápida, desde que todos os dados estejam inseridos corretamente.

Depois de gerada a análise de dados, o próprio sistema permite a criação de gráficos que facilitam a visualização dos resultados. Essas facilidades são importantes, pois permitem que diferentes profissionais, não apenas aqueles pertencentes às ciências exatas, consigam trabalhar com metodologias matemáticas (no caso, as análises multicritérios e multidecisores).

A plataforma RIOSS permite, através da possibilidade de estruturação sistêmica do problema e otimização das preferências dos decisores, a obtenção de resultados mais úteis e fidedignos à tomada de decisão. A interface didática do programa, com o acompanhamento do manual e das vídeos-aulas, permite que os usuários o utilizem sem grandes dificuldades.

No caso específico deste estudo, a plataforma do RIOOS foi de suma importância para a construção dos resultados, visto haver facilitado a inclusão da complexidade na análise do grande número de dados (indicadores, decisores, atribuição de pesos, hierarquização etc.), otimizando os resultados e o tempo disponível para sua conclusão. Todos os dados relativos aos indicadores foram inseridos e hierarquizados no próprio sistema, onde posteriormente foi feita a análise multicritério e multidecisor. Os procedimentos adotados são apresentados no capítulo a seguir.

## **CAPITULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este capítulo apresenta as etapas metodológicas adotadas para a consecução dos objetivos desta pesquisa, a saber: caracterização da pesquisa, recorte geográfico, seleção das variáveis e aplicação da análise multicriterial.

### **3.1 Caracterização da pesquisa**

A dificuldade de mensuração da sustentabilidade hidroambiental requer um maior cuidado e rigor metodológico, considerando as particularidades do recorte geográfico e os devidos procedimentos, enfatizados pela literatura, quanto a escolha dos indicadores. Dessa forma, ressalta-se a importância da revisão bibliográfica realizada para a construção desse trabalho.

Nesse tocante far-se-á, a seguir, a classificação quanto a natureza, aos objetivos, os procedimentos, a abordagem do problema, quanto a coleta e análise dos dados.

Quanto à natureza esta pesquisa se configura como aplicada, visto que tem a finalidade de gerar novos conhecimentos que podem ser aplicados na prática, envolvendo interesses locais (PRODANOV; FREITAS, 2013). Desta forma, foi utilizado um grupo de indicadores que refletisse a realidade local e, através da análise multicriterial, foram considerados diferentes cenários, construídos a partir de critérios estruturados hierarquicamente, dentro de uma análise sistêmica, de maneira a permitir a avaliação de desempenhos e apoiar a tomada de decisão.

No que se refere aos objetivos, a pesquisa se caracteriza como exploratória e descritiva. É exploratória, porque gera novas informações e maior familiaridade com o tema delimitado, através da investigação, estimulando uma maior compreensão do problema estudado. Para Gil (2010), essa familiaridade com o problema torna-o mais explícito. É descritiva, pois descreve fatos e características de uma população e do fenômeno, estabelecendo relações entre as variáveis estudadas.

Os procedimentos técnicos são a forma como os dados da pesquisa foram obtidos. Neste estudo os procedimentos adotados foram o bibliográfico e documental. A pesquisa bibliográfica compreende toda a busca em livros, artigos, anais e revistas que abordassem, em especial, os temas sustentabilidade hidroambiental, indicadores de sustentabilidade e gestão dos recursos hídrico, de maneira a dar suporte ao modelo aplicado. Já a pesquisa documental

– objetivando a obtenção de dados que ainda não receberam tratamento analítico ou que podem ser remodelados de acordo com os dados da pesquisa (GIL, 2008) – foi realizada em endereços eletrônicos, relatórios e buscas em órgãos governamentais que forneceram os dados necessários à construção dos indicadores.

Quanto à abordagem do problema, a pesquisa pode ser caracterizada, simultaneamente, como quantitativa e qualitativa. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa quantitativa busca transformar todos os dados em números para analisá-los. A análise multicriterial, implementada necessita que essas informações sejam quantificáveis para que seja possível desenvolver a modelagem. Porém, a opção pelo uso também da abordagem qualitativa se deve ao fato de que é necessário interpretar e considerar a subjetividade envolvida, buscando aprofundar os significados dos resultados encontrados.

### **3.2 Etapas da pesquisa**

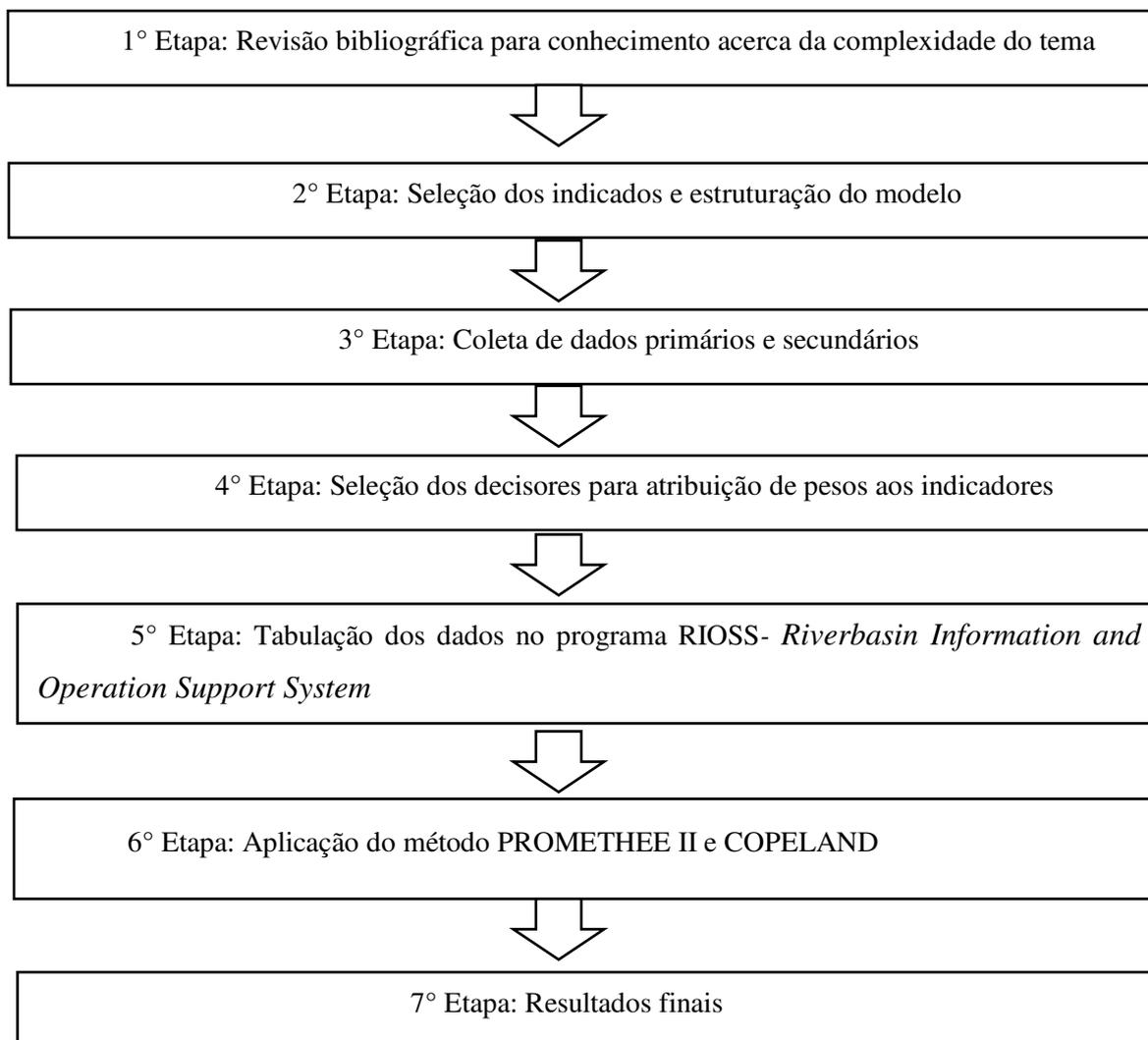
A **1ª etapa** se deu pela busca de literatura que versasse sobre os temas abordados nesta pesquisa. Nesta etapa surgiram os questionamentos e aprofundou-se o conhecimento sobre a complexidade que permeia a sustentabilidade, a gestão dos recursos naturais, com foco nos recursos hídricos, e a seleção de indicadores (neste último tema, os estudos de Carvalho (2013) e Sales (2014) foram essenciais). Ainda nesta fase, o conhecimento adquirido sobre a dificuldade de obtenção de dados e a necessidade de estudos para os municípios integrantes da Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape, permitiu a definição do recorte geográfico a ser adotado na pesquisa.

Na **2ª etapa**, a seleção dos indicadores a serem adotados foi feita, sendo levados em consideração os cuidados elencados por Costa (2010) e os princípios de Bellagio, quanto a, por exemplo: a possibilidade de obter dados; as características locais; a possibilidade de o grupo de indicadores refletir bem a realidade estudada; e o grau de relevância e consolidação de cada indicador, de acordo com a literatura especializada, nacional e internacional, consultada.

Desta forma, foram selecionados indicadores de quatro dimensões – econômica, social, ambiental e institucional –, na tentativa de estabelecer uma visão holística do problema, ao mesmo tempo em que se buscava a necessária abrangência e possibilidade de medir os problemas da crise hídrica, com toda a sua complexidade, porém de maneira simples e clara. Nessa perspectiva, aprofundou-se o conhecimento sobre o Alto Curso do Rio

Mamanguape, visando incorporar indicadores locais relevantes para o conjunto de municípios.

**Figura 1:** Etapas da pesquisa



**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Levando como base as metodologias dos estudos citados, sobretudo o de Carvalho (2013) e o de Sales (2014), foi feita uma adaptação dos indicadores, para nos municípios que compõem o Alto Curso do Rio Mamanguape. Essa adaptação foi necessária em função da limitação de dados – tanto pela inexistência do Plano Diretor da bacia, quanto pela ausência de dados em recorte municipal – e da necessidade de considerar as particularidades dos municípios.

Os quadros abaixo (4, 5, 6 e 7) mostram as dimensões selecionadas, os sub-temas utilizados e os indicadores que compõem o grupo final, assim como em quais estudos avaliados esses indicadores se fazem presentes.

**Quadro 4** indicadores selecionados presentes em estudos anteriores da dimensão social

<b>DIMENSÃO SOCIAL</b>		
<b>Subtemas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Estudos pesquisados</b>
<b>Acesso</b>	Índice de abastecimento urbano de água	Luna (2007), Guimaraes (2008), Vieira e Studart (2009), Magalhães (2010), Carvalho (2013), Carvalho e Curi (2013), Sales (2014)
	Índice de abastecimento rural de água	Luna (2007), Guimaraes (2008)
	Índice com esgotamento sanitário	Laura (2004), Guimaraes (2008), Vieira e Studart (2009), Magalhães (2010), Carvalho et al. (2011), Carvalho e Curi (2013), Sales (2014)
<b>Saúde</b>	Mortalidade Infantil	Luna (2007), Guimaraes (2008), Vieira e Studart (2009), Carvalho et al. (2011), Sales (2014), Carvalho e Curi (2013)
	Taxa de hospitalização por diarreia	Luna (2007), Carvalho (2013), Sales (2014)
	Taxa de hospitalização por doenças infecciosas e parasitárias	Luna (2007)
<b>Renda</b>	IDH-M	Carvalho et. al (2011), Carvalho (2013), Carvalho e Curi (2013)
<b>População</b>	Densidade populacional total	Pompermayer et al. (2007), Maranhão (2007), Guimaraes (2008), Vieira e Studart (2009), Magalhães (2010), Carvalho et al. (2011), Carvalho et al. (2011), Carvalho e Curi (2013), Sales (2014)
	Taxa de fecundidade	Martins e Candido (2008), Silva (2008), Sales (2014)
<b>Educação</b>	IDEB	Carvalho (2013)

Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Quadro 5** indicadores selecionados presentes em estudos anteriores da dimensão econômica

<b>DIMENSÃO ECONÔMICA</b>		
<b>Subtemas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Estudos pesquisados</b>
<b>Renda</b>	Pessoas de baixa renda (1/2 SM)	Laura (2004), Sales (2014)
<b>PIB</b>	PIB indústria	Guimaraes (2008), Silva (2008), Martins e Candido (2008), Sales (2014)
	PIB Agropecuária	Guimaraes (2008), Sales (2014)
	PIB Serviços	Guimaraes (2008), Sales (2014)
<b>Tarifa</b>	Tarifa de água	Martins e Candido (2008), Silva (2008), Carvalho e Curi (2013), Sales (2014)
<b>Despesas</b>	Despesa total com saúde, per capita	Carvalho et al. (2011), Carvalho (2013), Carvalho e Curi (2013)
	Despesas com gestão ambiental, per capita	Laura (2004), Carvalho (2013)

Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Quadro 6** indicadores selecionados presentes em estudos anteriores da dimensão ambiental

DIMENSÃO AMBIENTAL		
Subtemas	Indicadores	Estudos pesquisados
Ambiente	Aridez	Vieira e Studart (2009), Carvalho (2013)
	Precipitação média anual	Carvalho et al. (2011), Carvalho e Curi (2013)
Eficiência do sistema	Perdas no abastecimento	Carvalho (2013), Carvalho e Curi (2013), Sales (2014)
Demanda	Demanda de água urbana	Laura (2004), Pompermayer et al. (2007), Magalhães (2010), Sales (2014)
Qualidade da água do sistema	Turbidez total fora do padrão	Laura (2004), Pompermayer et al. (2007), Carvalho et al. (2011), Carvalho e Curi (2013)
	Coliformes totais fora do padrão	Guimaraes (2008), Carvalho et al. (2011), Carvalho e Curi (2013), Sales (2014)
	Cloro residual fora do padrão	Carvalho et al. (2011), Carvalho e Curi (2013)
Potencial de contaminação	Domicílios atendidos com coleta de lixo	Laura (2004), Luna (2007), Vieira e Studart (2009), Carvalho et al. (2011), Carvalho (2013), Carvalho e Curi (2013), Sales (2014)
	Índice de esgoto tratado	Laura (2004), Pompermayer et al. (2007), Magalhães (2010), Sales (2014)

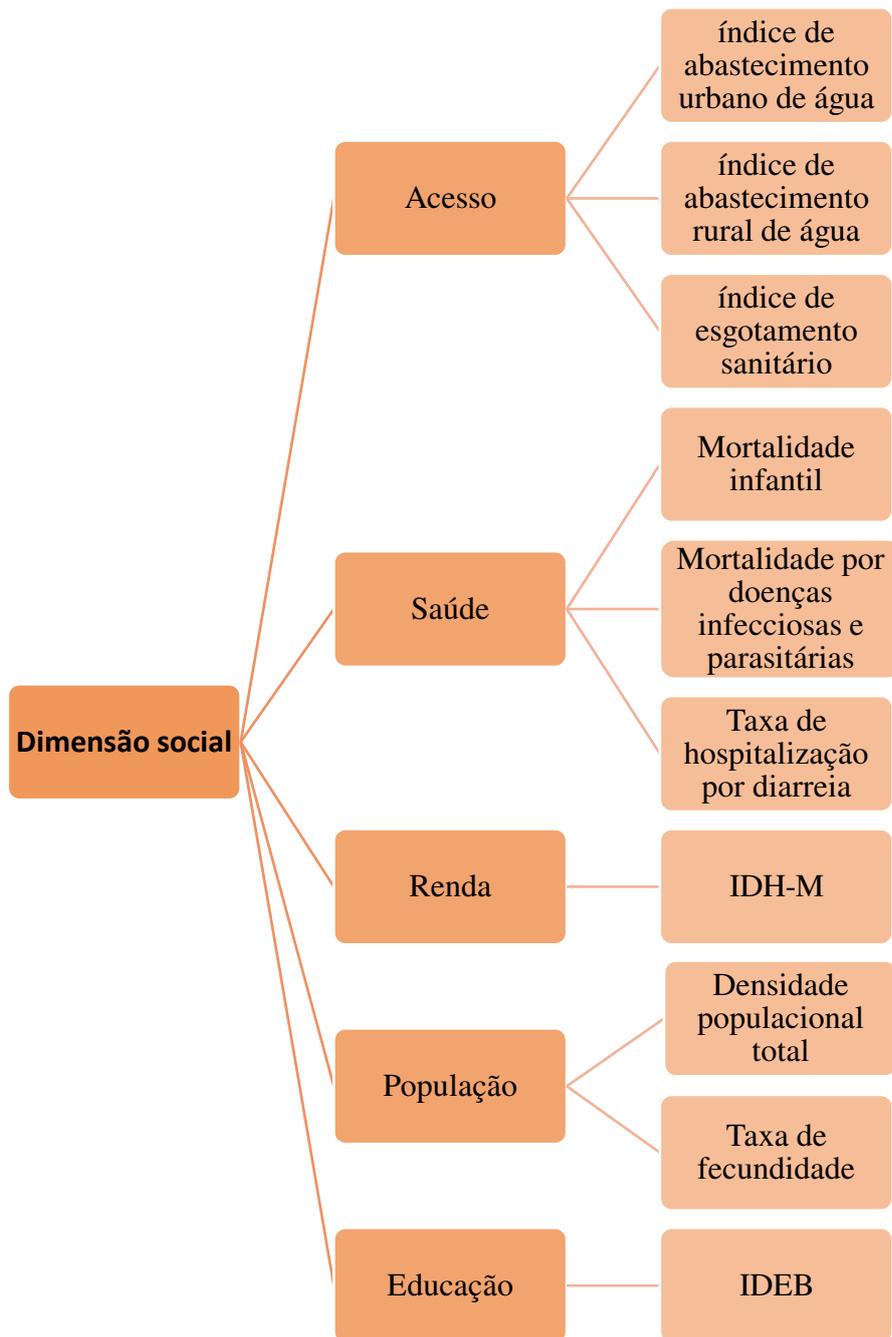
Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Quadro 7** indicadores selecionados presentes em estudos anteriores da dimensão institucional

DIMENSÃO INSTITUCIONAL		
Subtemas	Indicadores	Estudos pesquisados
Político-institucional	Participação no comitê de bacias hidrográficas	Laura (2004), Guimaraes (2008), Carvalho et.al. (2011), Carvalho (2013), Sales (2014)
	Índice de capacidade institucional	Laura. (2004, Sales (2014)
	Eficiência pública	Sugestão dos decisores

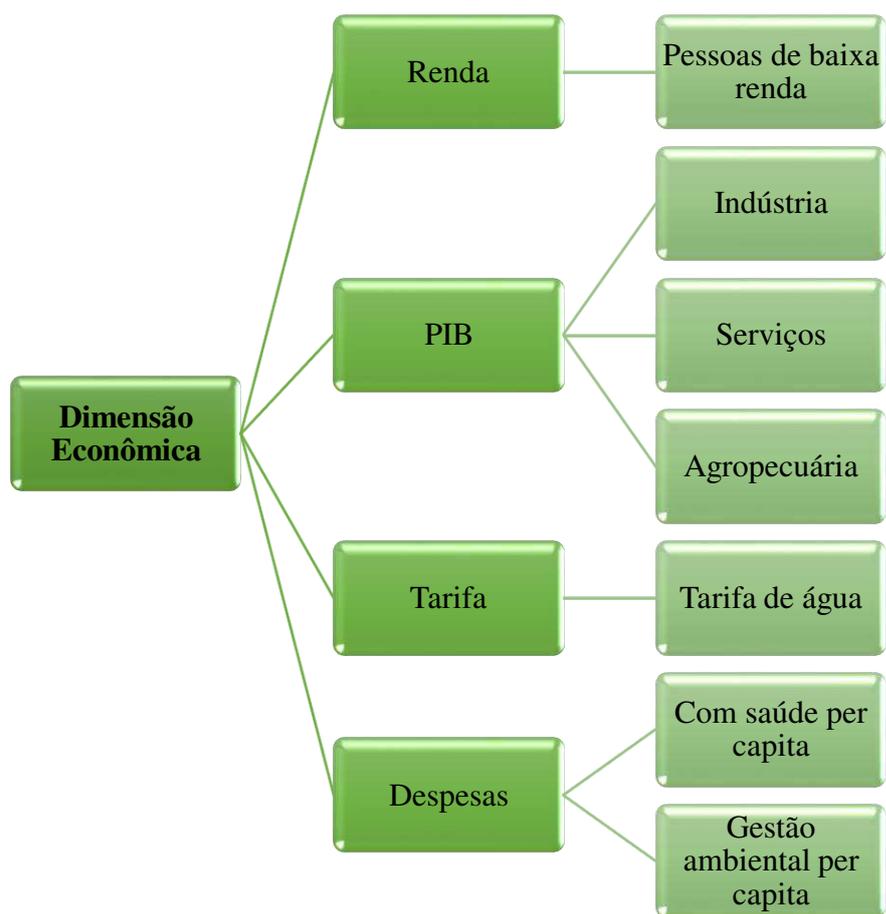
Fonte: Elaboração própria, 2018.

Posteriormente, a escolha dos indicadores foi feita a hierarquização em dimensões e sub-dimensões. A hierarquização proposta está demonstrado nas figuras 2, 3, 4 e 5 abaixo.



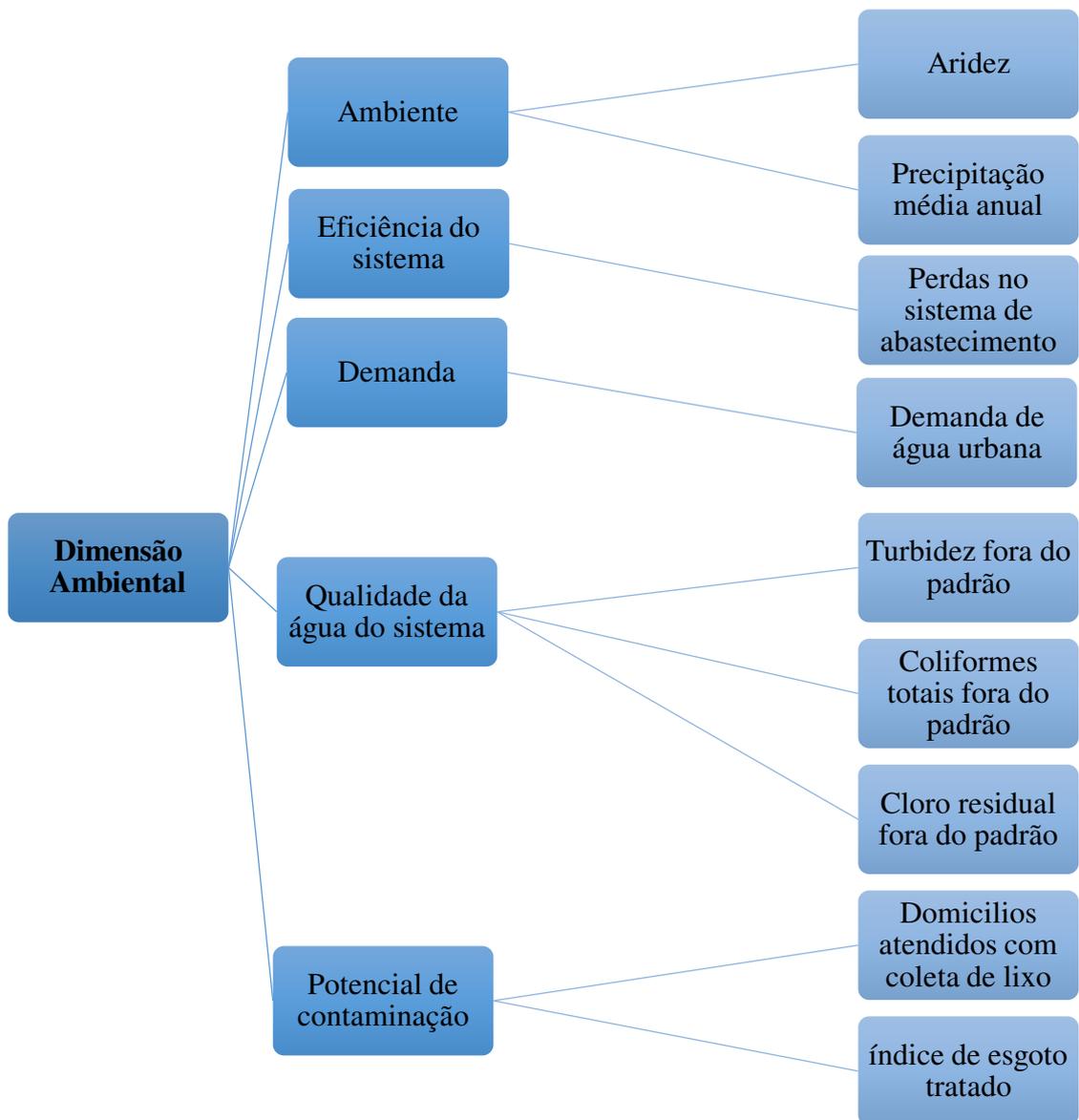
Fonte: Elaboração própria, 2018

**Figura 2** Hierarquia da Dimensão social



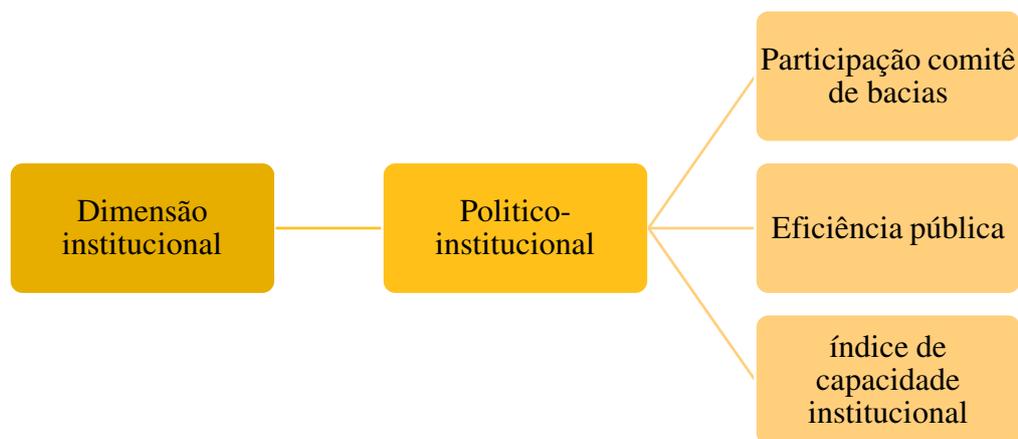
Fonte: Elaboração própria, 2018

**Figura 3** Hierarquia da dimensão econômica



Fonte: Elaboração própria, 2018

**Figura 4** Hierarquia da dimensão ambiental



Fonte: Elaboração própria, 2018

**Figura 5** Hierarquia da dimensão institucional

A **3º etapa** se deu quase que em tempo concomitante à etapa anterior. Isso porque como exposto, para que se possa utilizar determinado indicador, faz-se necessário que existam dados disponíveis, dentro do recorte que o estudo propõe. Nessa perspectiva, assim que era selecionado um grupo de indicadores, era realizada uma pesquisa para verificar a disponibilidade dos dados demandados. Quando os dados eram encontrados, eram tabulados em planilhas do *Excel 2007*.

Na **etapa 4º** foram convidados especialistas em recursos hídricos, chamados de decisores para atribuir pesos as dimensões, sub-dimensões e aos indicadores selecionados, bem como sugerir novos indicadores. Foram convidados professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UFCG, do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da UFCG, e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (das áreas de concentração de saneamento ambiental e recursos hídricos) da UFPB.

Considerando a importância da dimensão institucional, foram também convidados a participar da pesquisa: (a) os membros do Comitê das Bacias do Litoral Norte, responsável pela gestão da bacia do Rio Mamanguape; (b) os membros do Projeto Rio Mamanguape, devido aos anos de atuação na referida bacia; e (c) os secretários ou membros das Secretarias de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Obras ou Assistência Social dos municípios estudados, considerando que essas pessoas estão diretamente ligadas à tomada de decisão, à resolução de problemas e à implementação de ações nos seus respectivos municípios. A vinculação e quantidade de respostas, de cada grupo de participantes está demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1** Resposta dos decisores

Vinculação dos respondentes	Quantidade de respostas	Percentual
Professores ligados as áreas de sustentabilidade, recursos hídricos, ambiental.	10	66,66%
Prefeituras dos municípios em estudo	3	20%
Projeto Rio Mamanguape	1	6,67%
Comitê de Bacias Litoral Norte	1	6,67%
Total	15	100%

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

De acordo com o exposto na Tabela 1 pode-se perceber que majoritariamente as respostas foram obtidas do grupo de professores e especialistas, seguido pelos respondentes dos municípios. O perfil de cada um dos decisores é demonstrado no Quadro 8.

**Quadro 8** Perfil dos decisores

Decisores	Vinculação	Titulação	Área de maior titulação
Decisor I	UEPB	Doutorado	Sustentabilidade e Marketing
Decisor II	UFPB	Doutorado	Engenharia Química
Decisor III	Comitê de Bacia	Mestrado	Recursos Hídricos
Decisor IV	UFCG	Não informado	Ciências contábeis
Decisor V	Prefeitura	Mestrado	Geotecnia Ambiental
Decisor VI	UEPB	Especialização	Direito
Decisor VII	UFRN	Doutorado	Geotecnia
Decisor VIII	UFCG	Doutorado	Recursos hídricos
Decisor IX	UFPB	Doutorado	Saneamento ambiental
Decisor X	UEPB	Especialização	Educação ambiental
Decisor XI	UFCG	Doutorado	Planejamento urbano regional
Decisor XII	UFCG	Doutorado	Administração
Decisor XIII	Projeto Rio Mamanguape	Doutorado	Recursos Hídricos
Decisor XIV	Prefeitura	Não informado	Não informado
Decisor XV	Prefeitura	Graduação	Administração

**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Foi utilizado questionário on-line, criado pelo *Google Docs*, onde era apenas solicitada a escolaridade e a instituição a que estava vinculado cada convidado, sem identificação pessoal. Posteriormente, era solicitado que avaliassem, segundo suas preferências e opiniões, o grau de importância de cada dimensão, sub-dimensão e indicador. Apesar do empenho dos respondentes com os questionários, tem-se, como fator limitador desse tipo de instrumento de pesquisa, o baixo índice de respostas obtidas, que nesse estudo atingiu 30%. No entanto,

considerando o curto prazo para desenvolvimento do trabalho e a falta de representatividade dos municípios junto ao comitê de bacia, o questionário mostrou-se um instrumento viável.

Na **etapa 5<sup>a</sup>** foi feito o cadastro das dimensões, sub-dimensões e indicadores com seus correspondentes valores e dos pesos atribuídos pelos decisores, no programa RIOSS. A interface do RIOSS permitiu a hierarquização e análise dos dados.

A **etapa 6<sup>a</sup>** foi realizada a análise multicriterial PROMETHEE II, método escolhido em detrimento dos demais por diminuir a subjetividade encontrada, dando assim maior fidedignidade ao modelo e o Método *COPELAND* (por ser multidecisor e apresentar um ranking final), na interface do programa RIOSS, que possibilitou a construção dos cenários e análise dos resultados.

Na **etapa 7<sup>a</sup>** são apresentados os resultados obtidos no processamento dos dados no programa RIOSS. Os resultados são aqueles provenientes dos cenários de sustentabilidade hidroambiental, advindos da análise multicriterial escolhida sob a ótica de cada decisor e por fim, o *ranking* final dos municípios.

### 3.3 Recorte Geográfico

O recorte geográfico do estudo é a bacia do rio Mamanguape, uma das bacias mais importantes do Estado da Paraíba, com extensão de 3.522,69 km<sup>2</sup> e abrangendo 30 municípios. Situa-se no extremo leste da Paraíba, sob as latitudes 6°, 36' 49" e 7° 11' 08" sul e entre as longitudes 34° 54' 42" e 35° 57' 51" a oeste de Greenwich, fazendo limite com as bacias dos Rios Curimataú, Camaratuba, Paraíba e Miriri. Seu principal rio é o Mamanguape, de regime intermitente.

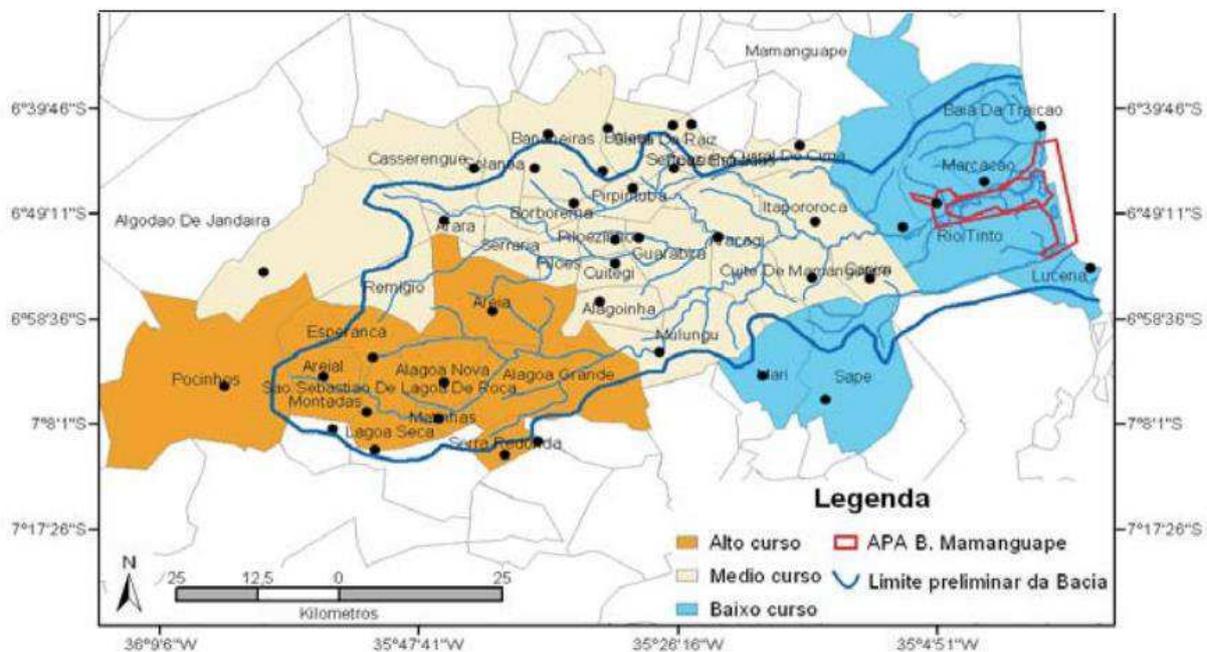
A bacia é dividida em função do Alto Curso, Médio Curso e Baixo Curso do rio principal. Essa divisão, de acordo com Barbosa (2006), se deve não apenas às características de relevo e clima, mas também deriva de aspectos socioeconômicos, como tipos de ocupação e atividades desenvolvidas.

Segundo a classificação de *Koepen* o clima da bacia é caracterizado como do tipo Aw'i, úmido com chuvas de outono e inverno. A evaporação média varia entre 1.500 a 2.500 mm, com valores mais altos entre outubro e janeiro. As precipitações variam entre 800 e 1.200mm, aumentando do interior para o litoral. A umidade do ar varia de 80% a 85%. Quanto à vegetação, há predominância da Floresta Atlântica e ecossistemas de restingas, cerrados e manguezais, com relevos que não ultrapassam os 200 metros de altitude.

Na região do Alto Curso (adotada como área de estudo desta pesquisa) é onde se localiza a nascente do rio Mamanguape, situada na divisa de Pocinhos, Montadas e Areal, conhecida como “Lagoa Salgada”. O Alto Curso envolve 11 municípios: Alagoa Grande, Alagoa Nova, Areal, Areia, Esperança, Matinhas, Montadas, São Sebastião de Lagoa de Roça, Lagoa Seca, Serra Redonda e Pocinhos.

Devido ao extremo uso dos recursos naturais da região, com métodos de exploração não sustentáveis, é desenvolvido, há dez anos, o Projeto Rio Mamanguape, que busca recuperar as nascentes e o leito do rio, além de desenvolver trabalhos com as populações da região para preservação e manutenção de atividades sustentáveis. Avaliar esse quadro se coloca, então, de suma importância, pois é preciso mensurar a interferência de ações que promovem a sustentabilidade, em uma região que tem suas atividades econômicas ligadas diretamente aos recursos naturais e onde as degradações desses recursos levam, necessariamente, a problemas graves de ordem econômica e social.

A Figura 6 abaixo mostra o mapa da bacia do Rio Mamanguape e em destaque o alto curso com os municípios abrangidos.



Fonte: Agência Nacional das águas, 2001

**Figura 6** Mapa da bacia do Rio Mamanguape

Conhecer os aspectos históricos de ocupação e das atividades desenvolvidas na região contribuirá com o desenvolvimento desse estudo, pois, de acordo com Santos (2002), o

espaço é criado e modificado através da técnica, que é a principal forma de relação homem versus natureza, pelos instrumentos e meios sociais. Pelo desenvolvimento da técnica e com o avanço tecnológico, o homem transformou a natureza, moldando-a as suas necessidades (SANTOS, 2004).

De acordo com Botelho e Silva (2004) essas ações antrópicas interferem e modificam os fatores naturais, como relevo, solos, clima e vegetação, de acordo com o comportamento e as atividades desenvolvidas na região. Mediante o conhecimento desse quadro é possível perceber e entender melhor os problemas e a realidade da localidade a ser estudada, o que irá contribuir para a escolha dos indicadores.

De acordo com os estudos desenvolvidos a hidrografia contribuiu de forma significativa para a produção do espaço nordestino. Isso porque, de acordo com Moreira e Targino (1997), os rios foram responsáveis pela colonização do interior do Nordeste, conhecido como “povoamento de ribeira” onde se estabeleceram as primeiras atividades da região, ligadas a agricultura e a pecuária. Com o alto curso da bacia do rio Mamanguape não foi diferente, as atividades estavam e ainda estão, em sua maioria, ligadas diretamente ao rio.

As principais atividades desenvolvidas no Alto Curso do rio Mamanguape revelam enorme dependência em relação aos mananciais. Nos municípios de Alagoa Grande, Areia e Alagoa Nova há predomínio das atividades de agricultura de subsistência e do cultivo da bananeira. No trecho de Alagoa Nova percebe-se, segundo estudo desenvolvido por Costa e Mariano Neto (2009), uma ocupação do leito do rio que tem causado um grave assoreamento. Além disso, o município produz cana-de-açúcar, tendo instalado um engenho para fabricação de cachaça.

Outro uso dado ao rio, nessa região, é a extração de argila para produção de tijolos. Segundo dados do trabalho de Silva (2012), essa atividade, do ponto de vista econômico, é de muita importância para as famílias ali residentes; entretanto, é realizada sem qualquer noção de manejo, o que tem poluído rapidamente o recurso e causado modificações na morfologia do leito do rio.

No trecho do rio que corta a cidade de Matinhas, a vegetação nativa foi retirada, para dar espaço à produção agrícola de frutas e à criação de gado. No município de Lagoa Seca, os cultivos são voltados para a produção de hortaliças, realizada por pequenos agricultores familiares, e um dos principais problemas se refere à retirada da mata ciliar.

Nos municípios de Areal e Montadas, o entorno da nascente do rio Mamanguape é totalmente ocupado por atividades agrícolas, que aproveitam o escoamento gerado pela água da chuva e a umidade decorrente da sua infiltração no solo (SILVA, 2012).

Segundo dados da COOPACNE (2014), o assoreamento do leito do rio e a devastação da mata ciliar têm comprometido as nascentes do rio Mamanguape. Além disso, a falta de preocupação com um manejo mais sustentável dos recursos e a falta de percepção que leve à preservação são fatores que agravam os problemas citados, comprometendo, seriamente, o abastecimento das populações e as atividades econômicas desenvolvidas. Revela-se, portanto, a necessidade de uma melhor gestão dos recursos hídricos disponíveis no Alto Curso do rio Mamanguape.

### **3.4 Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental**

Os vinte e nove indicadores de sustentabilidade hidroambiental, que compõem o modelo aplicado aos municípios da região do Alto Curso do Rio Mamanguape, estão apresentados no Quadro 9, onde estão divididos em 10 (Dimensão Social), 7 (Dimensão Econômica), 9 (Dimensão Ambiental) e 3 (Dimensão Institucional), sendo detalhadas a sua descrição, justificativa, tipo de relação (a relação é positiva quando o aumento do valor do indicador contribui no aumento da sustentabilidade, por outro lado a relação é negativa quando o aumento do valor do indicador prejudica o desempenho da sustentabilidade), fonte de dados e forma de cálculo.

Devido à dificuldade de encontrar dados atualizados e em recorte municipal, houve necessidade de utilizar os dados disponíveis; é por isso que os anos relativos aos dados dos indicadores variam de uma para outro. Muitos são censitários, ou seja, com dados relativos ao último censo oficial de 2010; outros possuem atualização periódica, em menor espaço de tempo, e foram utilizados, dependendo da validade dos dados elaborados e da disponibilidade para os municípios estudados. Dessa forma, foram utilizados os dados disponíveis, em recorte municipal e de fonte segura.

No plano ideal, seria adequada a utilização em um recorte temporal, o mais ajustado e atualizado possível; no entanto, essa é uma limitação na utilização de grupos de indicadores, a qual, apesar de prejudicar um pouco as correlações e comparações estabelecidas, é um caminho possível para se trabalhar com esses grupos de indicadores tão necessários à gestão dos recursos hídricos e à medição da sustentabilidade.

**Quadro 9** Indicadores de sustentabilidade hidroambiental

<b>Tema</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Justificativa</b>	<b>Tipo de relação</b>	<b>Fonte dos dados</b>	<b>Cálculo</b>
<b>DIMENSÃO SOCIAL</b>						
Acesso	Índice de abastecimento urbano de água	Percentual da população atendida pelo serviço de abastecimento de água	Analisar as variações quanto a cobertura, podendo identificar situações de risco a saúde (devido, por exemplo, ao uso de mananciais impróprios para uso) Além de mapear desigualdades socioeconômica entre as populações dos municípios.	Positiva	SNIS, 2015	Percentual da população que tem acesso ao serviço de abastecimento de água.
	Índice de abastecimento rural de água	Percentual da população rural atendida por cisternas, abastecimentos singelos ou tanques de pedra.	Mediante a dificuldade de abastecimento na zona rural, esses instrumentos são uma alternativa importante para obtenção de água de qualidade. Estando também relacionado a questões socioeconômicas.	Positiva	Projeto Rio Mamanguape, 2014 e Programa 1 milhão de cisternas, 2017	Percentual da população rural que faz uso desses meios de abastecimento de água.
	Índice com esgotamento sanitário	Domicílios particulares atendidos com esgotamento sanitário no município	A falta de esgotamento sanitário traz prejuízos à saúde humana, pois contribui com a proliferação de inúmeras doenças, além de causar danos ao meio ambiente, (pela poluição dos mananciais, por exemplo) e prejudicar aspectos socioeconômicos.	Positiva	IBGE, 2010	Percentual de domicílios particulares atendidos pelo serviço em razão do total de domicílios particulares

Saúde	Mortalidade Infantil	Indica o número de mortes infantis a cada 1000 nascidos vivos	Esse indicador é de suma importância para o Ministério da Saúde pois, contribui na avaliação dos níveis de saúde e de desenvolvimento socioeconômico da população. Se relacionando aos indicadores de saneamento básico, no que concerne aos riscos à saúde infantil.	Negativa	DATASUS, 2014	Número de crianças nascidas vivas em um ano em razão ao número de óbitos de crianças menores de 1 ano no mesmo período.
	Taxa de hospitalização por diarreia	Internações por diarreia por mil habitantes.	Reflete a falta de saneamento básico, condições impróprias de moradia, má distribuição de renda, devido a correlação existente entre essa doença e os fatores citados.	Negativa	IBGE, 2016	Número de internações decorrentes de diarreia por mil habitantes de cada município.
	Mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias	Mortalidade decorrentes de doenças infecciosas e parasitárias	Muitas dessas doenças são decorrentes de condições inapropriadas de saneamento, moradia, falta de hábitos de higiene, baixa condição econômica sendo assim um indicador relevante para medir a sustentabilidade	Negativa	FUNCEP, 2012	As taxas de mortalidade foram calculadas para o quinquênio 2006-2010, pois, as anuais distorcem a informação devido ao fato de que esses municípios utilizam médias anuais e em alguns anos não registram óbitos.
Renda	IDH-M	Índice que avalia o desenvolvimento humano municipal utilizando três variáveis: renda, educação e longevidade.	Indicador que busca avaliar não apenas a geração da renda, mas sua aplicação, visando saber se esses valores estão sendo convertidos em melhorias no bem-estar da população.	Positiva	IBGE, 2010	Dados disponibilizados pelo IBGE, utilizando as variáveis renda, longevidade e educação.

População	Densidade populacional total	Representa a quantidade de habitantes de um determinado município por km <sup>2</sup>	A concentração de pessoas em um mesmo local requer uma melhor gestão, pois aumenta a pressão sobre os recursos naturais e serviços públicos. Dessa forma, requer condições de infraestrutura, gestão dos recursos naturais, como os recursos hídricos, para que a população não fique em situação de vulnerabilidade.	Positiva	IBGE, 2010	Dados produzidos pelo IBGE utilizando o número total de habitantes dividido pela área geográfica em Km <sup>2</sup>
	Taxa de fecundidade	Número médio de filhos nascidos vivos que uma mulher teria ao fim do seu período reprodutivo	Permite avaliar tendências da dinâmica demográfica e realizar projeções e estimativas populacionais. Imprescindível para o planejamento de políticas públicas, como por exemplo, pressão sobre os recursos naturais e serviços públicos.	Negativa	IBGE, 2010	Quociente entre os filhos tidos nascidos vivos nos últimos 12 meses entre o grupo de mulheres de 15 a 49 anos, pelo total de mulheres.
Educação	IDEB	Índice de desenvolvimento da educação que mede o fluxo e o desempenho dos alunos tendo como objetivo gerar informações para melhorar a educação do país.	O IDEB se coloca como índice importante para o desenvolvimento de políticas públicas, no tocante a educação. Compõe o modelo devido as melhorias alcançadas na educação se refletirem em uma maior conscientização ambiental e cidadania (compreensão e participação na solução dos problemas do município).	Positiva	EDU, 2015	Calculado com base no desempenho escolar e prova Brasil.
<b>DIMENSÃO ECONÔMICA</b>						

Renda	Pessoas de baixa renda (1/2 SM)	Pessoas que possuem renda domiciliar per capita de até meio salário mínimo (SM).	A redução desse índice reflete em melhorias na qualidade de vida das pessoas, em requisitos fundamentais como acesso a água de qualidade e em quantidade suficientes, assim como aos diversos serviços essenciais.	Negativa	DATASUS, 2010	Percentual de pessoas que vivem com até 1/2 salários mínimos, que são disponibilizados no DATASUS.
PIB	PIB Indústria	Participação da atividade industrial na composição do PIB municipal	A atividade industrial, através de mecanismo de produção tecnológicos é um dos responsáveis principais no crescimento da economia e uma forte geradora de emprego. Reflete na demanda de água dos municípios, por isso, seus meios de processamento devem ser otimizados.	Positiva	IBGE, 2010	Valor do PIB per capita industrial dividido pelo valor do PIB total municipal.
	PIB Agropecuária	Participação das atividades agropecuárias na composição do PIB municipal	Devido ao grande uso dos recursos hídricos, os ganhos gerados nessa atividade devem se transformar, em parte, em investimentos que maximizem a eficiência e protejam os recursos hídricos. No entanto, é importante devido a capacidade de geração de empregos e de melhores condições alimentícias para a população de baixa renda residente no campo.	Positiva	IBGE, 2010	Valor do PIB per capita agropecuário dividido pelo PIB total do município.
	PIB Serviços	Participação dos serviços na composição do PIB municipal.	Além de ser a atividade de maior representatividade, na maioria dos municípios, para aumento do PIB, a atividade de serviços causa menos impacto sobre os recursos hídricos, pois demanda uma quantidade menor de água.	Positiva	IBGE, 2010	Valor do PIB per capita de serviços dividido pelo PIB total do município.

Tarifa	Tarifa de água	Valor médio cobrado pela companhia responsável pelo abastecimento de água	A cobrança pelo uso da água é um mecanismo de gestão, prevista na PNRH, que limita e dá valor econômico ao recurso. Visa promover o uso racional.	Positiva	SNIS, 2014	Tarifa média praticada pelo município disponibilizada pelo SNIS.
Despesas	Despesas com saúde per capita	Evidencia os gastos de saúde dividido por habitante	Devido a relação estabelecida entre a falta de acesso a água em quantidade e qualidade adequados sob a saúde das populações, esse indicador reflete se os gastos e investimentos feitos nessa área estão sendo satisfatórios para atendimento, sobretudo daquelas populações que não possuem um saneamento adequado.	Positiva	SAGRES, 2016	Gastos com saúde total dividido pelo número de habitantes do município.
	Despesas com gestão ambiental per capita	Evidencia os gastos dos municípios enquadrados como de gestão ambiental	Demonstra a preocupação do município quanto a gestão dos recursos naturais e aos fatores a eles relacionados como: coleta seletiva, recuperação de matas ciliares, proteção dos mananciais, controle da qualidade da água, projetos de educação ambiental etc.	Positiva	SAGRES, 2016	Gastos disponibilizados pelos SAGRES e enquadrados como gastos para gestão ambiental.
<b>DIMENSÃO AMBIENTAL</b>						

Ambiente	Aridez	Mede o grau de aridez do município	Indicador que associado a outros fatores pode dar um melhor panorama do quadro ambiental da região, onde essas informações devem ser utilizadas nos planejamentos de gestão hídrica. Enquanto mais árida a região, maiores particularidades integram a problemática para gestão dos recursos hídricos.	Negativa	PAE, 2011	Dados disponíveis pelo PAE-PB.
	Precipitação média anual	Quantidade de chuvas média em milímetros que acontece no período de um ano no município	A quantidade média de chuvas relaciona-se a manutenção da disponibilidade dos mananciais, a capacidade de atendimento a demanda e ao risco de crise hídrica. Acompanhando esse indicador é possível fazer projeções e avaliar, dentro de um histórico, o balanço hídrico da região.	Positiva	AESA, 2016	Quantidade de chuvas médias que ocorreram em cada município no período de um ano, dado em milímetros.
Eficiência do sistema	Perdas no abastecimento	Perdas de água tratada na distribuição, seja as perdas físicas ou as econômicas. Evidenciando os problemas na rede de distribuição	As perdas de água tratada são enormes no Brasil. No contexto do Nordeste, as perdas físicas são ainda mais problemáticas devido a crise hídrica, por outro lado as perdas econômicas, geram problemas nos retornos para investimento, por exemplo.	Negativa	SNIS, 2015	Dados disponibilizados pelo SNIS, em percentual.
Demanda	Demanda de água urbana per capita	Demanda de água necessária ao atendimento dos usos da população localizada na zona urbana do município.	Conhecer as demandas é indispensável para o planejamento na gestão dos recursos hídricos. Uma baixa demanda e um alto IDH, por exemplo, indicam um uso racional e eficiente da água.	Negativa	Atlas de abastecimento brasileiro, 2017	Dado disponibilizado pelo Atlas, dados em litros por segundo
Qualidade da	Qualidade da	Análise das amostras de	A qualidade da água do sistema	Positiva	SNIS, 2010	A qualidade do

água	água do sistema	água dos sistemas de abastecimento de cada município	demonstra a adequação das amostras com os parâmetros de coliformes fecais, cloro residual e turbidez. Esses são parâmetros importantes para determinar se a água está própria para consumo.			sistema é calculado com base nas amostras relacionadas a adequação ou não dos coliformes fecais, cloro residual e turbidez.
Potencial de contaminação	Domicílios atendidos com coleta de lixo	Percentual de resíduos sólidos que são coletados de forma adequada pelos serviços de limpeza do município	A coleta de lixo adequada garante que esse resíduo não seja depositado em locais inadequados, como córregos, mananciais, matas, terrenos baldios, ou deixado nas ruas onde podem se tornar ambiente propício a vetores de várias doenças.	Positiva	DATASUS, 2010	População que possui acesso ao serviço de coleta adequado.
	Índice de esgoto tratado	Percentual do esgoto que é coletado e que passa por algum tratamento	Antes de ser lançado ao meio ambiente as práticas de tratamento dos esgotos previnem que materiais altamente poluentes sejam lançados nos mananciais. Esse tratamento garante a redução da poluição e dos prejuízos ao meio ambiente.	Positiva	SNIS, 2015	Percentual de esgoto tratado referido a água consumida.
<b>DIMENSÃO INSTITUCIONAL</b>						
Politico-institucional	Participação nos comitês de bacia	Participação nas deliberações no comitê de bacia	A participação nos comitês de bacia demonstra atives na tomada de decisão, sendo benéfico para os municípios que participam pois, podem defender expor suas necessidades relacionados aos recursos hídricos	Positiva	Comitês de bacia Hidrográfica, 2017	Participação ou não dos municípios no comitê de bacia hidrográfica. Disponibilizado nas atas CBH-LN, acesso site da AESA.

	Índice de capacidade institucional	Secretarias que tomam decisão sobre as questões municipais que envolve o meio ambiente	As secretarias municipais são de suma importância para a gestão ambiental municipal, devido a proximidade e conhecimento que tem com os problemas, necessidades e, poder de discussão e persuasão junto aos envolvidos no processo decisório. Possuindo uma melhor capacidade de estimular o engajamento das pessoas do local.	Positiva	Prefeituras, 2017	Existência ou não de secretarias exclusivas de meio ambiente.
	Eficiência pública	Execução orçamentária e independência fiscal dos municípios. Utiliza as variáveis de receita própria, receita total per capita, despesas com pessoal e investimentos considerados produtivos	Esse indicador foi selecionado devido a necessidade de saber sobre a efetividade da execução orçamentária do município. Permitindo avaliar a independência fiscal, as despesas priorizadas ou aquelas de maior volume. Assim como os investimentos realizados, incluindo os relacionados a soluções dos problemas de natureza hídrica. (FUNCEP, 2012)	Positiva	FUNCEP, 2012	Dados calculados pela FUNCEP, no diagnóstico socioeconômico do Estado da Paraíba.

Fonte: Elaboração própria, 2018

## **CAPITULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste tópico são apresentados os resultados obtidos. Na primeira parte são apresentados os valores de alguns indicadores selecionados, com o objetivo de caracterizar melhor os municípios que integram esse estudo, considerando que, conhecendo melhor os aspectos sociais, ambientais e econômicos e institucionais é possível fazer melhores inferências quanto aos resultados da análise final.

No segundo tópico são apresentados os resultados da análise multicriterial por decisor e o *ranking* final dos municípios estudados.

### **4.1 Caracterização dos municípios pertencentes ao alto curso da bacia do Rio Mamanguape**

#### **4.1.2 Aspectos sociais e demográficos**

Os municípios selecionados para este estudo possuem diversas características históricas, econômicas e sociais semelhantes, assim como frisado por Lima (2004), permitindo assim compará-los e agregá-los como alto curso da bacia do Rio Mamanguape. No que se refere a problemática estabelecida no contexto dos recursos hídricos da região, tais municípios apresentam condições também semelhantes, quanto a degradação e uso não sustentável dos recursos, que impactam diretamente nos aspectos sociais, ambientais, econômicos e institucionais da região.

Sobre os aspectos populacionais, os municípios se enquadram, de acordo com o IBGE (2010) em municípios de pequeno porte. Como demonstrado no Quadro 10.

De acordo com Rezende e Pereira (2014) um dos grandes problemas que prejudicam os municípios, em especial os de pequeno porte, se refere a falta de práticas gerenciais efetivas. Os instrumentos e medidas adotadas, são na maioria das vezes, apenas para cumprimento aos trâmites burocráticos, levando assim a uma distância sobre aquilo que está contido no aparato formal, daquilo que realmente é posto em prática

**Quadro 10:** Porte dos municípios

Porte dos municípios De acordo com dados populacionais do IBGE/2010	Número de municípios	Total de habitantes por faixa
Municípios de Pequeno Porte 1: até 20.000 habitantes	5	22.831
Município de Pequeno Porte 2: de 20.001 até 50.000 habitantes	6	157.057
Município de Médio Porte: de 50.001 até 100.000 habitantes	0	0
Município de Grande Porte: de 100.001 até 900.000 habitantes	0	0
Total	11	179.888

**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Muitos aspectos podem ser elencados para explicar o motivo pelo qual esses municípios não adotam essas práticas gerenciais, entretanto não cabe a esse estudo aprofundá-las. O que se coloca aqui é que a falta de ferramentas de gestão prejudica muito o desenvolvimento desses locais. No que cabe a gestão dos recursos hídricos, a falta de planos de saneamento, plano diretor e participação social no processo decisório, prejudicam a tomada de decisão adequada e o atendimento das necessidades da comunidade.

Quanto a população dos municípios, tem-se uma maioria urbana. Essa crescente urbanização faz o consumo de água crescer consideravelmente, além de fazer como que os sistemas, muitas vezes antigos e inadequados para atender a essa nova demanda, sofram pressão que geram perdas físicas e econômicas (MARANHÃO, 2007). Adicionalmente, o lançamento de dejetos e avanços sobre os mananciais comprometem a capacidade do ambiente de absorver essas novas cargas.

Todavia, a população rural desses municípios também enfrenta problemas quanto ao acesso aos recursos hídricos, devido à falta de infraestrutura nesses ambientes, abandono por parte dos gestores, dificuldades financeiras e estruturais para levar serviços básicos a essas regiões etc. De acordo com os dados do IBGE (2010), os índices de acesso a serviços básicos, como saneamento, apresentam grande queda nos ambientes rurais em comparação com o urbano. Na Tabela 2 é apresentado as porcentagens de população urbana e rural dos municípios estudados.

**Tabela 2** População urbana e rural

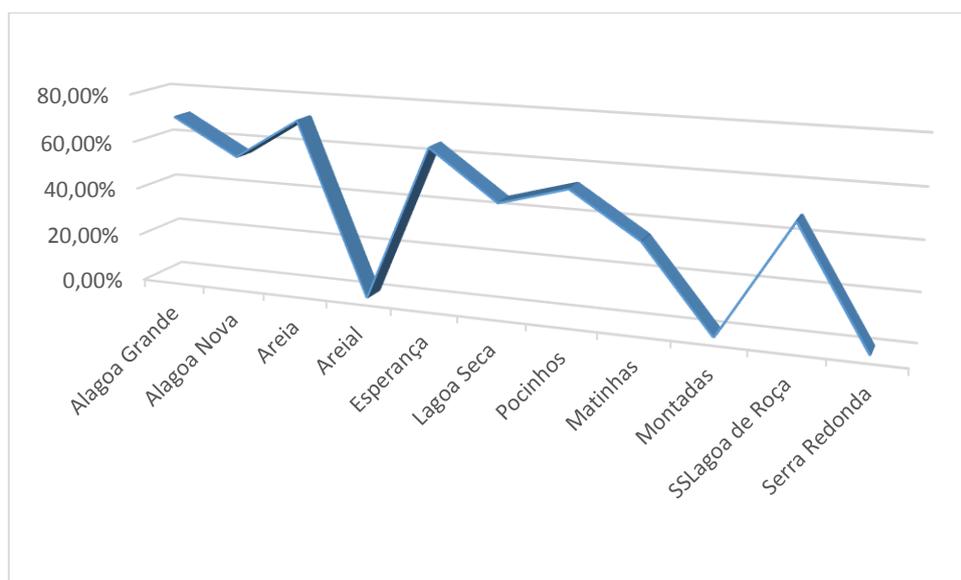
<b>Municípios</b>	<b>População Total</b>	<b>População urbana</b>	<b>%</b>	<b>População rural</b>	<b>%</b>
Alagoa Grande	28.479	17.531	61	10.948	39
Alagoa Nova	19.681	9.794	49	9.887	51
Areia	23.829	14.598	61	9.231	39
Areial	6.470	4.600	71	1.870	29
Esperança	31.095	21.631	69	9.464	31
Lagoa Seca	25.900	10.570	40	15.330	60
Matinhas	4.321	682	15	3.639	85
Montadas	4.990	3.156	63	1.834	37
Pocinhos	17.032	9.618	56	7.414	44
S. S. Lagoa de Roça	11.041	4.659	42	6.382	58
Serra Redonda	7.050	3.608	51	3.442	49

**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Os municípios de Alagoa Nova, Lagoa Seca, Matinhas e São Sebastião de Lagoa de Roça tem uma população predominantemente rural, enquanto que os demais municípios têm uma população majoritariamente urbana. Buscando averiguar se o acesso a água e esgotamento sanitário refletem os problemas elencados por Maranhão (2007) e pelo IBGE (2010) foram pesquisados e integrados ao modelo os índices de “Índice de abastecimento urbano”, “índice de abastecimento rural”, e o “índice de esgotamento sanitário”.

O Gráfico 1 abaixo mostra os resultados dos municípios quanto aos índices de abastecimento urbano. O gráfico mostra que nenhum dos municípios consegue ofertar o serviço de abastecimento urbano de água a mais de 80% da sua população, todos possuem resultados inferiores. Chama-se a atenção para o município de Matinhas que atinge um percentual menor que 20%. É importante ressaltar que os municípios de Areial, Montadas e Serra Redonda estão há mais de 5 anos sem abastecimento geral, ou seja, aquele realizado pela CAGEPA (agência responsável pelo abastecimento dos municípios).

**Gráfico 1:** Índice de abastecimento urbano de água



**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Quanto ao abastecimento rural, os municípios utilizam de instrumentos tecnológicos para atender a demanda dessa população, pois a rede geral de abastecimento não chega a esses locais. Os principais aparatos encontrados nessas regiões são as cisternas de placa e os tanques de pedra. As cisternas de placa foram implantadas nessas localidades por dois projetos principais, o “Programa 1 milhão de cisternas” e o “Projeto Rio Mamanguape”. De acordo com a COOPACNE (2014), responsável pela execução do último projeto, as cisternas são equipamentos simples, de baixo custo, que garantem não só o acesso a água, mas também a qualidade desse recurso que será utilizado pelas famílias. De acordo com a ASA, as implantações dessas cisternas garantem a permanência das famílias em seus locais, mesmo em períodos de escassez, além de possibilitar a manutenção da agricultura de subsistência realizada por essas famílias.

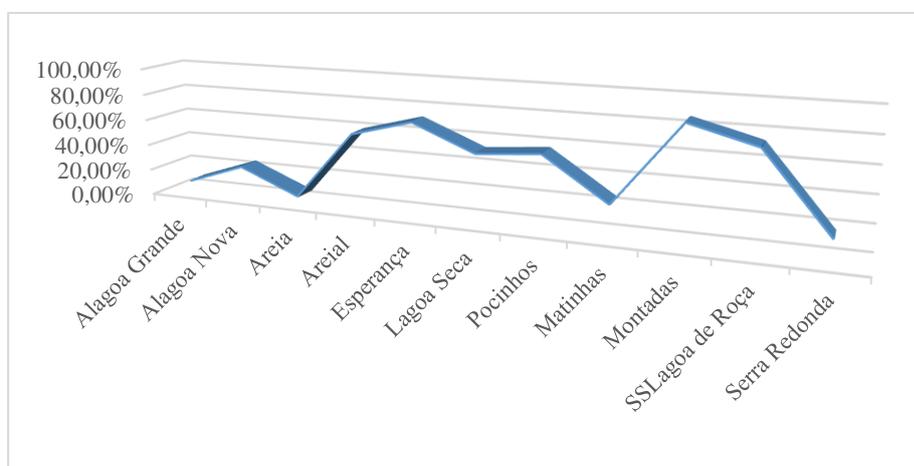
O Programa 1 milhão de cisternas ao longo dos anos, de acordo com dados da ASA, implantou mais de 77,9 mil cisternas de água para consumo humano, e 9,5 mil cisternas de água de produção, destinada para consumo animal e produção agrícola, no semiárido, o que representa acesso ao recurso, mas também garante a qualidade da água. Preocupação essa de suma importância para comunidades que na maioria das vezes utiliza mananciais impróprios para o consumo.

O projeto Rio Mamanguape, em sua Fase II, que se encerrou no ano de 2015, apostava, também, nos tanques de pedra e nos abastecimentos singelos para levar água a essas comunidades. Os tanques de pedra são espaços vazios em afloramentos rochosos que diminuem a superfície de evaporação garantindo água por mais tempo. Todavia o uso desses

tanques por parte da comunidade era feito sem o devido cuidado com a qualidade da água. Por isso o projeto investiu em reformas que visavam cercar todo o tanque impedindo a entrada de animais e outros tipos de resíduos. Foram instalados motores e chafarizes para a retirada da água, limitando o contato direto, que pudessem vir a poluir a água. A administração do tanque fica na responsabilidade da comunidade, garantindo assim acesso democrático e água em quantidade e qualidade para os beneficiários (COOPACNE, 2014).

Enquanto o programa um milhão de cisternas busca atender o semiárido, o projeto Rio Mamanguape buscava atender os municípios da Bacia do Rio Mamanguape. A união desses dois projetos, trouxe grande êxito para a região e ainda mais para os municípios que receberam equipamentos dos dois programas, como pode ser visto no Gráfico 2.

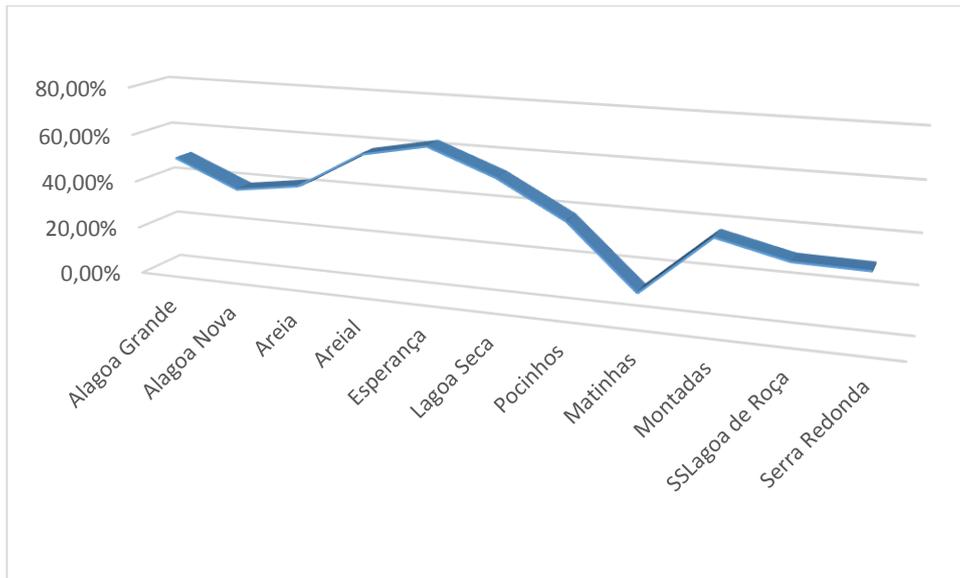
**Gráfico 2:** índice de abastecimento rural de água



**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Os municípios com menor abastecimento na zona rural, Alagoa Grande, Areia e Serra Redonda não foram contemplados pelas obras do Projeto Rio Mamanguape. Os demais foram contemplados pelos dois programas, apresentando índices mais satisfatórios, que, apesar de ainda precisarem ser melhorados, mostram que os equipamentos alternativos instalados representam uma boa solução para essas comunidades.

**Gráfico 3:** índice de esgotamento sanitário



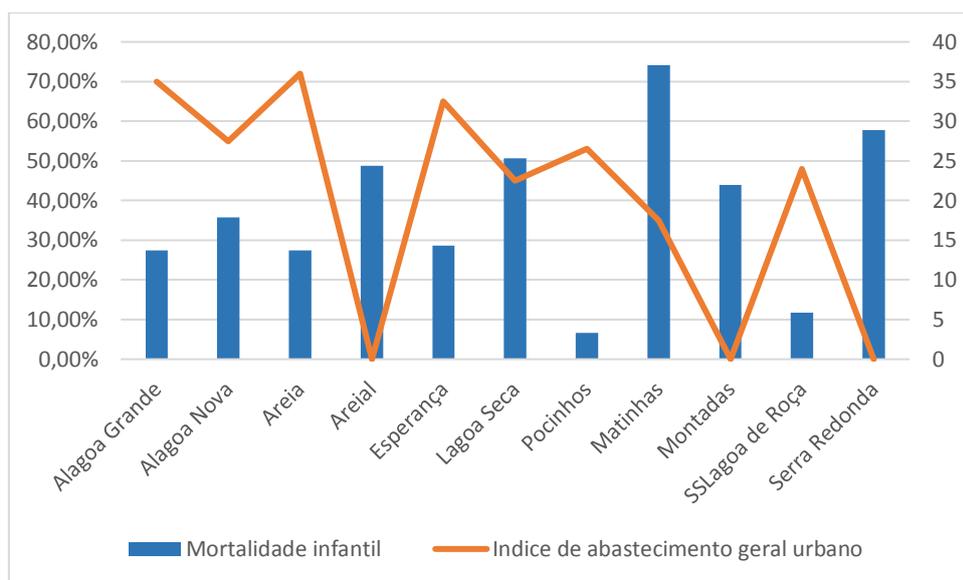
**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Os índices de esgotamento sanitário (Gráfico 3), por outro lado, ainda são bem precários, na maioria dos municípios. Os municípios com populações predominantemente rurais, como Matinhas, apresentam os piores índices. No entanto, os municípios de populações urbanas ainda estão distantes de alcançar resultados satisfatórios. O maior percentual encontrado ficou com Esperança, que alcança 62,70% da população com serviço de esgotamento sanitário.

Os municípios estudados baseiam seu esgotamento em fossas sépticas ou rudimentares (alguns com rede geral), que são unidades primárias que não possuem o tratamento completo e específico de uma estação de tratamento de esgoto. Considerando que, de acordo com o relatório da ONU e da UNICEF *Progress on drinking water, sanitation and hygiene* divulgado em 2017, quase 30% da população no Brasil não possui esgotamento sanitário, sendo as áreas rurais ainda mais desprivilegiadas, os municípios da bacia do Rio Mamanguape seguem essas estatísticas, estando próximo ao percentual ou em piores condições.

Relacionado aos aspectos sociais é preciso considerar os indicadores de saúde. A mortalidade infantil é um dos indicadores considerados pela OMS como primordial, para avaliar a assistência à saúde, políticas relativas a educação e saneamento básico. Essa relação pode ser comprovada no Gráfico 4.

**Gráfico 4:** Mortalidade Infantil x índice de abastecimento urbano de água



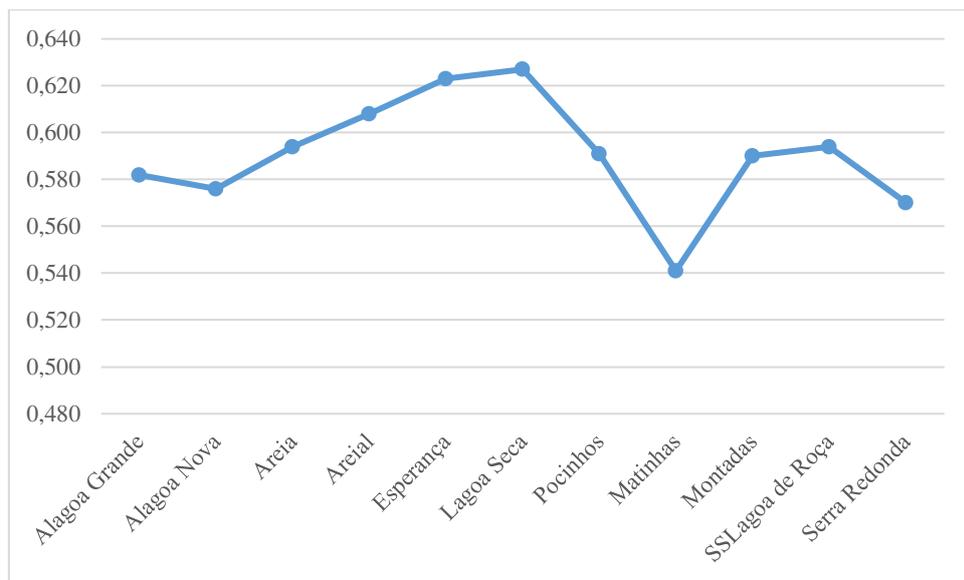
**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Fazendo uma comparação entre a mortalidade infantil versus os índices relativos ao abastecimento de água urbana, pode-se perceber que os municípios de Matinhas e Serra Redonda, que possuem o maior índice de mortalidade infantil, são, também, os municípios com menor índices de abastecimento urbano, assim como possuem os menores índice de esgotamento sanitário. Como demonstrado no Gráfico 4 onde o abastecimento de água cresce, os índices de mortalidade infantil decaem, como em Alagoa Grande, Areia, Esperança, São Sebastião de Lagoa de Roça e Pocinhos. De acordo com dados da Agenda 2020, a cada 1 real investido em saneamento básico se economiza 4 reais em atendimento médico hospitalar, dado esse que corrobora com a relação entre as variáveis

É preciso salientar que todos os municípios estão acima da média nacional (1,72) para mortalidade infantil e que os aspectos relacionados ao saneamento precisam ser incorporados, por meio de políticas públicas, à agenda de gestão dos governos no intuito de melhorá-los.

Ainda buscando uma melhor percepção das características sociais desses municípios, optou-se por utilizar como indicador o IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal), que contém as variáveis relativas a longevidade, educação e renda. De acordo com PNUD esse índice ajusta o IDH para a realidade municipal. De 0 a 0,499 o índice é considerado muito baixo, de 0,500 a 0,599 é classificado como baixo, de 0,600 a 0,699 médio; de 0,700 a 0,799 é alto e 0,800 a 1 classificado como muito alto. No Gráfico 5 é mostrado o IDH-M dos municípios estudados.

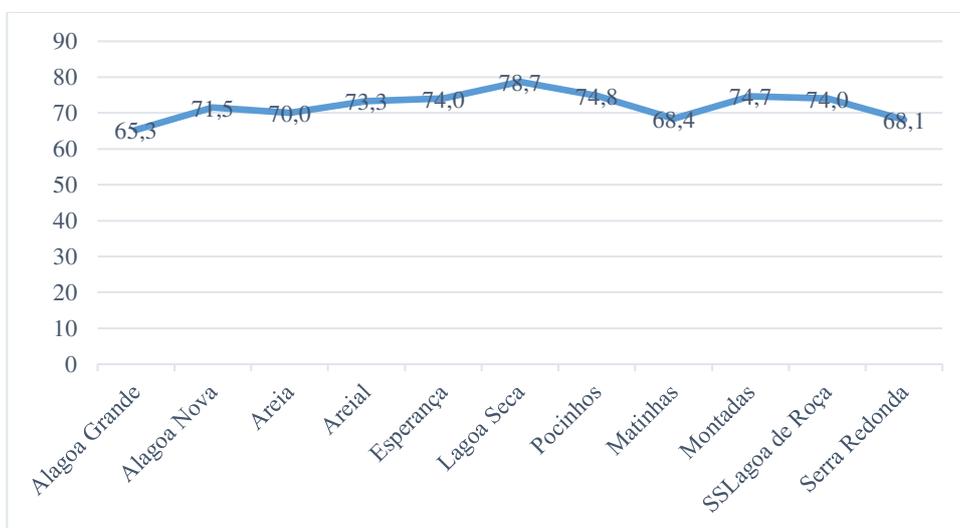
**Gráfico 5: IDH-M**



**Fonte:** Elaboração própria, 2018

De acordo com os níveis de classificação do PNUD apenas Areial, Esperança e Lagoa Seca têm IDH-M classificados na faixa de médio, enquanto que os demais são classificados como baixo. De acordo com Almeida (2017), um dos principais fatores que fazem esses municípios paraibanos obterem IDH-M baixos é a variável educação. Nessa perspectiva o Gráfico 6 mostra o nível de alfabetização das pessoas desses municípios.

**Gráfico 6: Taxa de Alfabetização**



**Fonte:** Elaboração própria, 2018

A taxa de alfabetização dos municípios não chega, de acordo com os dados expostos em nenhum dos municípios a 80%, apresentando sempre percentuais mais baixos, comprovando que na composição do IDH-M se faz necessário fazer maiores investimentos em educação. Os indicadores ligados a educação são importantes, pois estão associados a percepção e conhecimentos de preservação ambiental, de zelo a saúde, planejamento familiar e porcentagem de pessoas de baixa renda (SALES, 2014). Desta forma, a elevada taxa de analfabetismo apresentada pelos municípios estudados impactam diretamente e negativamente nesses indicadores, alertando para a importância da educação dentro da sustentabilidade.

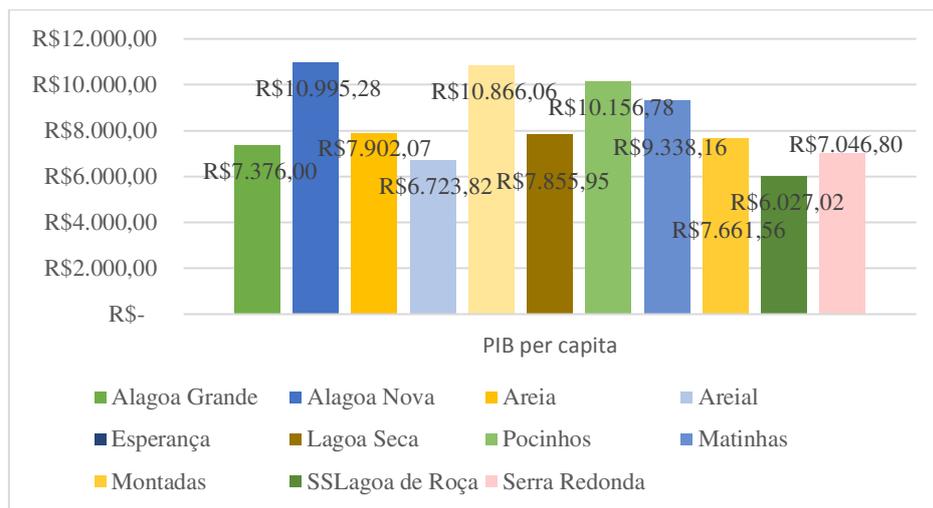
Dentro do panorama da dimensão social podem ser visualizados diversos fatores que contribuem com baixa sustentabilidade social nesses municípios. Os baixos índices de desenvolvimento humano, de saneamento adequado e alfabetização dão um panorama dos fatores que os impedem de traçar um caminho em busca da sustentabilidade.

#### **4.1.3 Aspectos econômicos**

Os aspectos econômicos são de relevância fundamental na composição do modelo, pois mostram a capacidade dos municípios em gerar renda, probabilidade de investimentos em obras de infraestrutura, melhoramento dos serviços prestados etc. Além de que, quando as questões econômicas não apresentam resultados satisfatórios, acabam por penalizar as outras esferas, social e institucional, devido a inter-relação já mencionada entre as variáveis.

Dentre as variáveis a serem observadas o PIB (Produto Interno Bruto), que é o somatório de todos os bens e serviços produzidos pelos municípios, mostra a capacidade do município de produzir bens e serviços diversos, possibilitando avaliar o município economicamente. O Gráfico 7 mostra esses valores.

**Gráfico 7: PIB per capita**



**Fonte:** Elaboração própria, 2018

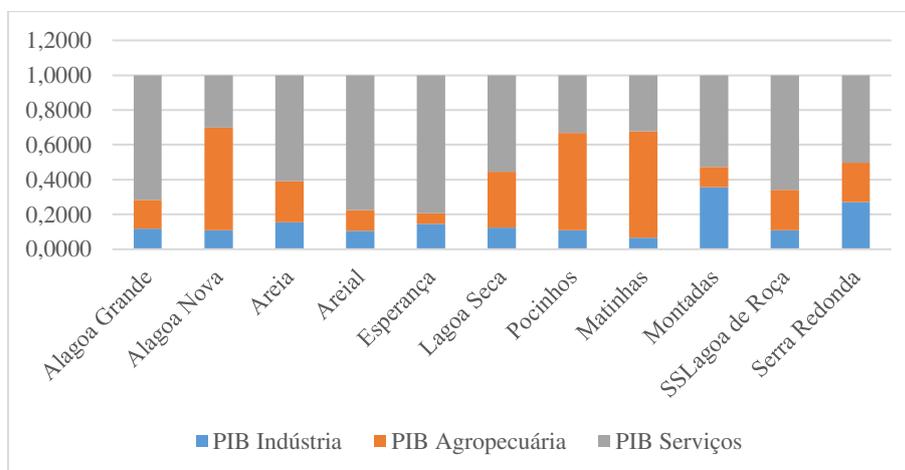
De acordo com o Diagnóstico Socioeconômico do Estado da Paraíba (2012), os valores dos PIB per capita de muitos municípios da Paraíba são inferiores a própria média estabelecida pelo estado (R\$ 8. 481,14), ressaltando que essa média paraibana é muito inferior ao nível nacional (R\$ 19.561,41). Dos resultados demonstrados no Gráfico 7, apenas Alagoa Nova, Esperança, Pocinhos e Matinhas ultrapassam a meta do estado, porém ainda ficam muito distantes dos valores nacionais. Chama-se a atenção para o município de Matinhas, que se coloca entre os primeiros PIBs do recorte estudado, entretanto, como visto anteriormente, apresenta dados bastante precários na dimensão social, demonstrando assim as limitações de utilizar tal índice de maneira isolada e evidenciando que crescimento econômico nem sempre é revertido em qualidade de vida.

O Gráfico 8 mostra como se dá a composição do PIB desses municípios. Pode-se perceber a predominância dos serviços na geração de renda dos municípios e a fraca contribuição das indústrias na constituição do PIB, caracterizando-se como uma região pouco industrializada. A agropecuária possui forte relevância para os municípios de Alagoa Grande, Matinhas e Pocinhos, sendo a atividade que mais contribui para formação do PIB desses municípios.

Essas atividades causam impactos diretos nos recursos hídricos da região. Sobretudo as atividades agropecuárias que demandam maior quantidade de água, dessa forma a utilização do recurso nessas atividades precisam ser muito eficientes e as ações bem planejadas, para que não causem graves problemas quanto a demanda de água, como também não gerarem grandes impactos aos demais recursos naturais e humanos presentes na área. As

atividades industriais também são responsáveis por altos consumos de água, porém são as atividades de menor representatividade na região.

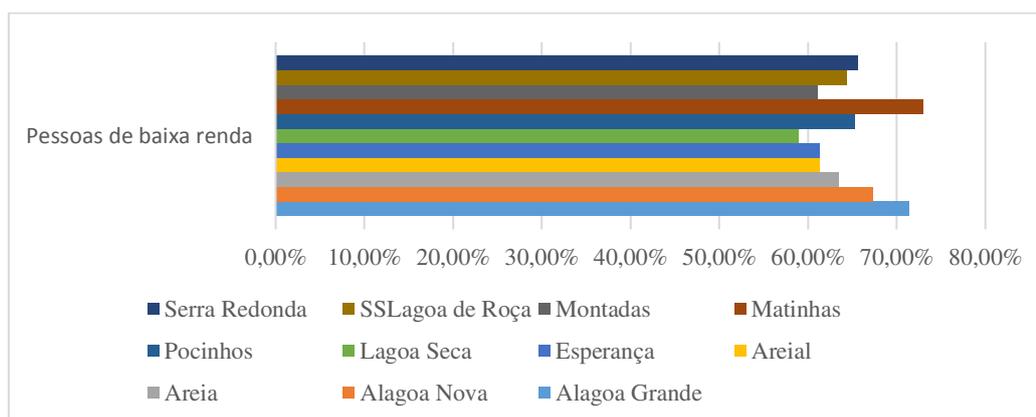
**Gráfico 8:** Composição do PIB dos municípios



Fonte: Elaboração própria, 2018

Outro dado que reflete a relação entre crescimento econômico e desenvolvimento dos municípios é o percentual de pessoas de baixa renda. Os dados pesquisados nesse estudo mostram que o percentual de pessoas que vivem nessas condições é muito elevado. Esse alto percentual de pessoas de baixa renda cria uma série de dificuldades, como falta de acesso a serviços de saneamento, pois na maioria das vezes essas populações vivem em áreas periféricas; uso insustentável dos recursos disponíveis, que causam danos ambientais, mas também a saúde dessas populações considerando o uso inadequado dos mananciais; disposição de lixo em áreas impróprias; baixa escolarização; etc. O Gráfico 9 evidencia esses resultados.

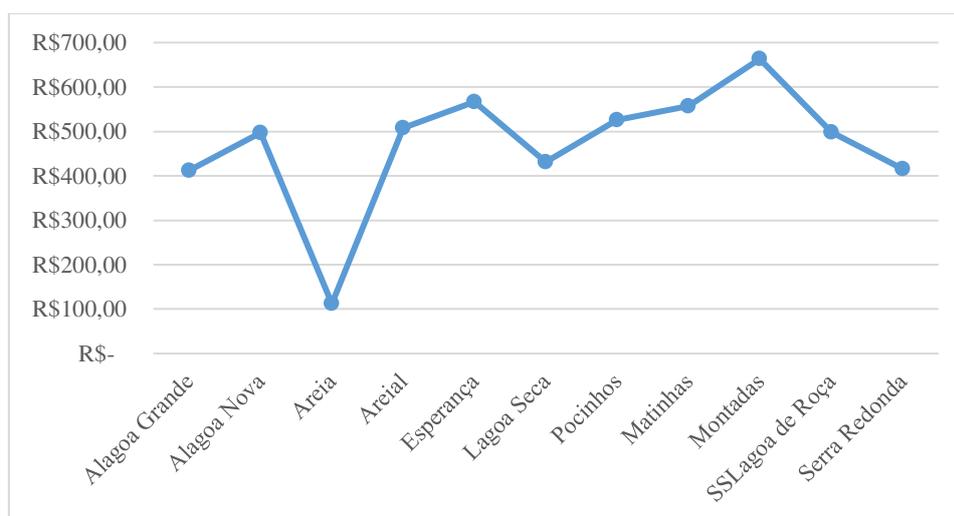
**Gráfico 9:** Pessoas de baixa renda



Fonte: Elaboração própria, 2018

Considerando, em todos os municípios estudados, que o percentual de pessoas de baixa renda, que são aquelas que vivem com até meio salário mínimo, é sempre maior que 50%, então os serviços prestados nessas regiões deveriam ser de qualidade, pois as pessoas são dependentes dos mesmos, inclusive pela falta de recursos financeiros. Porém, não é isso que os resultados até aqui elencados têm mostrado. O que se vê são precariedades no acesso ao saneamento básico, educação e saúde e limitações quanto a capacidade de desenvolvimento destas regiões.

**Gráfico 10:** Despesas com saúde *per capita*



**Fonte:** Elaboração própria, 2018

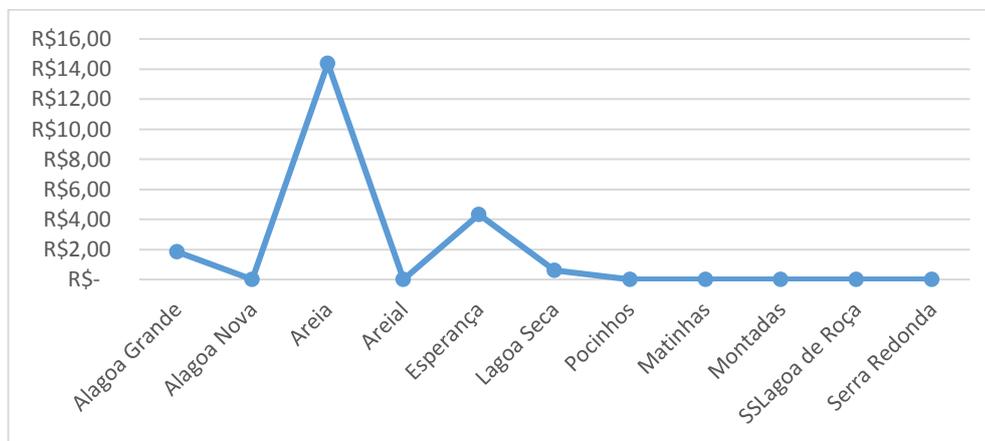
No que se refere as despesas com saúde per capita os gastos estão na média nacional, entretanto, a OMS (2015) ressalta que a média brasileira é muito defasada em relação a países desenvolvidos, como a Suíça que chega a gastar 5,9 mil/ano por habitante. Os resultados são apresentados no Gráfico 10.

Os investimentos em saúde pública são importantes para garantir a qualidade de vida das pessoas e para resolver, com maior eficiência, problemas com doenças que venham a atingir essas populações, sobretudo aquelas de baixa renda, que estão em áreas de riscos e mais suscetíveis aos impactos ambientais. Sobretudo aquelas de veiculação hídrica e a mortalidade infantil que atingem com maior severidade as comunidades em ambientes insalubres, com uso de água de má qualidade.

No que se refere as despesas com gestão ambiental os municípios do alto curso da bacia do rio Mamanguape possuem resultados bastante heterogêneos. Apenas quatro

municípios apresentaram despesas enquadradas em gestão ambiental, que foram Alagoa Grande, Areia, Esperança e Lagoa seca. Resultados são apresentados no Gráfico 11.

**Gráfico 11:** Despesas com gestão ambiental *per capita*



**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Considerando que Pocinhos, Matinhas e Alagoa Nova têm a maior parte do seu PIB advindo de atividades agropecuárias, pode-se inferir, a partir desse resultado, que medidas mitigadoras ou compensatórias não estão sendo desenvolvidas. Essa falta de preocupação com o meio ambiente contribui para a elevação da degradação da região do alto curso do Rio Mamanguape, no que se refere a exploração agropecuária. Os resultados da dimensão ambiental contribuíram para essa inferência.

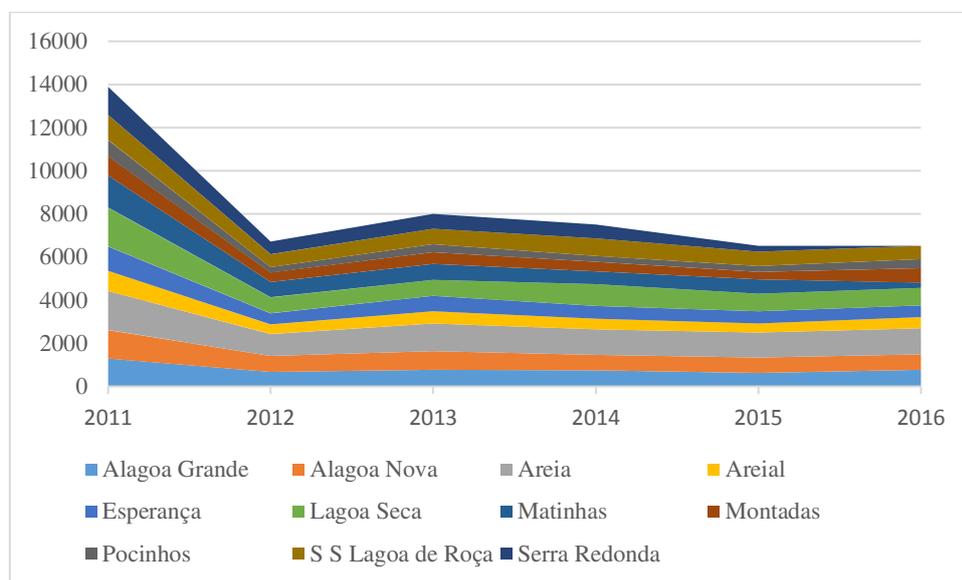
#### **4.1.4 Aspectos Ambientais**

A dimensão ambiental da sustentabilidade é bastante relevante devido a intensa relação das atividades desenvolvidas nesses municípios estarem direta ou indiretamente ligadas aos recursos hídricos. Além disso, a falta de preocupação da população e dos órgãos gestores mostram um quadro de degradação do ambiente e dos recursos disponíveis, assim como as características naturais, com períodos de seca natural que geram escassez.

Dessa forma, a proposta é avaliar esses indicadores ambientais dentro do contexto da sustentabilidade no intuito de fazer com que os decisores compreendam que esses aspectos, os ambientais, não podem mais ser menosprezados, pois integram e interferem nas políticas a serem desenvolvidas, na qualidade de vida da população, impactam os aspectos econômicos e, consequentemente, na eficiência institucional.

A escassez hídrica da região pode ser abordada sob duas perspectivas: a natural (relacionado a baixa precipitação, evapotranspiração e períodos de seca) e as decorrentes de ações antrópicas (poluição, desmatamento, uso insustentável dos mananciais, potencial de contaminação e etc).

**Gráfico 12:** Precipitação média anual



**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

O primeiro indicador citado é a taxa média de precipitação, que na maioria dos municípios estudados não é tão baixa (alguns não estão dentro do recorte do semiárido), porém nos últimos anos, devido à seca, que é considerada pelo PERH (1997) como de classificação plurianual (porque durou mais de cinco anos), tem apresentado taxas médias de precipitação menores. No Gráfico 12 pode-se observar o histórico de médias de 2011 á 2016. Pode-se perceber que a partir do ano de 2011 as taxas médias de precipitação anual começaram a decair.

Esse período causou o colapso de muitos mananciais responsáveis pelo abastecimento dos municípios. A PERH (1997) já destacou que, as secas serão cada vez mais recorrentes e cada vez mais agravadas devido ao crescimento demográfico e pelo aumento da demanda hídrica. Por isso seria de suma importância investir em manutenção, ampliação e em novos mananciais, além claro, de promover uma conscientização junto à população para o uso dos recursos hídricos de forma mais eficiente e sobre a importância de preservar os recursos naturais. Porém, de acordo com os dados disponibilizados pelo Atlas de abastecimento da ANA (2015), esse não é o quadro. Dos reservatórios avaliados poucos apresentam segurança

para o abastecimento em períodos de seca, apesar da PERH (1997) afirmar que “os reservatórios superficiais construídos deveriam atender ao requisito de sustentabilidade da oferta, qualquer que fosse o evento hidroclimatológico ocorrente”.

A Tabela 3 mostra o impacto desse evento no volume dos mananciais da bacia do Rio Mamanguape.

**Tabela 3:** Capacidade dos Mananciais

Manancial	Município	Capacidade máxima (m <sup>3</sup> )	Volume Atual (m <sup>3</sup> )	% do volume
Epitácio Pessoa	Boqueirão	411.686.287	33.204.929,72	8,07
Açude Vaca Brava I e II	Areia	3.783.556	532.500	14,07
Açude Covão	Areial	672.260	0	0
Açude São Sebastião	São Sebastião de Lagoa de Roça	453.075	78.640	17,36
Açude Chupadouro	Serra Redonda	634.620	263.326,80	41,49
Emidío	Montadas	461.151	112,50	0,02
Camará	Alagoa Nova	26.581.614	552.805,22	2,08
Manguape	São Sebastião de Lagoa de Roça	655.375	5.409,28	0,83
Pitombeira	Alagoa Grande	2.955.820	2.967.788	100,40
Saulo Maia	Areia	9.833.615	7.845.906,32	79,79
Total		157.717.373	45.372.777,84	264,11,

\*Valores de agosto de 2017

**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Pela Tabela 3 pode-se observar a capacidade máxima dos principais mananciais que abastecem a região, assim como o seu volume atual (de acordo com medições feitas pela AESA em agosto de 2017) e o percentual representativo desta capacidade. O açude Epitácio Pessoa, responsável por abastecer 4 dos 11 municípios estudados, tem um percentual de volume armazenado de aproximadamente 8% de sua capacidade total, o açude Vaca Brava, responsável pelo abastecimento de Esperança, apresenta o percentual de 14% da sua capacidade total; o Açude Covão, responsável por 100% do abastecimento de Areial, se encontra seco; o açude Sebastião, responsável pelo abastecimento de São Sebastião de Lagoa de Roça, também está com menos de 20% de sua capacidade.

Apenas os reservatórios de Chupadouro, Pitombeira e Saulo Maia estão em situações mais favoráveis. Por outro lado, os açudes Emidío (responsável pelo abastecimento de Montadas), Camará e Manguape se encontram em situação muito crítica. A barragem de Camará, que rompeu em 2005, é considerada, após sua nova reconstrução, uma obra que

melhorará muito os problemas da crise hídrica. Todavia, os baixos níveis de chuva na região e a finalização de obras das adutoras, que levarão água para os municípios beneficiados, adiam o uso do manancial.

Pelos dados do Quadro 11 quanto a situação de abastecimento dos mananciais, dos 11 mananciais, 5 precisam de ampliação ou de um novo manancial para abastecer a população. Além disso, boa parte dos sistemas são isolados, ou seja, caso algum manancial, devido a inúmeros fatores, venha a ter seu volume reduzido ou chegue a secar completamente, como em períodos de longa seca, os municípios por eles abastecidos ficam em risco hídrico, pois, não se tem como fornecer água de outros mananciais, devido à falta de integração entre esses sistemas.

É importante salientar que as estratégias de gestão devem ser pensadas a longo prazo, considerando momentos de anormalidade, assim como pensar fatores sociais (densidade populacional, urbanização etc) e econômicos (crescimento da demanda em diversos setores) que impactam e são impactados na gestão dos recursos hídricos. É só dentro dessa visão integrada, com planejamento adequado que os gestores podem assegurar formas de convivência com eventos críticos, em especial, para a região nordeste a seca.

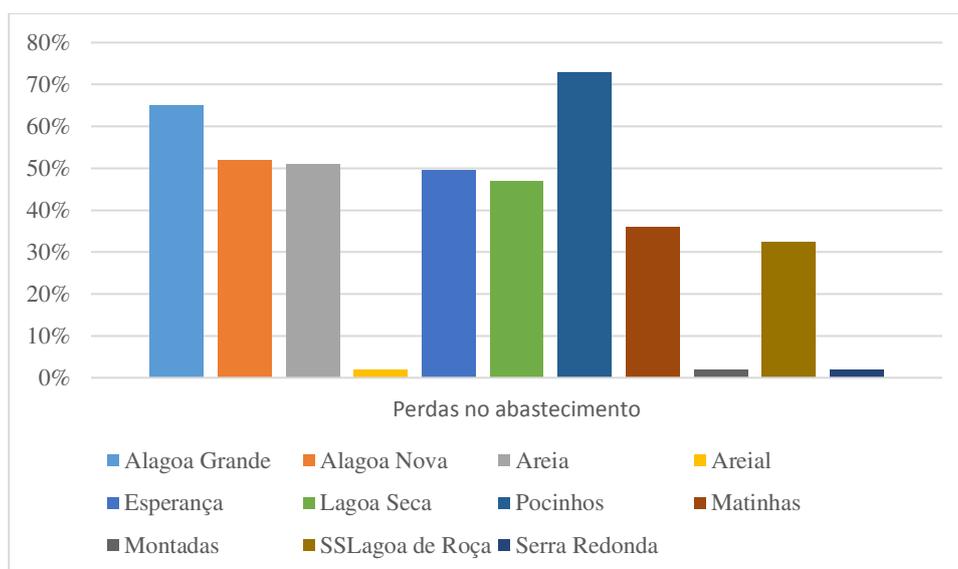
**Quadro 11:** Situação dos mananciais

<b>Município</b>	<b>Manancial</b>	<b>Tipo de manancial</b>	<b>Demanda urbana (2015)</b>	<b>Abastecimento (2015)</b>	<b>Sistema</b>
Alagoa Grande	Barragem do quinze, Barragem serra grande	Superficial ou misto	23 l/s	Requer novo manancial	Isolado
Alagoa Nova	Açude Boqueirão	Superficial	32 l/s	Abastecimento satisfatório	Integrado
Areia	Barragem Mazagão Riacho do Canto	Superficial ou misto	43 l/s	Abastecimento satisfatório	Isolado
Areial	Açude Covão	Superficial ou misto	10 l/s	Requer ampliação	Isolado
Esperança	Açude Vaca Brava I e II	Superficial	56 l/s	Abastecimento satisfatório	Integrado
Lagoa Seca	Açude Boqueirão	Superficial	32 l/s	Abastecimento satisfatório	Integrado
Pocinhos	Açude Boqueirão	Superficial	26 l/s	Abastecimento satisfatório	Integrado
Matinhas	Açude Boqueirão	Superficial	3 l/s	Abastecimento satisfatório	Integrado
Montadas	Barragem do Emídio	Superficial ou misto	6 l/s	Requer novo manancial	Isolado
S. S. Lagoa de Roça	Açude São Sebastião	Superficial ou misto	12 l/s	Requer novo manancial	Isolado
Serra Redonda	Açude Chupadouro	Superficial ou misto	10 l/s	Requer ampliação	Isolado

**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Os problemas nos sistemas de abastecimento é um fator também importante para entendimento das dificuldades hídricas enfrentadas por esses municípios. Considerando que a região possui secas em círculos regulares, baixa precipitação, uma grande densidade populacional, baixo desenvolvimento humano e econômico, etc., os sistemas de abastecimento, que levam essas águas as casas, deveriam contar com máximo de eficiência possível. Porém, como demonstrado no Gráfico 13, as perdas físicas e econômicas são enormes.

**Gráfico 13:** Perdas no sistema de abastecimento



**Fonte:** Elaboração própria, 2018

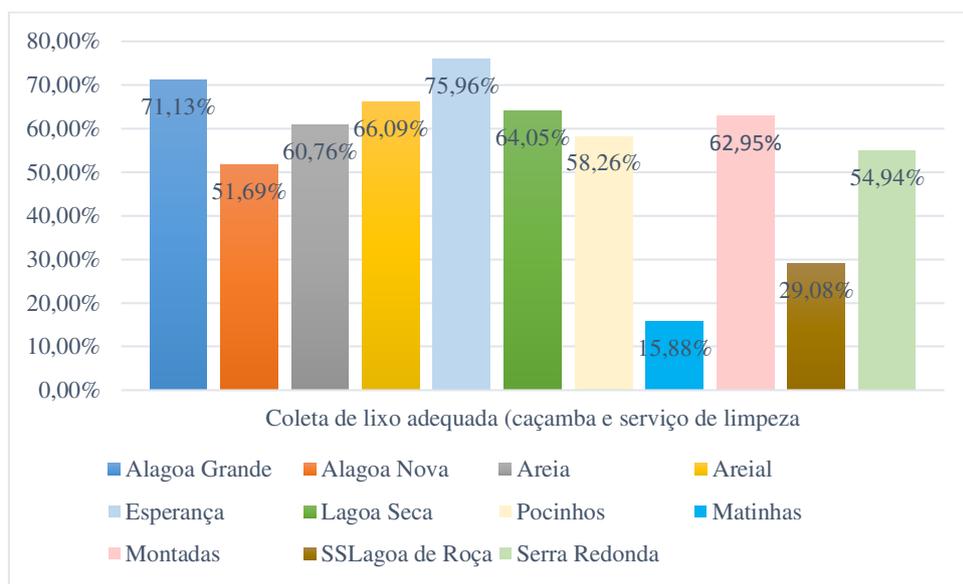
Os valores relativos a perdas hídricas no abastecimento de todos os municípios, que possuem abastecimento, são muito grandes. A título de comparação, em países como Alemanha e Japão esse índice não supera 11%, de acordo com o *The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities* (IBNET, 2011). Ressalta-se que os municípios de Areal, Montadas e Serra Redonda são abastecido prioritariamente por caminhão pipa, sendo os valores de perdas no abastecimento estimados com base no estudo de Cerqueira et al. (2017).

É importante ressaltar que essas perdas podem ser de ordem física ou econômica. De acordo com dados do relatório *Perdas de Água: Desafios ao Avanço do Saneamento Básico e à Escassez Hídrica*, que utiliza dados do SNIS – ano de referência 2014, mostram que as perdas na distribuição estão em 37% e que as perdas financeiras totais estão em 39% no

Brasil. Esses litros desperdiçados ou de água não faturada, segundo o próprio SNIS é equivalente a: 6,5 vezes a capacidade do Sistema Cantareira (1 bilhão de m<sup>3</sup>); ou 7.154 piscinas olímpicas perdidas ao dia; ou 17,8 milhões de caixas de água de 1.000 litros perdidas por dia.

Com relação a coleta adequada de resíduos sólidos os dados encontrados estão expressos no Gráfico 14.

**Gráfico 14: Coleta de lixo**



**Fonte:** Elaboração própria, 2018

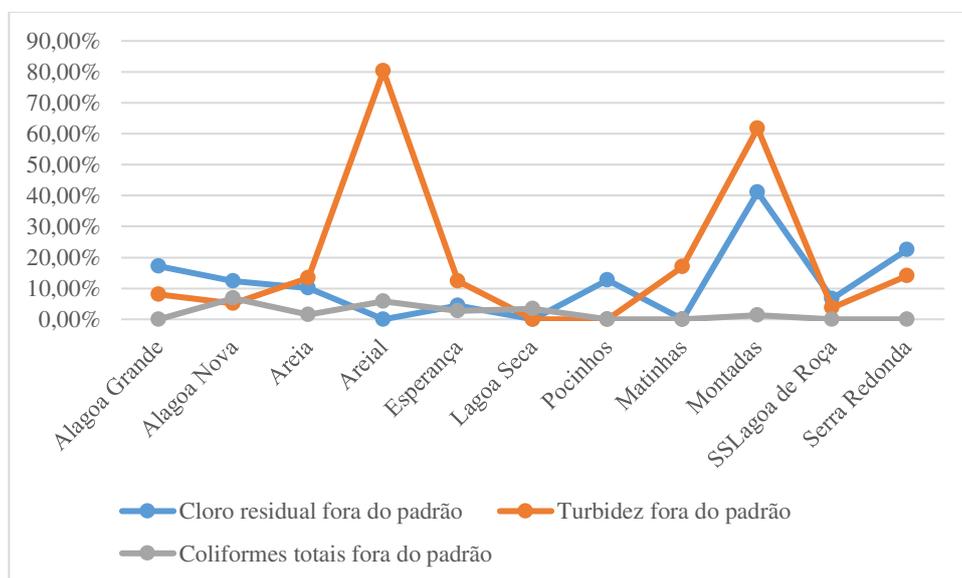
Pelos dados disponíveis, pode-se perceber que os municípios têm um atendimento de coleta de resíduos sólidos em média de 70%, com ressalvas para Matinhas e São Sebastião de Lagoa de Roça, que não alcançam 30% em índice de coleta adequada. A importância de coleta adequada dos resíduos sólidos, com relação aos aspectos ambientais e sociais, é tema de inúmeros estudos como o de Pereira (2014) atestam e ressaltam que outros indicadores como: qualidade da água, doenças de veiculação hídrica ou parasitárias, poluição do solo e ar, etc., tem interferência com os resíduos sólidos.

Vale ressaltar, também, que, apesar de muitas vezes a coleta ser realizada com êxito, a destinação dos resíduos sólidos é impropria, pois nenhum dos municípios citados possuem aterro sanitário ou outro tipo de destinação final ambientalmente adequada. Com exceção de Esperança que firmou adequação de conduta para depositar seus resíduos no aterro de Campina Grande no ano de 2018. Ainda de acordo com o SNIS (2010), muitos resíduos ainda são queimados, enterrados e jogados em mananciais.

A quantidade de água para suprir às necessidades básicas da população é essencial. Todavia o fator qualidade é tão importante quanto. De acordo com a ONU em sua resolução Universal/1948 a água é um direito humano, porém essa água deve ser na qualidade ideal a finalidade que se destina. Dessa forma, a análise da qualidade da água que chega através do sistema de abastecimento é um importante indicador de análise da qualidade dos recursos hídricos.

O Gráfico 15 mostra três critérios de análise: turbidez fora do padrão, coliformes totais fora do padrão e cloro residual fora do padrão. A turbidez está relacionada a presença de materiais sólidos em suspensão que reduzem a transparência da água, que pode ser provocada por algas, matéria orgânica, despejos domésticos e industriais. De acordo com a portaria MS nº 2.914/2011, a análise da turbidez incorporou também as preocupações relacionadas a transmissão de protozoários.

**Gráfico 15:** Amostras de Turbidez, Cloro e coliformes fecais



**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Com relação aos coliformes totais, tem como objetivo fornecer subsidio para detecção de agentes patogênicos proveniente da contaminação por fezes humanas e animais que poderão ser prejudiciais à saúde. De acordo com a Portaria MS 2.914/2011, admite-se a presença de coliformes fecais em 1 amostra mensal (abastecimentos com menos de 20.000 habitantes) e em 5% das amostras mensais (sistemas com mais de 20.000 habitantes). O cloro residual está relacionado a desinfecção da água, mas também não deve ultrapassar o valor

determinado pelo ministério da saúde de 2 mg/l em toda a extensão do sistema de abastecimento.

Nas amostras dos municípios a análise de turbidez é a que aparece com maior problema de adequação, depois as de cloro residual, sendo os municípios de Matinhas, Montadas e São Sebastião de Lagoa de Roça os que têm maiores índices de alteração, estando quase todos os municípios fora do aceitável. A análise de coliformes fecais dos municípios obedecem a portaria do Ministério da Saúde, exceto Alagoa Nova e Areial que estão fora do estabelecido.

#### **4.1.5 Aspectos institucionais**

A falta de uma gestão integrada e que responda eficientemente as necessidades da população no Brasil é apontada por Maranhão (2007) como um dos principais fatores que pioram o quadro de eventos críticos (secas, cheias) e, conseqüentemente, os desafios e prejuízos impostos, sobretudo para aqueles mais desfavorecidos, são difíceis de medir e mensurar. Corroborando com essa perspectiva os dados aqui mostrados refletem essa falta de gestão dos recursos hídricos e também a falta de políticas que visem a preservação ambiental e o cuidado, por exemplo, com o uso do solo, tratamento de resíduos, investimentos em infraestrutura etc.

Nesse aspecto não se pode cobrar a conta apenas dos municípios, pois estes vivem com limitações de jurisdição e com limitações financeiras, ficando dependentes dos outros níveis de governo para executar ações nesse sentido. Entretanto, a PNRH (Lei, 9.433/97) com a instituição dos comitês de bacia hidrográfica, que possui o poder de debater, acompanhar, arbitrar sobre a gestão dos recursos hídricos na bacia de sua responsabilidade, visa através da participação da população, municípios, União, e órgãos diversos, democratizar as decisões relativas aos recursos hídricos.

O alto curso do Rio Mamanguape faz parte do Comitê de Bacia Litoral Norte, no entanto os municípios estudados não possuem representação e não participaram do edital para ocupar as cadeiras que são ofertadas, segundo dados da AESA e do CBH-LN. A participação desses municípios, que enfrentam diversos problemas quanto ao abastecimento, seria importante, pois seus representantes poderiam discutir e expor as suas necessidades e assim debater medidas mais apropriadas e justas para a região. Entretanto, a ausência desses debates

impede que o comitê delibere e tome suas decisões de maneira ampla e com decisões que beneficiem os vários municípios minimizando suas problemáticas.

Outro indicador utilizado se refere a possuir uma secretaria de meio ambiente ou conselhos de meio ambiente. Os resultados mostraram que apenas Alagoa Grande, Alagoa Nova, Esperança e Poçinhos possuem tais secretarias. Desses apenas Alagoa Grande possui uma secretaria exclusiva para tratar de assuntos do meio ambiente. Os outros municípios não possuem secretarias específicas para tratar desses assuntos

Fator que também chama atenção quanto aos municípios do alto curso do Rio Mamanguape se refere as outorgas. A outorga é um dos instrumentos de gestão instituídos pela PNRH. Esse instrumento tem como função principal assegurar o controle quantitativo e qualitativo do acesso e uso da água, e também na prevenção de conflitos que podem acontecer devido a diferentes interesses (ANA, 2017). De acordo com Carrera Fernandez e Garrido (2002) esse instrumento permite ao administrador público controlar a quantidade utilizada pelos diversos usuários que demandam água, garantindo o acesso, ao mesmo tempo em que condiciona o acesso a prioridades estabelecidas nos planos de recursos hídricos.

Mediante a importância desse instrumento, espera-se que haja outorgas para garantir o acesso a água e para que os órgãos responsáveis pela sua emissão possam ter o devido controle da gestão dos mananciais. Infelizmente isso não ocorre nos municípios pertencentes ao alto curso da bacia do Rio Mamanguape, como demonstrado no Tabela 4 abaixo.

**Tabela 4:** Outorgas para uso da água

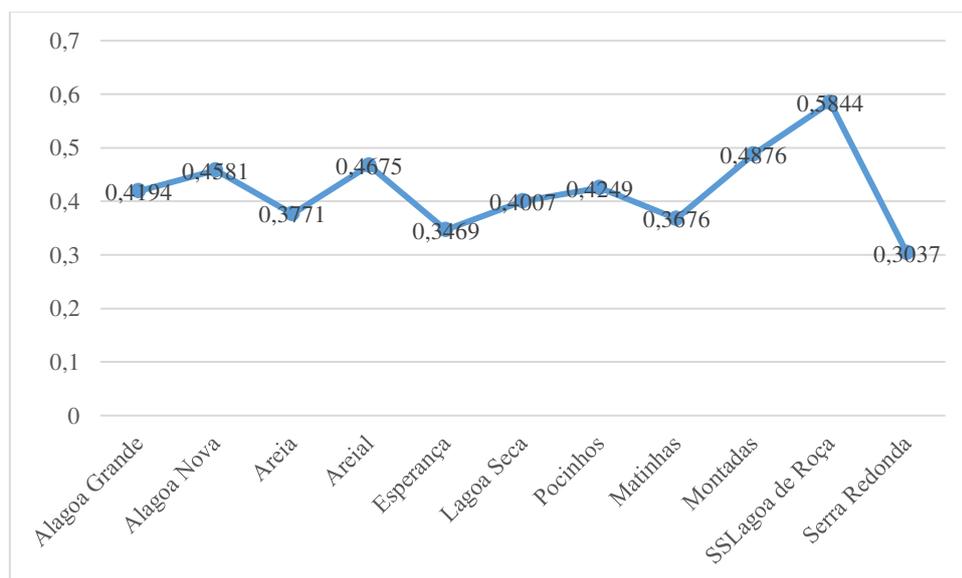
<b>Municípios</b>	<b>Outorgas em Vigência</b>	<b>Outorgas vencidas</b>
Alagoa Grande	0	7
Alagoa Nova	0	10
Areia	3	29
Areial	0	1
Esperança	0	0
Lagoa Seca	1	24
Matinhas	0	0
Montadas	0	0
Pocinhos	0	1
São Sebastião de Lagoa de Roça	1	13
Serra Redonda	0	2

**Fonte:** Elaboração própria, 2018

A Tabela 4 mostra que atualmente, apenas 5 outorgas estão em vigência, nos municípios de Areia, Lagoa Seca e São Sebastião de Lagoa de Roça. Nos demais municípios as outorgas estão vencidas. Em outros sequer existem – Esperança, Matinhas e Montadas - nem em prazo extinto e nem em andamento, dificultando assim o processo considerado adequado de gestão e de proteção – quantitativa e qualitativa – desses mananciais.

Não obstante, considerando a importância da eficiência da gestão pública de forma global, resolveu-se utilizar o índice de eficiência pública disponibilizado pelo Diagnóstico Socioeconômico do Estado da Paraíba (2012). O índice eficiência pública é composto pelas variáveis: receita própria, receita total per capita, despesas de pessoal e investimentos. Essas variáveis são utilizadas na composição do índice na tentativa de verificar a execução orçamentária, verificar se as despesas estão voltadas para áreas produtivas e avaliar a independência fiscal dos municípios. Nesse tocante, os dados dos municípios do alto curso estão demonstrados no Gráfico 16.

**Gráfico 16: Eficiência pública**



**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Municípios que apresentam valor entre 0,2447 a 0,4172 são considerados de baixa eficiência como é o caso de: Areia, Esperança, Lagoa Seca, Matinhas e Serra Redonda. Os que se encontra na faixa de 0,4172 a 0,5656 são considerados de eficiência mediana, quanto a eficiência pública como Alagoa Grande, Alagoa Nova, Areial, Pocinhos, Montadas e São Sebastião de Lagoa de Roça. A baixa eficiência pública dos municípios se deve a alta dependência de recursos de outras esferas de governo, somado aos gastos com pessoal que,

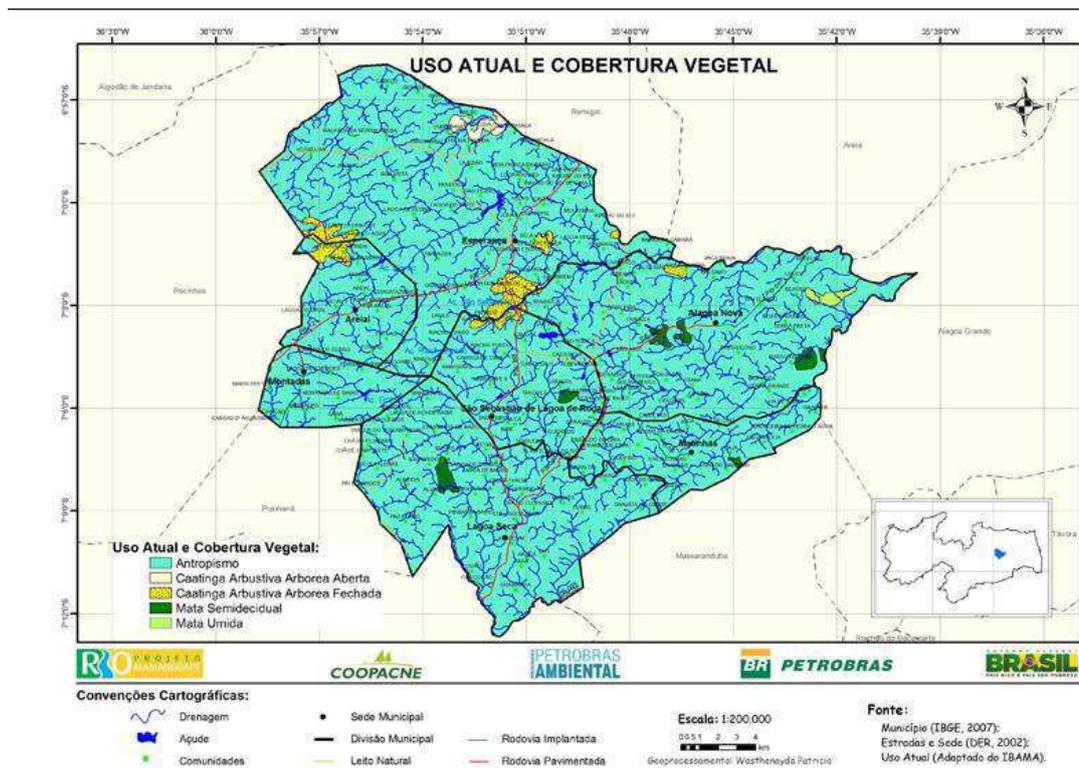
devido a serem altos, impedem investimentos em áreas como saneamento, saúde e infraestrutura.

#### **4.1.6 Limitação de alguns aspectos**

Como demonstrado pela literatura pesquisada, nas visões de Costa (2010) e de Van Bellen (2005) os dados estarem disponíveis, em um recorte adequado, é um elemento básico para a seleção do indicador. Além disso, sua relevância para o modelo adotado precisa também ser considerada, levando em conta a influência que trará para o resultado final. Nesse contexto, alguns indicadores foram previamente selecionados e outros foram sugeridos pelos especialistas pesquisados, porém não compuseram o modelo final. Devido a importância e evidência que alguns deles possuem em estudos semelhantes, como Sales (2014), Carvalho (2013) e outros, se faz necessário explicar os motivos pelo qual foram excluídos.

O primeiro aspecto se refere a existência de matas ciliares na região estudada, ou cobertura vegetal natural. Esse indicador foi sugerido pelos especialistas pesquisados. E apesar de considerá-lo importante no contexto da região ele não foi adicionado por dois motivos, principalmente por falta de dados decorrente do recorte geográfico, ou seja, não existir estudos deste indicador por municípios e, também, não ser disponibilizado no PERH ou qualquer outro plano diretor. Os dados que foram encontrados na PERH (1997), que expõem um quadro geral (não por municípios) de extrema degradação da bacia do rio Mamanguape. O plano afirma que de uma extensão de 3.522,69 km<sup>2</sup> de área total 93% já sofreu processo de antropização, restando apenas 7% de Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta; Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada, Caatinga Arbórea Fechada, atribuindo a isso as atividades agropecuárias e florestais extensivas.

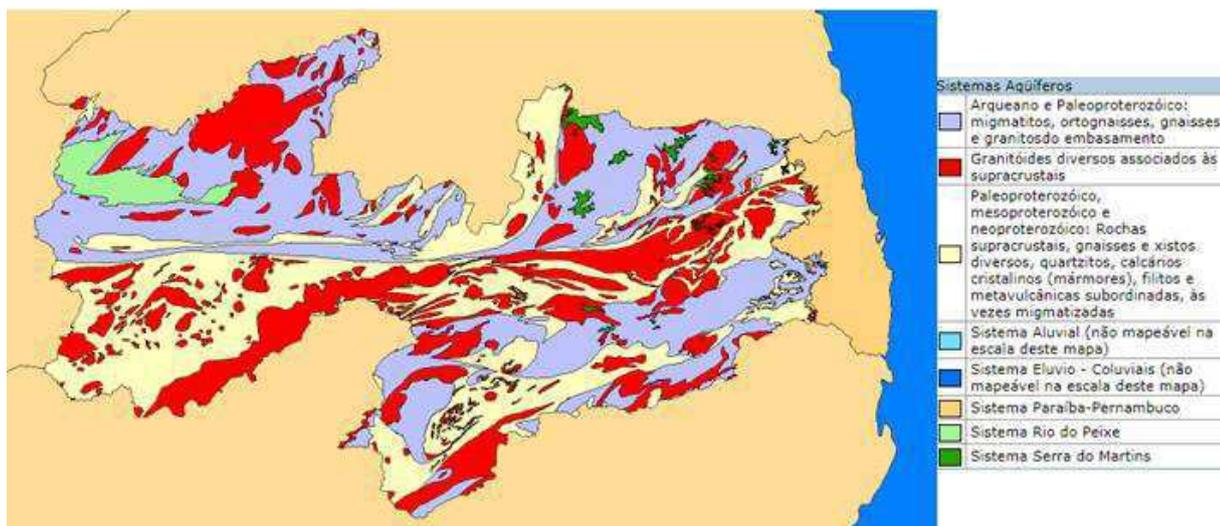
Por outro lado, os dados disponibilizados pelo Projeto Rio Mamanguape (2014), da área em que o projeto atua, também atestam essas informações, como pode ser visto na Figura 7. A área em azul, é referente as que sofreram antropismo. Dá para, visualmente, inferir que os municípios da região não possuem quase nenhum tipo de vegetação, apenas Alagoa Nova e São Sebastião de Lagoa de Roça apresentam um pequeno vestígio de Mata Semidecidual, assim como Esperança e Areial apresentam com resquícios de Caatinga. Portanto, pode-se inferir que a vegetação de todos os municípios estudados está bem degradada. Dessa forma, a eliminação do indicador não afeta demasiadamente o modelo.



Fonte: COOPACNE, 2014

**Figura 7:** Cobertura vegetal

Outro indicador que não está presente no estudo foi o índice de água subterrânea. De acordo com dados da AESA e do PERH (1997) os municípios estudados estão sob terrenos cristalinos, possuindo apenas fendas e fraturas que formam reservatórios aleatórios e descontínuos, em sua maioria sem formas de reabastecimento. Além disso, devido a falta de um plano diretor da bacia, a individualização em municípios dessas fraturas ficou impossibilitada. Todavia, o impacto causado pela exclusão do indicador foi considerado baixo, pois a água desses reservatórios são, em sua maioria, salobra e não representa, pelo estudo da região, fonte representativa de abastecimento. O mapa (Figura 8) abaixo mostra as características geomorfológicas da Paraíba.



Fonte: Elaboração própria, 2018

**Figura 8:** Geomorfologia da Paraíba

De acordo com a Figura 8 apenas a região litorânea possui potencial de água subterrânea, não incluindo então os municípios do alto curso da bacia do Rio Mamanguape. As fendas e fraturas existentes não podem ser vistas como potencial hídrico devido a água disponível nesses reservatórios não ter a capacidade de concluir o ciclo, ou seja, não possui a capacidade de quando utilizada ser reabastecido por meio natural.

#### 4.2 Pesos atribuídos pelos decisores

Esse tópico tem o intuito de mostrar a média da atribuição dos pesos às dimensões e sub-dimensões, por parte dos decisores que compõe essa amostra. Essa percepção ajudará na análise pois, mostrará o que os decisores, de um modo geral, consideraram mais importante para a sustentabilidade hídrica do alto curso do Rio Mamanguape.

A atribuição dos pesos por parte dos decisores auxilia na gestão dos recursos hídricos, considerando que existe uma multiplicidade de interesses que geram conflitos. Além disso, é importante entender que, apesar de todas as dimensões da sustentabilidade serem importantes e da necessidade de trabalhar com modelos que as considerem juntas, nem sempre será possível priorizar de maneira igualitária todas as suas demandas. Sendo assim, as necessidades e opiniões dos atores sociais, explicitadas nesse estudo através dos pesos, auxilia o processo de tomada decisão, pois pode-se perceber suas prioridades.

O peso médio das dimensões e sub-dimensões foi calculado pela média aritmética dos pesos individuais que cada decisor atribuiu às mesmas. A partir desse cálculo foi possível

elencar o grau de importância de cada dimensão, em comparação às demais, assim como saber quais variáveis (sub-dimensões) possuíam maior relevância em cada uma delas.

A Dimensão Social obteve peso médio 4 e suas sub-dimensões obtiveram pesos altos, todos superiores a 4, sendo a sub-dimensão “Acesso” que agrega os indicadores de acesso a água no meio urbano ou rural e ao esgotamento sanitário como a mais relevante dessa dimensão, seguido pelos aspectos de “Saúde”. Nessa perspectiva, pode-se perceber que os decisores consideram o acesso aos serviços de saneamento e os aspectos relacionado a saúde primordiais. Como demonstrado na Tabela 5.

**Tabela 5:** Pesos das dimensões

Dimensões/sub-dimensões	Pesos médios
<b>Social</b>	4,0
Acesso	5,0
Saúde	4,5
Renda	4,0
População	4,0
Educação	4,2
<b>Econômica</b>	3,2
Renda	3,5
PIB	3,7
Tarifa	3,7
Despesas	3,7
<b>Ambiental</b>	4,5
Ambiente	4,5
Eficiência do sistema	4,5
Demanda	4,2
Qualidade da água	4,5
Potencial de contaminação	4,7
<b>Institucional</b>	2,2
Político-institucional	4,5

**Fonte:** Elaboração própria, 2018

Para a dimensão econômica foi atribuído um peso médio de 3,2, ocupando o terceiro lugar de relevância dentre as dimensões. No que se refere as sub-dimensões, os decisores avaliaram de maneira equivalente o “PIB”, a “Tarifa” e as “Despesas”. A dimensão econômica, para os decisores, possui um papel complementar, não ficando entre as suas prioridades.

A dimensão mais importante para avaliação da sustentabilidade hídrica, de acordo com os decisores, foi a ambiental que obteve peso médio de 4,5, sendo a sub-dimensão “Potencial de contaminação” a mais relevante entre elas. Essa sub-dimensão agrega indicadores referentes a coleta de lixo e ao tratamento de esgoto, serviços que causam impactos negativos as diversas dimensões da sustentabilidade, gerando danos diretos a sub-dimensão “Saúde” que obteve alta relevância entre os aspectos sociais.

A dimensão político-institucional obteve peso médio de apenas 2,2, ficando em último lugar de preferência entre as dimensões, na opinião dos decisores, com sua sub-dimensão avaliada com peso de 4,5.

Quanto aos pesos dos indicadores, foram utilizados aqueles atribuídos por cada decisor, sem cálculo de média, para que fosse possível criar os diferentes cenários. Os pesos atribuídos, por cada decisor, estão disponíveis no Anexo 1.

Sabendo a preferência dos decisores, pode-se agora entender melhor o *ranking* dos municípios e os resultados dos fluxos, apresentados no tópico a seguir.

#### **4.3. Análise multicritério: PROMETHEE II**

Inicialmente serão apresentados os resultados da análise multicritério PROMETHEE II, por decisor, para cada cenário, de acordo com os pesos atribuídos aos critérios do modelo. Essa ordenação por decisor é obtida da diferença entre o fluxo positivo e o fluxo negativo, que resultam em um fluxo líquido, que pode ser positivo (quando o fluxo positivo é superior ao negativo), ou um fluxo líquido negativo (quando o fluxo negativo é superior ao positivo).

O fluxo positivo é resultado do desempenho da alternativa, quanto a preferência sobre as outras. O fluxo negativo se dá pela inferioridade da alternativa em relação as demais, sob a ótica do decisor. Quando o fluxo líquido é positivo significa que a alternativa é preferível as demais com menor valores, enquanto que quando assume valores negativos significa que outras alternativas de maiores valores são preferíveis a ela.

Dessa forma, os gráficos mostram os fluxos por decisores, assim como a ordenação parcial dos municípios quanto ao melhor desempenho das dimensões estudadas, considerando o peso atribuído pelo decisor as dimensões, sub-dimensões e aos indicadores.

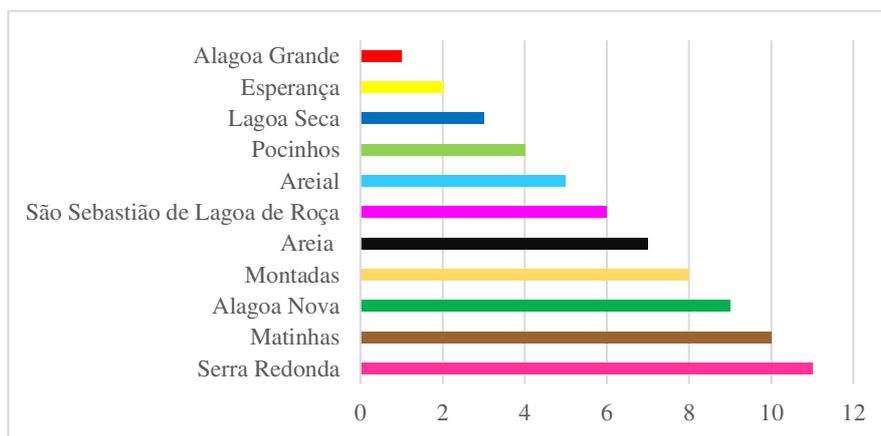
Na perspectiva dos 15 decisores que participaram desse estudo, foi possível a formação de apenas 5 cenários possíveis. Esses cenários são agregações de *rankings* iguais

entre os decisores, o qual optou-se por apresentá-los juntos evitando repetições de informações.

a) Cenário 1

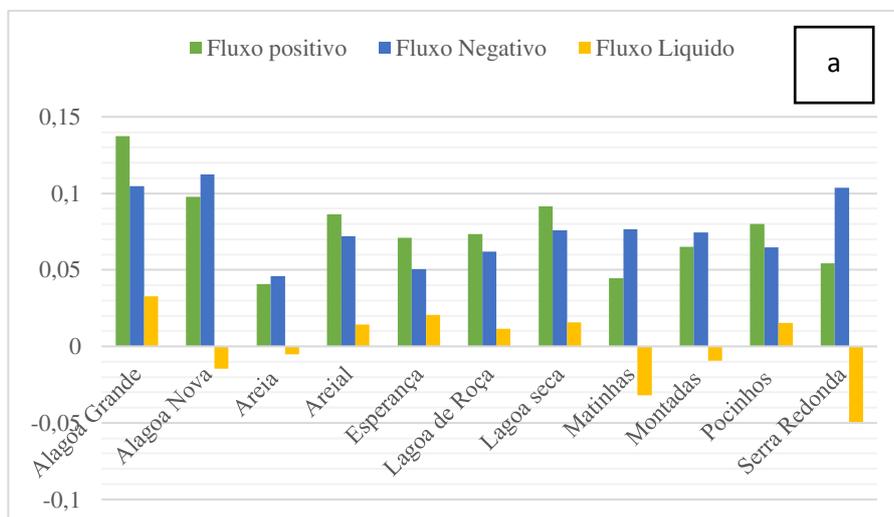
No cenário 1 os decisores I e XIII estabeleceram que os municípios de Alagoa Nova, Matinhas e Serra Redonda são aqueles de maior fluxo líquido negativo. Sendo no *ranking*, os piores colocados. Por outro lado, para esses dois decisores os municípios de Alagoa Grande, Esperança e Lagoa Seca, são os que apresentam melhores desempenhos quanto aos critérios avaliados.

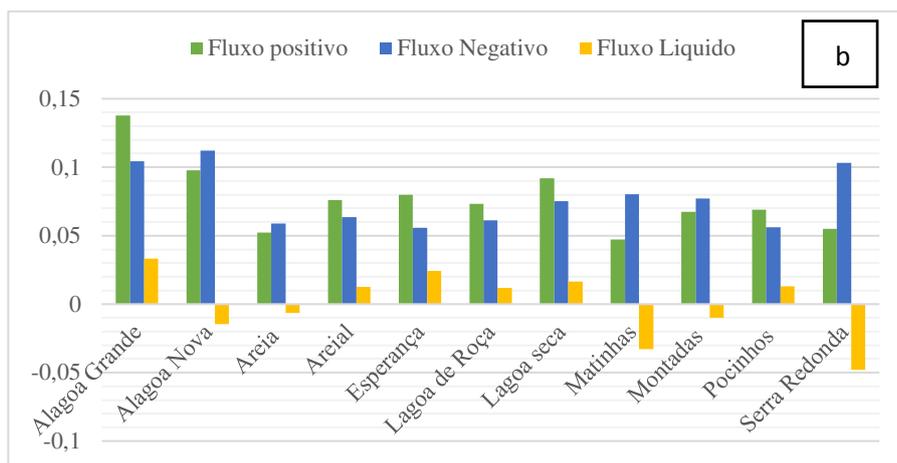
Os fluxos e o *ranking* dos municípios podem ser visualizados nas figuras 9 e 10.



Fonte: Elaboração própria, 2018

**Figura 9:** Ranking decisores cenário 1





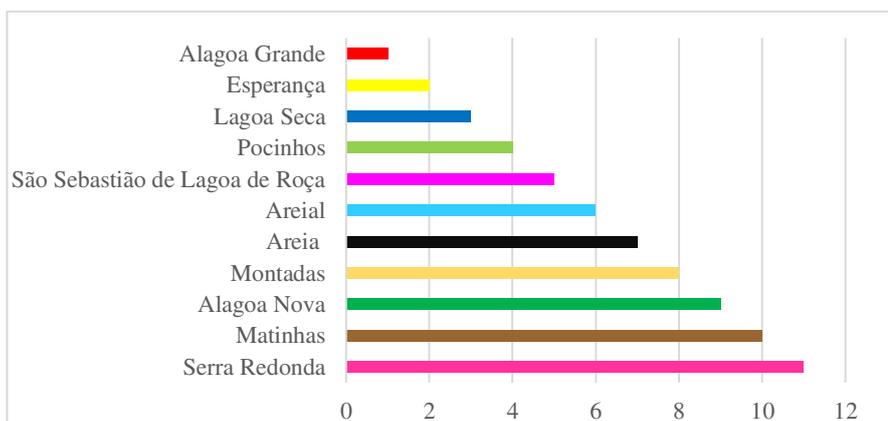
Fonte: Elaboração própria, 2018

Figura 10: (a) Fluxo decisor I – (b) fluxo decisor XII

#### b) Cenário 2

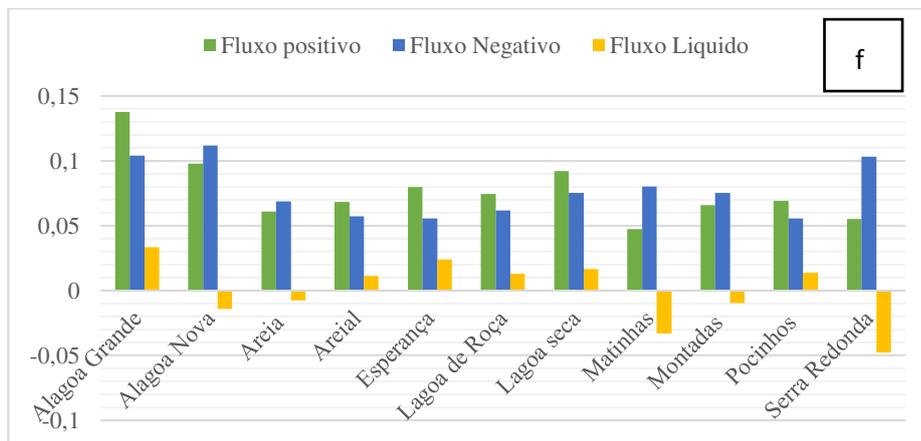
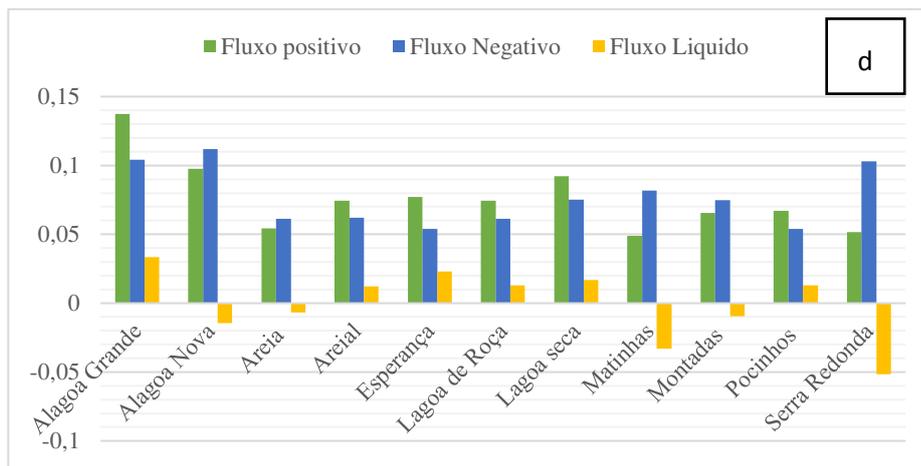
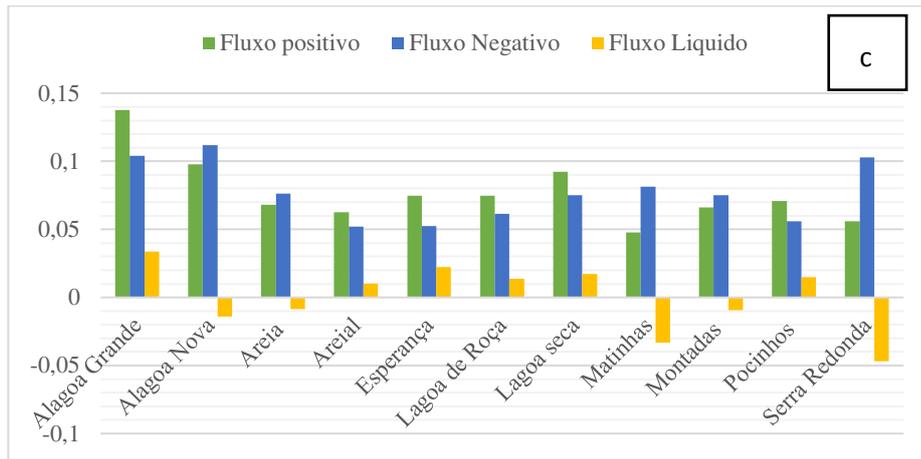
O cenário 2 é o que possui maior número de decisores cujas preferências concordam quanto ao *ranking* dos municípios estudados. Não obstante, as posições de melhor desempenho conseguidas pelos municípios de Alagoa Grande, Esperança e Lagoa Seca são mantidas, assim como aqueles de pior desempenho ocupados por Alagoa Nova, Matinhas e Serra Redonda.

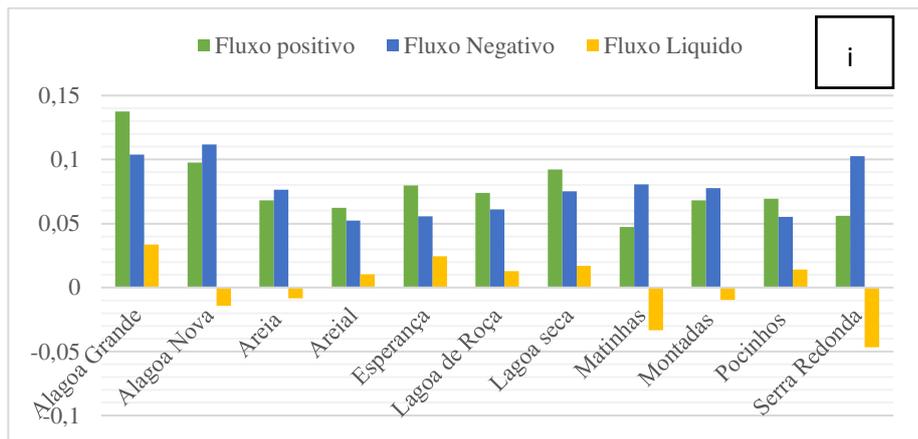
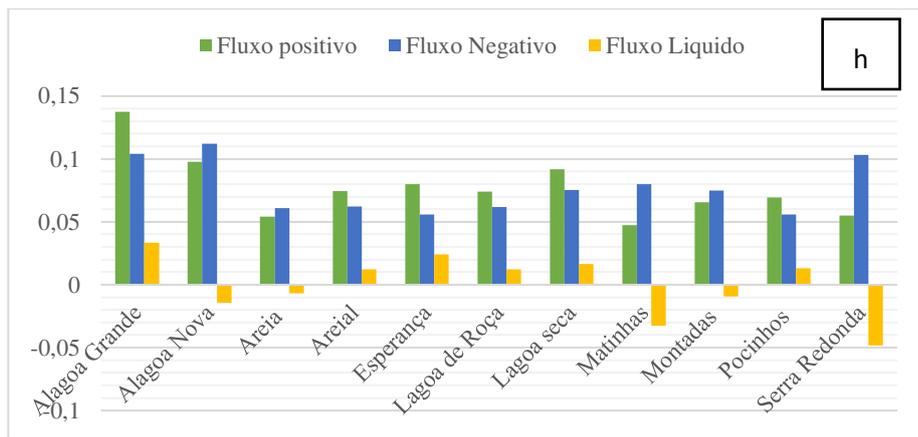
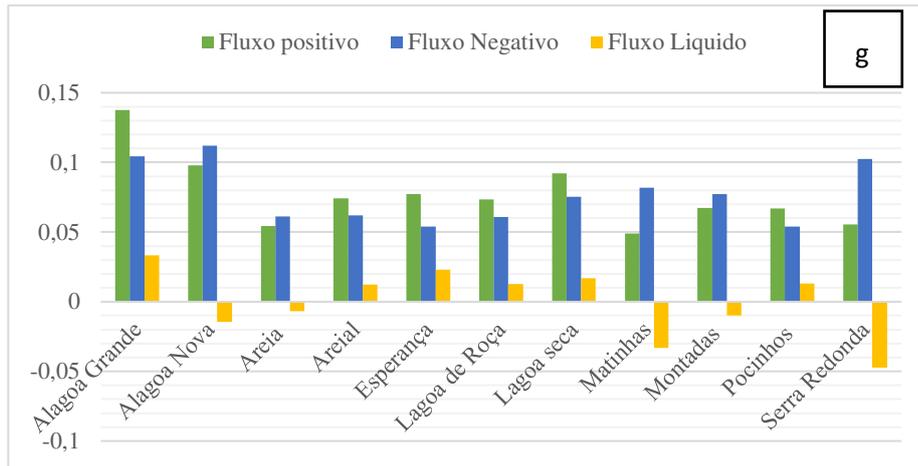
A diferença ocorre entre as posições de Areial e São Sebastião de Lagoa de Roça, onde para este grupo de decisores São Sebastião de Lagoa de Roça possui um melhor desempenho com relação a Areial. Os decisores, cujos resultados concordam com esse cenário, são: II, III, IV, VIII, IX, X, XI, XII, XIV, e os resultados podem ser visualizados nas figuras 11 e 12 abaixo.

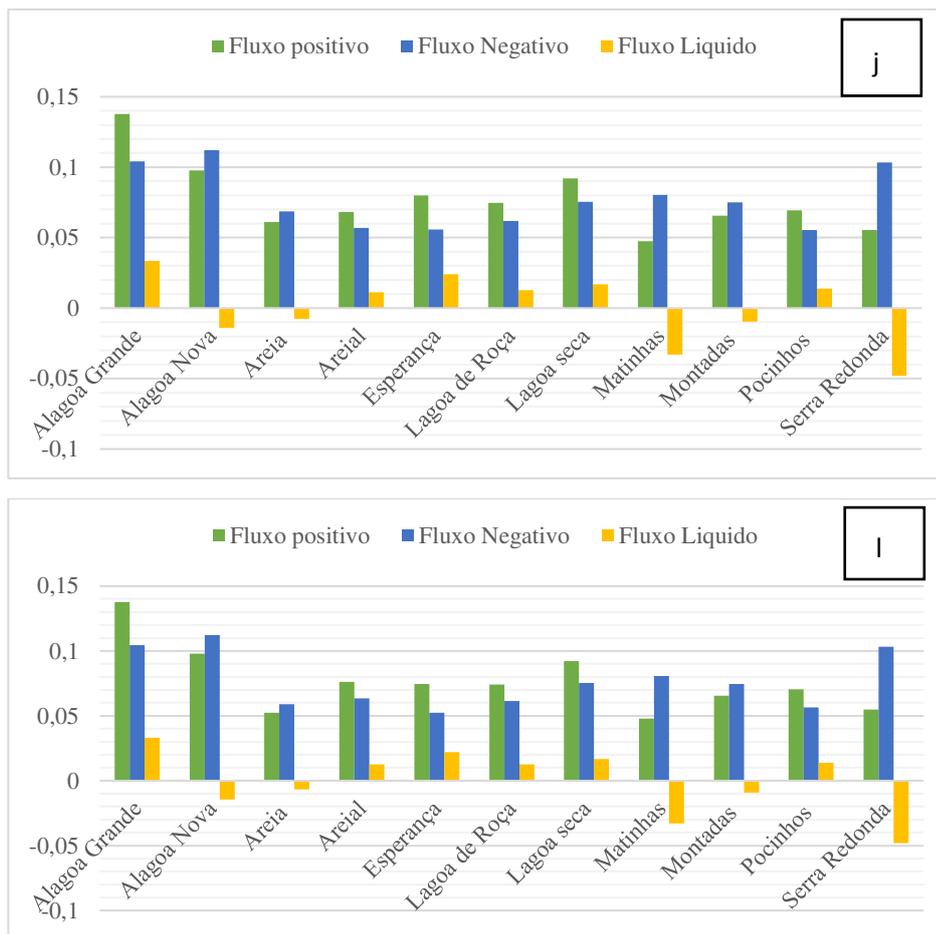


Fonte: Elaboração própria, 2018

Figura 11: Ranking decisores cenário 2







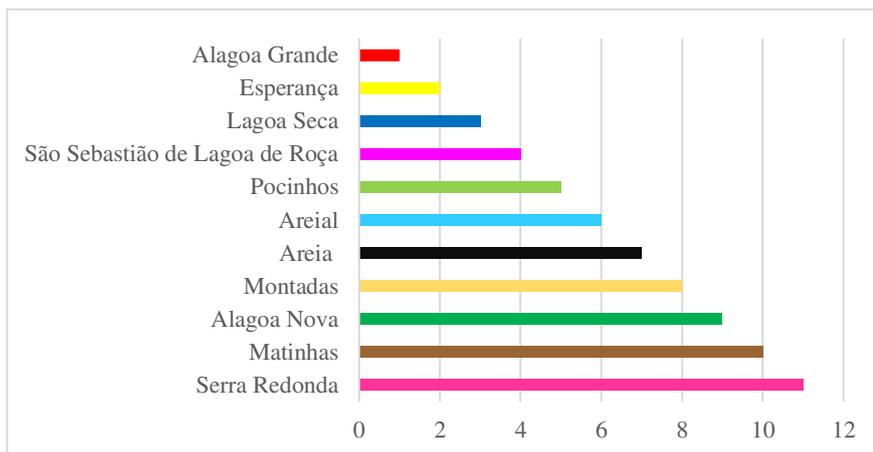
Fonte: Elaboração própria, 2018

**Figura 12:** (c) Fluxos decisor II (d) Fluxos decisor III (e) Fluxos decisor IV (f) Fluxos decisor VIII (g) Fluxos decisor IX (h) Fluxos decisor X (i) Fluxos decisor XI (j) Fluxos decisor XII (l) Fluxos decisor XIV

### c) Cenário 3

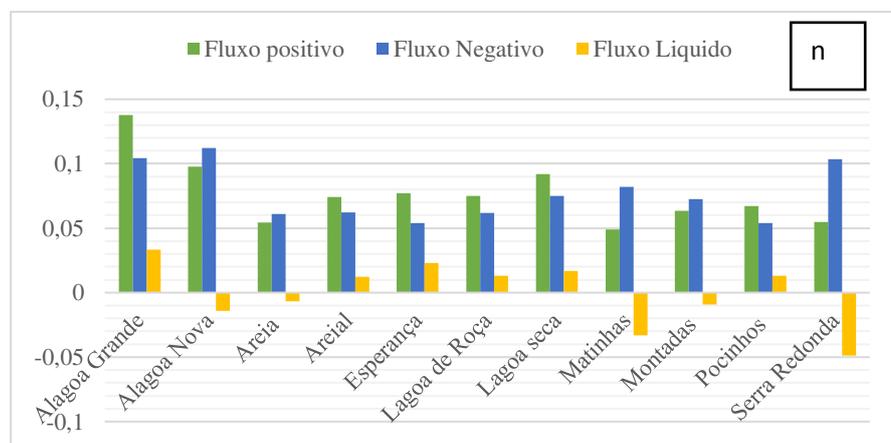
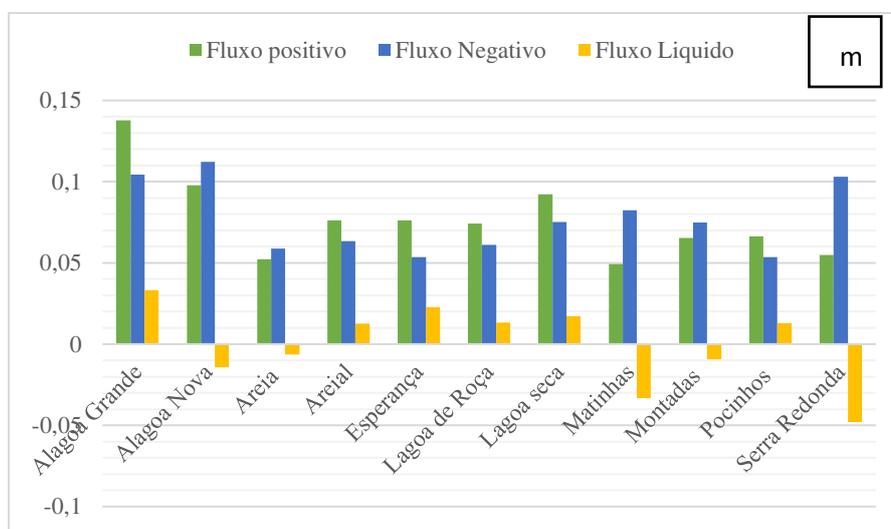
As preferências dos decisores V e XV estabeleceram que São Sebastião de Lagoa de Roça possui melhor desempenho que Pocinhos, divergindo dos demais decisores.

No entanto, as primeiras colocações e os fluxos líquidos positivos continuam com os mesmos municípios. Assim como a colocação dos municípios de maiores fluxos líquidos negativos. Podendo-se inferir que majoritariamente as três primeiras colocações e as três últimas se mantêm padrão para os decisores citados até aqui.



Fonte: Elaboração própria, 2018

Figura 13: Ranking decisores cenário 3



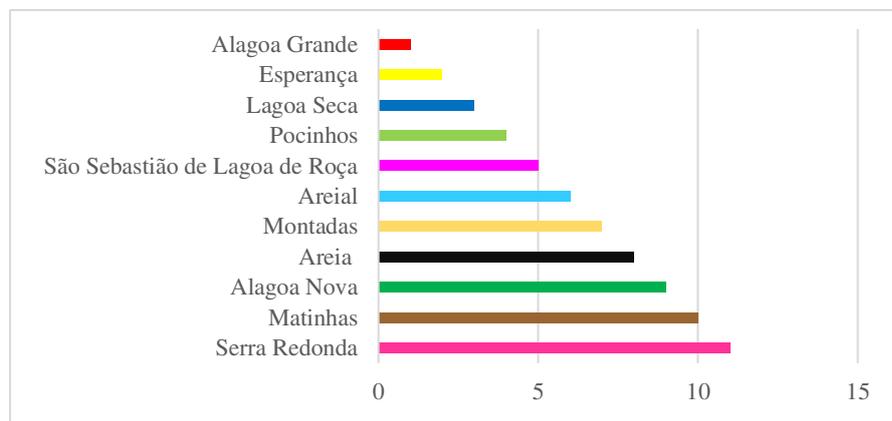
Fonte: Elaboração própria, 2018

Figura 14: (m) Fluxos decisor V (n) fluxo decisor XV

d) Cenário 4

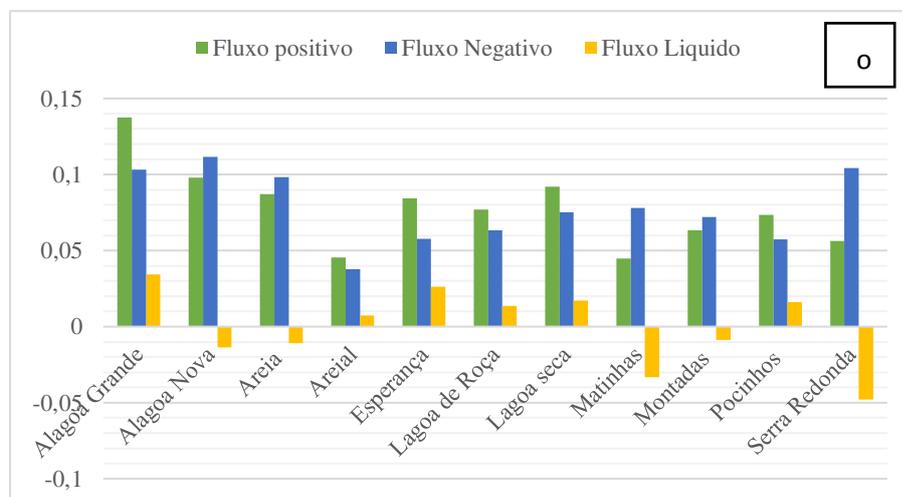
As preferências do decisor VI levam a resultados que divergem em maior grau dos demais cenários estabelecidos. Para ele, assim como para os decisores do cenário 2, Pocinhos apresenta melhor desempenho que o município de São Sebastião de Lagoa de Roça. No entanto, para o mesmo, Montadas apresenta melhor fluxo líquido positivo que Areia, ou seja, de acordo com suas preferências Montadas possui melhor desempenho.

Apesar dessas diferenças, o topo do *ranking* permanece igual aos demais decisores, assim como os municípios que possuem pior desempenho, os três últimos permanecem inalterados com relação aos demais cenários.



Fonte: Elaboração própria, 2018

**Figura 15:** Ranking decisores cenário 4

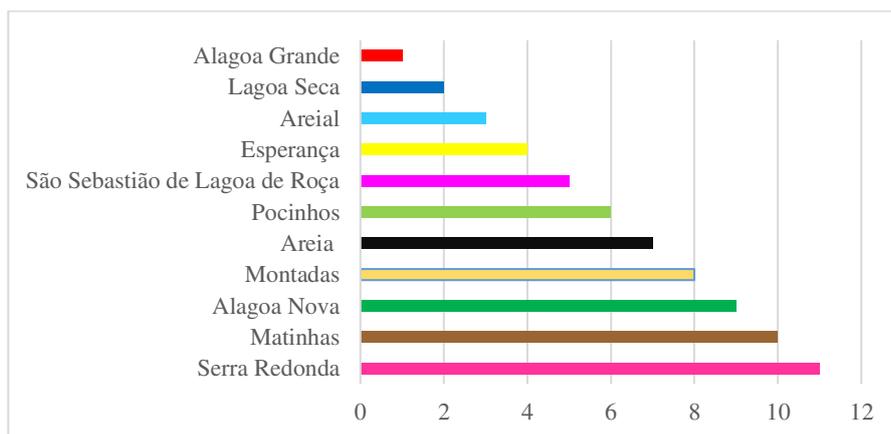


Fonte: Elaboração própria, 2018

**Figura 16:** Fluxo decisor VI

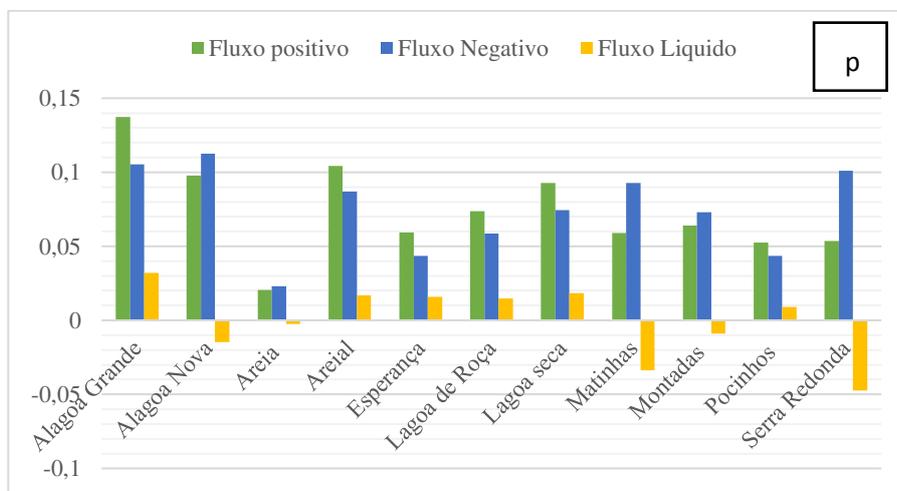
e ) Cenário 5

As preferências do decisor VII levaram a um resultado que foi o mais divergente comparado aos demais decisores apresentados. Os fluxos líquidos positivos de maior expressão ficaram com os municípios de Alagoa Grande, Lagoa Seca e Areial, ficando no *ranking* em 1º, 2º e 3º lugar respectivamente. Concorde com os decisores do cenário 3 quanto a São Sebastião de Lagoa de Roça possuir melhor desempenho que Pocinhos. No entanto, os municípios que compõem o fim do *ranking* não possuem alteração, permanecendo os mesmos dos demais cenários.



Fonte: Elaboração própria, 2018

**Figura 17:** Ranking decisores cenário 5



Fonte: Elaboração própria, 2018

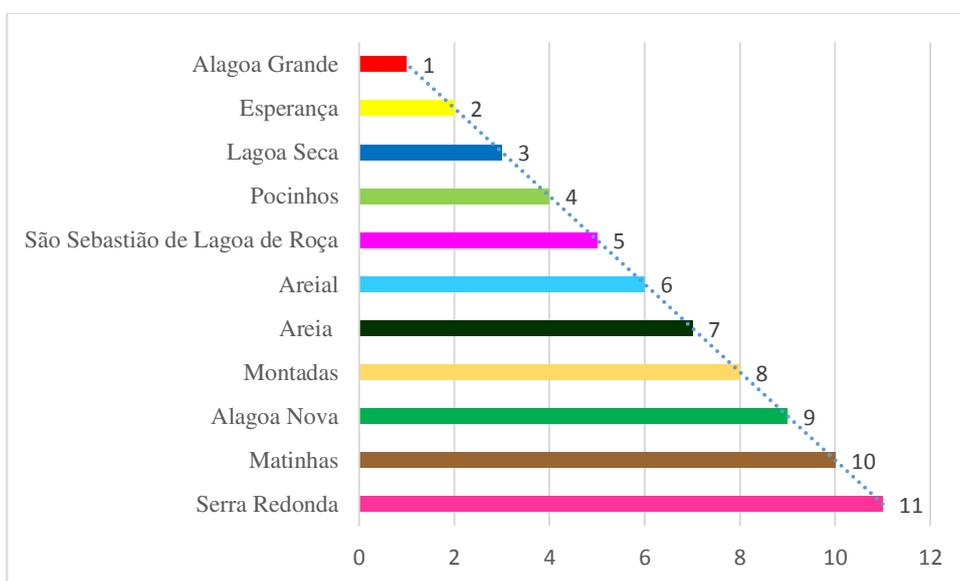
**Figura 18:** Fluxos decisor VII

#### 4.4 Análise multicriterial multidecisor: COPELAND

Como visto anteriormente, com a aplicação do método PROMETHEE II, foi possível ordenar os municípios segundo os pesos estabelecidos por cada um dos decisores em um *ranking* parcial. No entanto, se fez necessário utilizar uma metodologia que agregue os \de todos decisores em um *ranking* geral. Com isso, utilizou-se uma análise multidecisor maximizando as preferências, para poder inferir quais os municípios entre aqueles estudados, possuem melhor desempenho no que se refere a sustentabilidade hídrica, considerando os critérios selecionados e os pesos atribuídos por cada decisor.

Esse método, como citado na metodologia, é o método *COPELAND*, que compara os municípios par a par, depois soma-se o número de derrotas e vitórias de cada município, onde aquele que possui maior valor, quando subtraído o número de vitórias do número de derrotas é considerado de melhor desempenho.

Com a aplicação do método *COPELAND*, o *ranking* geral dos municípios pode ser visto na Figura 19. O município de Alagoa Grande aparece em primeiro lugar para todos os decisores, ou seja, de maneira unanime foi o município de melhor desempenho quanto a sustentabilidade hídrica. Pode-se inferir que, mediante a importância dada as dimensões social e ambiental, sobretudo as sub-dimensões “Acesso” e “Potencial de Contaminação”, Alagoa Grande apresentou vantagem em comparação aos demais municípios, pois possui o maior índice de abastecimento de água urbano, assim como um alto índice de esgoto tratado.



Fonte: Elaboração própria, 2018

**Figura 19:** Ranking geral dos municípios

A segunda colocação ficou com o município de Esperança, que obteve tal colocação para 14 dos quinze decisores. Isso se deve ao bom desempenho nas questões econômicas, mesmo que essa dimensão tenha sido considerada apenas a 3º mais importante para os decisores. Na sub-dimensão “Acesso”, Esperança apresenta índices satisfatórios, em comparação aos demais municípios, sendo o melhor município quanto ao esgotamento sanitário, e um dos melhores quanto ao abastecimento urbano e rural de água. Considerando a sub-dimensão “potencial de contaminação”, Esperança não apresenta, nos dados obtidos, tratamento de esgoto, porém, possui o maior índice de coleta adequada de lixo.

Outra variável que garante a segunda colocação de Esperança é a “Educação”, que foi considerada pelo decisores como a segunda mais importante na sub-dimensão da dimensão social, onde o município possui o melhor IDEB dentre os estudados. Todavia, critérios como a alta “Demanda urbana”, a baixa eficiência “Político-Institucional”, os baixos “Índices de Precipitação” e a alta “Densidade populacional total” garantiram vantagem para Alagoa Grande, em comparação a Esperança.

O município de Lagoa Seca aparece em terceiro lugar no *ranking* final, ficando nessa mesma colocação para 14 decisores, apenas o decisor VII considerou Lagoa Seca na segunda colocação. O município garante essa posição devido a um desempenho satisfatório na sub-dimensão “Acesso”, onde possui indicadores com resultados medianos, o melhor IDH-M, bons índices de precipitação média e bons índices na sub-dimensão “Qualidade da água” No entanto, quanto a densidade populacional” e na sub-dimensão “Saúde”, que envolvem mortalidade infantil e mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias, o município de Lagoa Seca apresenta os piores índices, comparado aos demais municípios.

Os municípios de Poçinhos, São Sebastião de Lagoa de Roça, Areial e Areia assumiram as posições 4º, 5º, 6º e 7º respectivamente, porém foram os municípios com mais variações de posições entre os decisores. Essa variação se deve a proximidade de desempenho entre os municípios, no entanto Poçinhos apresenta indicadores mais favoráveis quanto a mortalidade infantil, densidade demográfica e fatores relacionados a qualidade da água. Porém o que faz o município cair posições em relação aos demais estão principalmente fatores relacionados a perdas no abastecimento e precipitação média.

O município de São Sebastião de Lagoa de Roça apresenta bons resultados quanto aos critérios de abastecimento rural, mortalidade infantil e demanda de água urbana, que foram os critérios avaliados com grau alto de importância pelos decisores. No entanto, perde posições

quanto a sub-dimensão “Potencial de contaminação”, devido ao não tratamento de esgoto e baixo percentual de coleta de lixo adequada.

Na comparação Areial e Areia, o município de Areial apresenta melhores desempenhos quanto ao abastecimento rural e o esgotamento sanitário, critérios que, como já ressaltado, fazem parte da sub-dimensão “Acesso” que foi priorizada pelos decisores. Na dimensão ambiental os critérios relativos a demanda de água e perdas no abastecimento também são mais favoráveis os resultados de Areial.

No entanto, vale ressaltar que o abastecimento de água em Areial é suspenso, o que prejudica muito sua avaliação, frente aos demais municípios. Por outro lado, é importante ressaltar a importância do município de Areia no abastecimento da região, revelando pressão adicional sobre seus recursos.

No final do *ranking*, estão Montadas, Alagoa Nova, Matinhas e Serra Redonda, que aparecem na visão de todos os decisores como os municípios de menor desempenho com relação a sustentabilidade hídrica. Os baixos desempenhos desses municípios podem ser observados nas várias dimensões. No critério “Acesso” Matinhas por exemplo, possui o menor índice de esgotamento sanitário, enquanto que Montadas e Serra Redonda não possuem abastecimento.

No que se refere a sub-dimensão “Saúde” Matinhas possui a maior taxa de mortalidade infantil, enquanto que Alagoa Nova possui o maior índice de hospitalização por diarreia. Corroborando com o baixo desempenho, no que se refere a Educação Matinhas possui o menor IDEB.

Na dimensão ambiental a falta de tratamento de esgoto e os baixos índices de coleta adequada de lixo, diminuem ainda mais os fluxos positivos desses municípios dentro da análise. Não obstante, as análises individuais dos indicadores desses municípios já mostravam graves problemas relacionados a sustentabilidade hídrica, comprovando, então, os resultados obtidos pela análise PROMETHEE II e pelo método *COPELAND*.

Quanto a Dimensão Institucional, que apesar de assumir a última posição entre os decisores gerou impacto desfavoráveis aos municípios, considerando os baixos índices de eficiência pública. Além disso, o indicador de capacidade institucional que está relacionado a presença de secretarias ou conselhos de meio ambiente reduziu os fluxos positivos dos municípios. Apenas Alagoa Nova, Alagoa Grande, Esperança e Pocinhos apresentaram algum resultado por possui secretaria relacionadas a assuntos do meio ambiente.

Vale ressaltar que mesmo os municípios que se colocam nas primeiras colocações do *ranking* precisam melhorar o desempenho de seus critérios na busca de alcançar um desenvolvimento hídrico sustentável, que priorize as demandas da população, em seus aspectos sociais, como a garantia de água em quantidade e qualidade adequada. Seus aspectos econômicos, voltados tanto para preservação do recurso como para o crescimento econômico. E na sua vertente ambiental, com preservação, mitigação de danos, recuperação de áreas e acompanhamento de mudanças e tendências ambientais.

Por fim, e não menos importante está o processo de decisão pelos gestores, sobretudo por meio das políticas públicas que devem ser capazes de implementar, gerir, incluir a sociedade, utilizar eficientemente os recursos, ser mediador frente aos conflitos e aos diversos interesses. Esse cenário ideal ainda encontra diversos empecilhos, porém é a partir dos diagnósticos e estudos de percepção que se pode projetar as novas demandas e prevenir danos.

## CAPITULO 5 - CONCLUSÕES

O objetivo geral desse trabalho foi diagnosticar a realidade hidroambiental dos municípios do alto curso do Rio Mamanguape, através da seleção e estruturação sistemática de indicadores de sustentabilidade que possam apresentar cenários que facilitem a tomada de decisão, através da análise multicriterial e multidecisor.

Para atingir tal objetivo se fez necessário selecionar e estruturar indicadores de sustentabilidade, relacionados aos recursos hídricos, para que estes fossem avaliados pelos decisores selecionados. Foi, então, realizada a análise de dados, através do Método *PHOMETHEE* e *COPELAND* que possibilitaram alcançar todos os objetivos elencados.

Os resultados encontrados a partir da análise dos indicadores mostraram que os municípios do Alto Curso do Rio Mamanguape enfrentam problemas em todas as dimensões estudadas. Do ponto de vista dos fatores sociais, saneamento precário, altos índices de mortalidade infantil, altos índices de analfabetismo e baixo desenvolvimento humano, demonstrado pelo IDH-M, indicam a falta de políticas públicas e investimentos voltados à resolução desses problemas, ficando a população sem acesso a água de qualidade, sem coleta de esgoto e lixo, que acabam por gerar doenças infecciosas, que atingem principalmente os mais pobres, que estão em áreas de risco, e as crianças, por serem mais vulneráveis. A relevância dessas variáveis e a percepção, por parte da sociedade, dos problemas quanto ao acesso a esses serviços, são reveladas pelo grau de importância dado na atribuição dos pesos das dimensões.

Quanto à dimensão econômica, o alto índice de pessoas de baixa renda pode estar relacionado à baixa escolarização e à falta de fontes de renda na região, que gerem empregos e melhorem os aspectos econômicos da região. Os resultados relativos ao PIB demonstram grande dependência dos serviços, indicando a necessidade de desenvolvimento de empreendimentos industriais e agropecuários.

No entanto, esses projetos só podem ser incentivados e instalados com uma correta gestão dos recursos hídricos: por um lado, porque a demanda de água da indústria e da agropecuária é grande e, considerando as limitações de água na região, devem-se instituir regulações quanto ao uso da água e ao tratamento de efluentes, evitando que esses empreendimentos piorem a situação hídrica relacionada a desperdícios, poluição de mananciais, utilização de poder econômico para garantir que sua demanda seja atendida, etc.; por outro lado, é preciso, através da garantia dos usos múltiplos, fornecer meios de

atendimento da demanda para essas empresas, pois, sem água garantida, dificilmente se instalarão na região. Quanto à agropecuária, é preciso garantir água tanto àqueles com maiores produções, como àqueles que praticam agropecuária de subsistência, considerando a sua importância para o desenvolvimento econômico e social da região.

No que tange aos aspectos ambientais, tem-se um quadro crítico quanto à garantia de acesso à água, em qualidade e quantidade adequadas. Primeiro, pelas secas periódicas, mas principalmente pela ação antrópica, com degradação das matas ciliares, poluição dos mananciais e dos usos insustentáveis. Há também problemas quanto à implementação de políticas públicas que planejem ações voltadas à recuperação de ambientes degradados, sobretudo o leito dos rios, além de uma gestão eficiente que garanta os usos múltiplos do recurso, em um período de longo prazo, considerando os eventos extremos, no caso as secas que são recorrentes na região.

Outro grave problema se refere ao desperdício de água tratada nesses municípios, que atinge (como no caso de Pocinhos) mais de 70% da água captada, revelando a precariedade do sistema de abastecimento. As perdas físicas deveriam ser evitadas considerando a escassez da água na região; já as perdas econômicas, por reduzirem a capacidade de investimentos da concessionária, impedindo-a de melhorar as redes de distribuição.

Entre os pontos positivos, é importante salientar a importância dos projetos alternativos como o Programa 1 milhão de cisternas e as ações do Projeto Rio Mamanguape no abastecimento de água rural dos municípios do Alto Curso do Rio Mamanguape. Considerando as dificuldades de acesso aos serviços de saneamento nessas localidades – em especial à água, visto que muitos mananciais utilizados por essas comunidades não oferecem água em qualidade satisfatória –, contar com projetos que agreguem todas essas preocupações em suas ações é um caminho que leva à sustentabilidade.

Esse quadro de degradação e dificuldade, enfrentado pelos municípios do Alto Curso do Rio Mamanguape, possui forte relação com os problemas encontrados na dimensão institucional. A falta de participação no comitê de bacia, bem como a inexistência de conselhos e secretarias voltados ao trato ambiental, podem estar ligadas a dois fatores principais: a) falta de políticas públicas que incorporem questões ambientais; b) falta de conhecimento quanto à importância dessas instituições. Sendo a gestão das águas um ponto estratégico, ligado a dimensões social, econômica e ambiental, a falta de percepção e conhecimento acerca dessa problemática e dos meios para a sua solução conduzem à insustentabilidade hídrica.

Essa percepção é corroborada pela análise do índice de eficiência pública: os recursos para investimentos em infraestrutura, por exemplo, são pequenos, devido ao enorme dispêndio que esses municípios têm com a folha de pagamento; e a geração de renda é tão pequena, que as receitas desses municípios dependem quase que exclusivamente de outros níveis de governo.

Além da falta de planejamento e de independência financeira, as ferramentas de gestão e planos (diretor, saneamento, etc.), que poderiam direcionar a tomada de decisão, são precários, frágeis ou, como no caso dos planos, inexistem. Tudo isso evidencia, não apenas os problemas a serem enfrentados por esses municípios, mas, também, as dificuldades para esse enfrentamento, que impedem uma melhor tomada de decisão e o consequente melhoramento do quadro exposto. Isto explica os pesos atribuídos pelos decisores, que priorizaram o acesso a serviços de saneamento e saúde, dentro da dimensão social, e a diminuição dos impactos sobre o ambiente, colocando a dimensão ambiental como primordial para gestão dos recursos hídricos.

Nessa perspectiva, na análise dos dados, feita pelo método *PROMETHEE* e pelo método multidecisor *COPELAND*, os municípios de Alagoa Grande, Esperança e Lagoa Seca são os de melhor desempenho e devem servir como cenário direcionador para os municípios que aparecem em posições subsequentes no *ranking*. Porém, é preciso ver de forma crítica os resultados alcançados, compreendendo que, mesmo alcançando as três melhores posições no *ranking*, esses municípios ainda possuem muitos aspectos a melhorar: devem discutir políticas públicas que tenham um escopo temporal de longo prazo, considerando todas as dimensões da sustentabilidade, dando a cada uma delas a prioridade estabelecida pelos decisores, em prol de uma gestão dos recursos hídricos mais eficiente e de um desenvolvimento sustentável.

Este estudo, mediante o diagnóstico apresentado para todas as dimensões analisadas, pode ser utilizado para melhor conhecimento dos problemas principais a serem enfrentados, baseando a construção de planos e ações voltados para esses aspectos, etc. A tomada de decisão, tendo como apoio dados sólidos, com tratamento analítico qualitativo e quantitativo, poderá, assim, ser mais satisfatória.

No entanto, vale ressaltar alguns pontos críticos e limitações que este estudo possui, considerando que estudos posteriores possam vir a superá-los ou que os resultados aqui encontrados sejam analisados sem grandes equívocos: a busca dos dados necessários se coloca como o ponto mais crítico para conclusão deste estudo, seja pela defasagem temporal ou por não serem encontrados no recorte apropriado, que seria o municipal; além disso,

alguns dados coletados em plataformas precisam ser vistos de forma crítica, pois os valores ali representados foram informados pelos próprios municípios, onde, na maioria das vezes, não é feito um estudo ou uma análise para ter a devida certeza de que os dados inseridos no sistema correspondem à verdade, como é o caso dos indicadores relativos ao saneamento básico.

Outro fator que impossibilitou a inserção de outros indicadores foi a falta de um plano da bacia hidrográfica do Rio Mamanguape. Dados referentes a volume, vazão, qualidade dos mananciais, estavam dispersos ou não existiam, outros não eram apresentados dentro de um recorte municipal, inviabilizando o uso (por exemplo, indicadores de demanda geral, disponibilidade superficial, segurança dos mananciais, etc.).

Outro gargalo se refere à necessidade de ser feito um estudo participativo, ou seja, que inclua uma quantidade de atores sociais envolvidos, para que emitam sua opinião. O questionário foi a ferramenta utilizada na busca desses dados, pois entende-se que facilita a participação dos atores, evitando maiores constrangimentos, considerando que eles não precisam se identificar. Inicialmente, se pensou em ter a participação de pelo menos um representante de cada prefeitura, que estivesse direta ou indiretamente envolvido na tomada de decisão que envolvesse os recursos hídricos. No entanto, conseguir pessoalmente ou por outros contatos a participação dessas pessoas se revelou trabalho árduo, que não obteve o resultado desejado. Apenas a prefeitura de Esperança, Lagoa Seca e Montadas se colocaram disponíveis.

Por fim, sugere-se que sejam realizados estudos posteriores ao próximo censo (2020), quando os dados serão atualizados, e também quando o plano da bacia hidrográfica do Rio Mamanguape estiver disponível, podendo assim atualizar os dados e incluir outros indicadores necessários.

Apesar dessas limitações, este estudo é um diagnóstico relevante para a região estudada, para a qual existem poucos estudos relativos à sustentabilidade hidroambiental e há poucas informações disponíveis aos gestores e interessados, seja para a tomada de decisão ou para o desenvolvimento de novas estratégias.

## REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H.; MELLO, M.; C. C.; BEZERRA, G. N. **O que é justiça ambiental?** Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2009. 160 p.

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. Disponível em: [www.aesa.pb.gov.br](http://www.aesa.pb.gov.br). Acesso em: 20 de fevereiro de 2017.

AGENDA 21. Compêndio para a Sustentabilidade. Disponível em: <http://www.institutoatkwvh.org.br/compendio/?q=node/21>. Acesso: 29 janeiro 2017.

ALMEIDA, A. T. de; COSTA, A. P. C. Modelo de Decisão Multicritério para Priorização de Sistemas de Informação com Base no Método PROMETHEE. **Gestão & Produção**, vol.9, n.2, ago. 2002, pp. 201-214.

ALMEIDA, J. 2001. **A problemática do desenvolvimento sustentável**: In: BECKER, D. F. (org.) **Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?** Santa Cruz do Sul: EDUNISC, p. 17-26.

ALMEIDA, S. R. de. **Indicadores de sustentabilidade e a gestão pública, novos caminhos em busca da eficiência e do atendimento das necessidades sociais: estudo de caso dos municípios paraibanos.**

ANA, Agência Nacional das Águas. Manual de Procedimentos Técnicos e Administrativos de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/@@busca?SearchableText=manual> Acesso em: 10 novembro de 2017.

ARAÚJO, C. L.; NASCIMENTO, E.; VIANNA, J. N. S. **Para onde nos guia a mão invisível: considerações sobre os paradoxos do modelo econômico hegemônico e sobre os limites ecológicos do desenvolvimento.** 2014.

ASA – BRASIL: Articulação Semiárido Brasileiro. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/>. Acesso em: 13 maio de 2017.

AZEVEDO, J. M. L. **A educação como política pública.** Campinas, SP: Autores Associados, 2001.

BELL, S.; MORSE, S. **Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable?** Earthscan, 2008, 228 páginas.

BENN, S.; DUNPHY, D. **Corporate sustainability: accountability or impossible dream?** In: ATKINSON, G.; DIETZ, S.; NEUMAYER, E. **Handbook of sustainable development.** EE Publishing, Northampton, Massachutes, 2007.

BERGH, J. C. J.M. GDP paradox. **Journal of Economic Psychology** 30 (2009). 117-135. 2009

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é: o que não é.** Rio de Janeiro: Vozes, 2012.

BOTELHO, R.G.M, SILVA, A.S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: GUERRA, A.J.T., VITTE, A.C. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. 1ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. P. 153-157.

BRAGA, B. HESPANHOL, I., CONEJO, J., MERZWA, J., BARROS, M., SPENCER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N., e EIGER, S. **Introdução á engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável.** 2º edição, Pearson, 2005.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=145411>. Acesso em: 20 junho de 2017.

BRASIL, Ministério de Saúde. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.** Dispõe sobre normas e padrões de potabilidade de água para consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de março, 2004, Seção 1, p. 266.

BRASIL. Lei N.º 6.308, de 02 de julho de 1996. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba. Disponível em: [http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/lei\\_E\\_11.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/lei_E_11.pdf). Acesso em: 05 maio de 2017.

BRUNDTLAND, G. H. 1987. **Our common future.** Reporto f the world commission of Environment and Development. New York: United Nations.

BUARQUE, S. C. **Construindo ou desenvolvimento sustentável.** Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

CAMPOS, V. N. de O. Comitê de bacia hidrográfica: um canal aberto à participação e à política? **REGA**, v. 2, n. 2, p. 49-60, jul./dez. 2005.

CÂNDIDO, G. A.; VASCONCELOS, A. C. F. de; SOUZA, E. de S. **Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios: Uma Proposta de Metodologia com a Participação de Atores Sociais e Institucionais.** In: CÂNDIDO, G. A. (Org). Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas. Campina Grande, PB: Ed. UFCG, 2010, pp. 87-117.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. (2002) **Economia dos Recursos Hídricos.** Salvador: Edufba.

CARVALHO, F.P. **As Cidades Frente ao Paradigma do Desenvolvimento Sustentável.** Universidade Cearense/UNICE. Curso de Especialização em Gerenciamento de Cidades. Fortaleza/CE. 2004.

CARVALHO, J. R. M. de; CURI, W. F.; CARVALHO, E. K. M. A.; CURI, R. C. **Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental: Um Estudo na Região do Alto Curso do Rio Paraíba, PB.** *Revista Sociedade & Natureza*, Uberlândia, ano 23, nº 2, maio/ago, 2011, pp. 295-310.

CARVALHO, J. R. M. de. **Sistema de indicadores para a gestão de recursos hídricos em municípios: uma abordagem através do método multicritério e multidecisor.** Tese aprovada no Programa de pós graduação em recursos naturais, 2013.

CARVALHO, P. G. M.; BARCELLOS, F. C. **Mensurando a sustentabilidade.** In: MAY, Peter H. (org.) Economia do meio ambiente: teoria e prática. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2010.

CARVALHO, R. G. de; KELTING, F. M. S.; SILVA, E. V. da. Indicadores socioeconômicos e gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 23 (1), abr. 2011, pp. 143-159.

CAVALCANTI, C. **Breve Introdução à Economia da Sustentabilidade.** In: CAVALCANTI, Clóvis (Org). Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma Sociedade Sustentável. 5 ed. São Paulo, Cortez; Recife, PE, Fundação Joaquim Nabuco, 2009.

CERQUEIRA, J. dos S.; ALBURQUERQUE, H. N. de; SOUZA, F. de A. S. de. **Operação de carro pipa para convivência com a seca e o desperdício de água potável no semiárido Paraibano.** Revista Espacios, v. 38, n° 11, pág. 19, 2017.

CHUNG, E.; LEE, K. S. **Prioritization of water management for sustainability using hydrologic simulation model and multicriteria decision making techniques.** Journal of environmental management, v. 90, p. 1502-1511, 2009.

CLÉMENÇON, R. **Welcome to the Anthropocene: Rio+20 and the of sustainable development.** Journal of environment & development, 21(3), 27, set. 2012. Disponível: <http://jed.sagepub.com/content/21/3/311.abstract>. Acesso em: 08 março 2017.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA LITORAL NORTE – CBH-LN. Atas e documentos finais. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/comite-de-bacias/litoral-norte/>. Acesso em: 15 julho de 2017.

COOPACNE, Cooperativa de projetos, assistência técnica e capacitação do Nordeste. **Proposta de implantação do Projeto Rio Mamanguape Fase II.** Campina Grande, 2014.

COSTA, A. A. V. M. R. **AGRICULTURA SUSTENTÁVEL III: INDICADORES**, 2010.

COSTA, R. B. da, MARIANO NETO, B. **Expedições geográficas: análise sócio-ambiental da bacia hidrográfica do médio curso do rio Mamanguape-PB.** (Relatório final IC) Guarabira/PB: UEPB/PRPGP/CNPq, 2009.

COSTANZA, R. **Ecological economics: the Science and management of sustainability.** New York: Columbia Press, 1991

DANIEL, C. **Perspectivas que o D. L e a distribuição de renda abrem a construção do socialismo.** IN. Poder Local e socialismo. São Paulo. Editora Fundação Perseu Abramo, 2002.

DATASUS. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Brasil. 2009. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>. Acesso em: 10 dezembro 2017.

DGA- Direção Geral do Ambiente. Portugal. Proposta para um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável. 2000.

Diagnóstico socioambiental do Estado da Paraíba: unidade e diversidade territorial. Secretária do Estado de Planejamento e Gestão (SEPLAG) Fundo de Combate a Erradicação da Pobreza (FUNCEP). 2012.

EMBRAPA Meio Ambiente. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n 50°.

FARIAS, E. E. V. **Distribuição da Água do Projeto de Integração do Rio São Francisco no Estado da Paraíba - Eixo Leste: Análise de Perdas**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande, 2009, p. 142

FAUSTINO, J. C. S. **Potencialidades e limites do desenvolvimento regional sustentável no município de Campina Grande/PB**. Monografia apresentada para conclusão de especialização em Gestão Pública Municipal, 2012.

FERREIRA, L. C. 2000. **Indicadores político-institucionais de sustentabilidade criando e acomodando demandas públicas**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/n6-7/20425.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2018.

GALLOPIN, G. 1997. **Indicators and their use: information for decision making**. In: MOLDAN, B., BILLHARZ, S. (Eds). Report on the projet on Inicators of Sustainable Development. Chichester: Jonh Wiley and Sons.

GARCIA, D. S. S. ***El principio de sostenibilidad y los puertos: a atividade portuária como garantidora da dimensão econômica da sustentabilidade***. 2011. 451 f. Tese (Doctorado em Derecho Ambiental y sostenibilidad de la Universidad de Alicante - UA) Universidade de Alicante, Espanha, 2011.

GARCIA, D. S. S. **Dimensão econômica da sustentabilidade: uma análise com base na economia verde e a teoria do decrescimento**. Revista Varedas do Direito. v13. n.25 Belo Horizonte, 2016.

GIATTI, L. L.; MÍRCIA, B. C.; NETO, A. L.; FREITAS, C. M.; MERDEIROS, M. S.; DESMOULIÉRE, S. J. M. **Manaus: uma análise ecossistêmica por meio de indicadores de sustentabilidade e de saúde**. In. Silveira, Carmen Beatriz; Fernandes, Tania Maria; Pellegrini, Bárbara. Cidades saudáveis alguns olhares sobre o tema. Rio de Janeiro, Fiocruz, 2014.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5ª ed. São Paulo, Atlas, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONDIM FILHO, J. G. C. **Sustentabilidade do Desenvolvimento do Semi-Árido sob o ponto de vista dos Recursos Hídricos**. Projeto Áridas: uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste: GT II – Recursos Hídricos. Fortaleza: IICA e Ministério da Integração Nacional, 1994;

GORZ, A. **Direito ao trabalho versus renda mínima**. Revista Serviço Social e Sociedade, n.º 52, v.17. São Paulo: Cortez, 1996.

GRAY, R.; BEBBINGTON, J. **Integrating human and ecological factors: a systematic approach to corporate sustainability**. In: ATKINSON, G.; DIETZ, S.; NEUMAYER, E. **Handbook of sustainable development**. EE Publishing, Northampton, Massachutes, 2007.

GUIMARÃES, L. T. **Proposta de um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para Bacias Hidrográficas**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008, p. 237.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na Construção de Indicadores de Sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, v. 12, n. 2, jul.-dez. 2009, pp. 307-323.

HARDI, P.; BARG, S. Measuring sustainable development: review of current practice. Occasional Paper, Canadá, n. 17, nov. 1997

HARDI, P; ZDAN, T. J. **The dashboard of sustainability: draft paper**, Winnipeg: IISD, 2000.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=25&search=paraiba>. Acesso: Ano de 2010, 2017 e 2018.

IBNET -**The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities**, 2011. Disponível em: <https://www.ib-net.org/> Acesso em: 10 novembro de 2017.

Institute of Systems Informatics and Safety, 1999./IUCN/ UNEP/ WWF. **World Conservation Strategy: living resource conservation for sustainable development**. Gland, Switzerland & Nairobi, Kenya: International Union for Conservation of Nature and Natural Resource (IUCN), United Nations Environment Programme (UNEP) & World Wildlife Fond (WWF), 1980.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Atlas da Vulnerabilidade Social**. 2010. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/>. Acesso em: 25 junho de 2017.

JACKSON, T. **Prosperity without growth**. Eartscan pubns Ltd, 2011. 286 p.

JESINGHAUS, J. A. 1999. European System of Environmental Pressure Indices Handbook: The indicators. Disponível em: <http://cci.ct.tudelft.nl/DSS/Remco/KarlsRulie.html>. Acesso em: 10 de março de 2017.

JUWANA, **Development of a Water Sustainability Index for West Java, Indonesia** Tese (Doutorado em Filosofia – School of Engineering and Science, Faculty of Health, Engineering and Science Victoria University) Australia, 2012.

LANNA, A. E. L. 2000<sup>a</sup>. **A inserção da gestão das Águas na gestão ambiental**. In: MUÑOZ, H.R. (Org.). Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da lei de águas de 1997. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos. 2<sup>o</sup> ed. p. 75-110.

LAURA, A. A. Tese: **Um método de modelagem de um sistema de indicadores de sustentabilidade para gestão dos recursos hídricos-MISGERH: o caso da bacia dos sinos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

LEFF, E. **La Capitalización de la Naturaleza y las Estrategias Fatales de la Sustentabilidad**. In **Formación Ambiental**. vol 7, n. 16, 17-20, 1996.

LEMONS, J. J. S. **Mapa da exclusão social no Brasil: Radiografia de um país assimetricamente pobre**. (Segunda edição revisada e atualizada), 2007.

LIMA, C. A. G. Análise e sugestão para diretrizes de uso das disponibilidades hídricas superficiais da bacia hidrográfica do rio Piancó, localizada no Estado da Paraíba. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, PB, 2004, p. 274.

LIMEIRA, M. C. M.; SILVA, T. C. da; CÂNDIDO, G. A. Gestão Adaptativa e Sustentável para a Restauração de Rios: Parte II O Tema Desenho do Programa de Capacitação Social. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 15, nº 1, jan/mar. 2010, pp. 27-38.

LUNA, R. M. Desenvolvimento do Índice de Pobreza Hídrica para o Semiárido Brasileiro. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos. Universidade Federal do Ceará, 2007, p. 138.

LYRA, R. L. W. C. de. **Análise Hierárquica dos Indicadores Contábeis sob a Óptica do Desempenho Empresarial**. Tese de doutorado. Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – Universidade de São Paulo, 2008, p. 171.

MACHADO, J. 10 Anos da Lei 9433: Avanços e Dificuldades. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Anais...** São Paulo/SP – 2007.

MCKENZIE, S. **SOCIAL SUSTAINABILITY: TOWARDS SOME DEFINITIONS**. Hawke Research Institute University of South Australia Magill, South Australia 2004.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: Realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da Experiência Francesa**. 2 ed. Editora Bertrand Brasil, 2010, p. 686.

MARANHÃO, N. **Sistema de indicadores para planejamento e gestão dos recursos hídricos de bacias hidrográficas**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – COPPE/UFRJ), Rio de Janeiro – RJ, 2007.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. **Índice de desenvolvimento sustentável para municípios (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos**

**níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba.** João Pessoa: Sebrae, 2008.

MARZALL, K. (1999) - *Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 224 pp.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J. Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas: Estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.17, nº 1, jan./abr. 2000, pp.41-59.

MEA- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis, Washington, DC: Island Press.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J. **Beyond the limits: confronting global collapse, envisioning a sustainable future**. Vermont: Chelsea Publishing Co. 1992. Disitária-UFPB, 1997. mechanisms to management. In: Tchiguirinskaia, I.; Bonell, M.; Hubert, P. (ed.) Scales

MENDONÇA, F. Desafios para o planejamento e a gestão integrada de recursos hídricos. In: STEINBERGER, M. **Território, ambiente e políticas públicas espaciais**. Brasília: Paralelo 15 e LGE editora, 2006;

MOREIRA, E. R. F., TARGINO, I. Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba. João Pessoa: Univer, 2014.

MUTIKANGA, H. E.; SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY , K. Multi-criteria Decision Analysis: A Strategic Planning Tool for Water Loss Management. **Water Resources Management**, v. 25, p.3947-3969, 2011.

NORONHA, L. C. Com boa gestão, não faltará água. In: BARROS FILHO, O. L.; BOJUNGA, S. (Orgs., Tempo das águas. Porto Alegre: Laser Press Comunicação, 2006. p. 15-39.

NUNES, E. R. M. **Metodologia para a gestão ambiental de bacias hidrográficas com abrangência para região hidrográfica: um estudo de caso do plano diretor do programa Pró-Guaíba RS**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, BR- SC, 2001.

OECD (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT): **Organization for Economic Cooperation and Development: core set of indicators for environmental performance reviews; a synthesis report by the group on the state of the environmental**. Paris: OECD, 1993.

OMS- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Informe Água, Saneamento e Higiene, 2015. Disponível em: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/jmp-2015-key-facts/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp-2015-key-facts/es/) Acesso em: 30 maio de 2017

OMS- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE e UNICEF. **Relatório Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and Sustainable Development Goal Baselines**, 2015. Disponível em: [https://www.unicef.org/brazil/pt/media\\_36643.html](https://www.unicef.org/brazil/pt/media_36643.html). Acesso em: 18 junho de 2017.

ONU- Organizações das Nações Unidas. Agenda 2030, relatório emitido em 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/> Acesso em: 23 de abril de 2017.

ONU- Organização das Nações Unidas. Resolução 64/292 de 2010, Direito Humano a água e ao saneamento. Disponível em: <http://www.un.org/en/ga/64/resolutions.shtml>. Acesso em: 15 setembro de 2017.

PEGADA ECOLÓGICA. Relatório Planeta Vivo: Biodiversidade, biocapacidade e desenvolvimento, 2010, WWF. Disponível em: [http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/08out10\\_planetavivo\\_relatorio2010\\_completo\\_n9.pdf](http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/08out10_planetavivo_relatorio2010_completo_n9.pdf) Acesso em: 16 fevereiro de 2017.

PEREIRA, S. S.. **Aplicação de método multicritério e multidecisor na gestão dos resíduos sólidos urbanos da região metropolitana de campina grande/pb**. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Recursos Naturais da UFCG, 2014.

PHILIPPI JR, A.; TUCCI, C. E. M.; HOGAN, D. J. e NAVEGANTES, R. **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. São Paulo: Signus Editora, 2000.

POLICARPO, M. A.; SANTOS, C. R. **Proposta metodológica de uma gestão integrada e participativa dos recursos naturais de uso comum: a contribuição da análise trade-off**. Revista de estudos ambientais, v.10, n. 2, p. 71-87, jul./dez. 2008.

POLICY RESEARCH INIATIVE (PRI). **Canadian Water Sustainability Index Retrieved** from [http://policyresearch.gc.ca/doclib/SD\\_PR\\_CWSI\\_web\\_e.pdf](http://policyresearch.gc.ca/doclib/SD_PR_CWSI_web_e.pdf), 2007;

POMPERMAYER, R. de S.; PAULA JÚNIOR, Durval R. de; CORDEIRO NETTO, Oscar de M. Análise Multicritério como Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos: O Caso das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 12, nº 3, jul/set 2007, pp. 117-127.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004>

PRODANOV, C. C., FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUINN, P.F.; HEWETT, C.J.M.; DOYLE, A. Scale appropriate modelling: from Ispra in Hydrology and Water Management.IAHS Pub. n. 287, pp. 17-37, 2004.

REZENDE, J. B.; PEREIRA, J. R. **Gestão pública em municípios de pequeno porte: velhas questões leis modernas e práticas patrimonialistas**. 2014. Publicado no Congresso internacional governo, gestão e profissionalização em âmbito local frente aos grandes desafios de nosso tempo

REZENDE, F. **Federalismo fiscal: novo papel para estados e municípios – o município no século XXI – cenários e perspectivas**. 1. ed. São Paulo: Cepam, 1999. p. 87-96. v. 1.

SAGRES. Portal da Cidadania. Tribunal de Contas do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://portal.tce.pb.gov.br/aplicativos/sagres/>. Acesso em: 15 abril de 2013.

SALES, L. G. de L. **Indicadores de sustentabilidade hidroambiental para bacias hidrográficas do semiárido brasileiro: uma proposta de operacionalização na sub-bacia do Rio do Peixe PB**. Tese apresentada no Programa de pós-graduação em Recursos Naturais, 2014.

SANTOS, M. D. **O papel dos municípios na gestão de recursos hídricos: estudo de caso sobre o município de rio acima/mg**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

SANTOS, M. A reinvenção do espaço: Diálogos em torno da construção do significado de uma categoria. São Paulo, Unesp, 2002.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S.; **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura**. 2014.

SILVA, C. L., MENDES, J. G. (orgs.). **Reflexões sobre o desenvolvimento sustentável: agentes e interações sobre a ótica multidisciplinar**. Petrópolis, Vozes, 2005.

SILVA, G. L. da; AURELIANO, J. T.; LUCENA, S. V. de O. Proposição de um Índice de Qualidade de Água Bruta para Abastecimento Público. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Vol. 9, no. 1, p. 17-24, jan./jun. 2012.

SILVA, J. T. M.; CABRERA, P. A. L.; TEIXEIRA, L. A. A. Aplicação do Método de Análise Hierárquica no Processo de Tomada de Decisão: Um Estudo com o Empreendedor Agrícola da Região de Divino/MG. **Revista Gestão e Planejamento**, ano 7, nº 14, Salvador, 2006, pp. 19-30.

SILVA, L. L. D. da S. **Entre terras, serras e águas: Uma análise geográfica do rio Mamanguape no Agreste/Brejo Paraibano**. Monografia apresentada no curso de Licenciatura plena em geografia pela Universidade Estadual da Paraíba, 2012.

SILVA, S. S.; REIS, R. P.; AMÂNCIO, R. **Conceitos atribuídos a sustentabilidade em organização de diversos setores**. Revista de ciências da administração, vol. 16, n. 40, p 90-103, 2014.

SILVA, V. B. S.; MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. A Multicriteria Group Decision Model to Support Watershed Committees in Brazil. **Water Resources Management**, v. 24, p.4075–4091, 2010.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. 2010. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 06 março de 2017.

SNIS Sistema Nacional de informações sobre saneamento. Diagnostico do serviço de água e esgotos, 2014. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/> Acesso em: 12 março de 2017.

SOARES, S. R. **Análise multicritério com instrumento de gestão ambiental**. Dissertação (Mestrado). UFSC, Florianópolis, 2003. Disponível em: <[www.ens.ufsc.br/~soares](http://www.ens.ufsc.br/~soares)>. Acesso em: 20 outubro de 2017.

SOUZA FILHO, F. de A. de. **A política nacional de recursos hídricos: Desafios para sua implantação no semiárido brasileiro**. In: Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido - INSA, 2011;

SOUZA, M. P. de 2000. **Instrumentos de gestão ambiental: fundamentos e prática**. São Carlos: Editora Riani Costa, 2000. 112 p.

SOUZA, R.S. de. 2000. **Entendendo a Questão Ambiental: Temas de economia, política e gestão do meio ambiente**. Santa Cruz do Sul- RS: EDUNISC, 461 p.

SULLIVAN, C.A. “Calculating a Water Poverty Index”. World Development, 30, pp.

TUNDISI, J. G. **Água no século 21: enfrentando a escassez**. 2009. São Carlos-SP: RiMa/iiE.

UNICEF & OMS Progresso n sanitation and driking water. 2015. Uptade And MDG Assessment. Acesso em: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/177752/1/9789241509145\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/177752/1/9789241509145_eng.pdf?ua=1). Acessado 01 de maio de 2017.

UNSD- United Nations Statistics Division. Indicators of sustainable Development Framework and Methodologies. *Commission on sustainable Development. United Nations*, New York. Disponível em: <http://nepis.epa.gov>. Acesso em: 19 novembro de 2017.

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

VEIGA, J. E. da.,. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo. Editora 34, 2015, 1º edição.

VIEIRA, P. F.; WEBER, J. **Introdução Geral: Sociedades, Naturezas e Desenvolvimento Viável**. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Orgs.). *Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a Pesquisa Ambiental*. Tradução Anne Sophie de Pontbriand Vieira, Christilla de Lassus. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2002, p. 17-49.

VIEIRA, P. M. S.; STUDART, T. M. C. Proposta Metodológica para o Desenvolvimento de um Índice de Sustentabilidade Hidro-Ambiental de Áreas Serranas no Semiárido Brasileiro - Estudo de Caso: Maciço de Baturité, Ceará. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 14, nº4 out/dez 2009, pp. 125-136.

WEBER, J. & REVERET, J. P. 1993. **Lagestion des relations sociétés-natures: modes d'appropriation et processus de decision.** Le monde diplomatique n. 2 (Coll, Savoirs).

WEBER, J. Gestão de recursos renováveis: fundamentos teóricos de um programa de pesquisas. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (orgs.). **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento:** novos desafios para a pesquisa ambiental. Tradução de Anne Sophie de Pontbriand Vieira e Christilla de Lassus. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

WOODCRAFT, S. **Social Sustainability and Nem Communities: Moving From Concept to Practice in the UK.** Cairo: Aice-BS, 2012.

## ANEXOS

### ANEXO 1 – Pesos atribuídos pelos decisores

#### PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR I

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	2	Pessoas de baixa renda	2	Aridez	1	Capacidade Institucional	1
Índice Abastecimento rural	2	PIB indústria	2	Perdas no abastecimento	2	Eficiência Pública	2
Índice com esgotamento sanitário	2	PIB agropecuária	3	Precipitação média anual	2		
Mortalidade infantil	1	PIB serviços	3	Demanda de água urbana	2		
Taxa de hospitalização por diarreia	3	Despesas saúde per capita	2	Cloro residual fora do padrão	2		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	3	Despesas gestão ambiental per capita	2	Turbidez fora do padrão	1		
IDH-M	2	Tarifa de água	3	Coliformes totais fora do padrão	1		
Densidade populacional total	3			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	2		
Taxa de fecundidade	3			Índice de esgoto tratado	2		
IDEB	1						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR II

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	5	Pessoas de baixa renda	5	Aridez	5	Capacidade Institucional	4
Índice Abastecimento rural	4	PIB indústria	4	Perdas no abastecimento	5	Eficiência Pública	5
Índice com esgotamento sanitário	5	PIB agropecuária	4	Precipitação média anual	4		
Mortalidade infantil	5	PIB serviços	4	Demanda de água urbana	1		
Taxa de hospitalização por diarreia	5	Despesas saúde per capita	5	Cloro residual fora do padrão	5		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	5	Despesas gestão ambiental per capita	4	Turbidez fora do padrão	4		
IDH-M	4	Tarifa de água	4	Coliformes totais fora do padrão	5		
Densidade populacional total	5			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	5		
Taxa de fecundidade	4			Índice de esgoto tratado	5		
IDEB	4						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR III

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	5	Pessoas de baixa renda	4	Aridez	4	Capacidade Institucional	5
Índice Abastecimento rural	4	PIB indústria	3	Perdas no abastecimento	4	Eficiência Pública	5
Índice com esgotamento sanitário	5	PIB agropecuária	3	Precipitação média anual	5		
Mortalidade infantil	5	PIB serviços	5	Demanda de água urbana	4		
Taxa de hospitalização por diarreia	5	Despesas saúde per capita	3	Cloro residual fora do padrão	4		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	5	Despesas gestão ambiental per capita	5	Turbidez fora do padrão	4		
IDH-M	5	Tarifa de água	5	Coliformes totais fora do padrão	5		
Densidade populacional total	3			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	5		
Taxa de fecundidade	3			Índice de esgoto tratado	5		
IDEB	3						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR IV

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	4	Pessoas de baixa renda	3	Aridez	4	Capacidade Institucional	4
Índice Abastecimento rural	3	PIB indústria	3	Perdas no abastecimento	4	Eficiência Pública	3
Índice com esgotamento sanitário	4	PIB agropecuária	3	Precipitação média anual	4		
Mortalidade infantil	4	PIB serviços	3	Demanda de água urbana	3		
Taxa de hospitalização por diarreia	4	Despesas saúde per capita	3	Cloro residual fora do padrão	4		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	4	Despesas gestão ambiental per capita	4	Turbidez fora do padrão	4		
IDH-M	4	Tarifa de água	4	Coliformes totais fora do padrão	4		
Densidade populacional total	3			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	4		
Taxa de fecundidade	3			Índice de esgoto tratado	4		
IDEB	3						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR V

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	5	Pessoas de baixa renda	4	Aridez	3	Capacidade Institucional	3
Índice Abastecimento rural	4	PIB indústria	4	Perdas no abastecimento	3	Eficiência Pública	4
Índice com esgotamento sanitário	4	PIB agropecuária	5	Precipitação média anual	4		
Mortalidade infantil	4	PIB serviços	3	Demanda de água urbana	3		
Taxa de hospitalização por diarreia	3	Despesas saúde per capita	3	Cloro residual fora do padrão	3		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	4	Despesas gestão ambiental per capita	2	Turbidez fora do padrão	3		
IDH-M	3	Tarifa de água	3	Coliformes totais fora do padrão	4		
Densidade populacional total	3			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	4		
Taxa de fecundidade	2			Índice de esgoto tratado	4		
IDEB	4						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR VI

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	5	Pessoas de baixa renda	5	Aridez	5	Capacidade Institucional	2
Índice Abastecimento rural	5	PIB indústria	2	Perdas no abastecimento	5	Eficiência Pública	2
Índice com esgotamento sanitário	5	PIB agropecuária	3	Precipitação média anual	2		
Mortalidade infantil	2	PIB serviços	4	Demanda de água urbana	3		
Taxa de hospitalização por diarreia	2	Despesas saúde per capita	4	Cloro residual fora do padrão	3		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	2	Despesas gestão ambiental per capita	1	Turbidez fora do padrão	3		
IDH-M	2	Tarifa de água	5	Coliformes totais fora do padrão	2		
Densidade populacional total	5			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	2		
Taxa de fecundidade	5			Índice de esgoto tratado	3		
IDEB	4						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR VII

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	5	Pessoas de baixa renda	5	Aridez	1	Capacidade Institucional	4
Índice Abastecimento rural	5	PIB indústria	5	Perdas no abastecimento	5	Eficiência Pública	1
Índice com esgotamento sanitário	5	PIB agropecuária	5	Precipitação média anual	5		
Mortalidade infantil	5	PIB serviços	5	Demanda de água urbana	1		
Taxa de hospitalização por diarreia	5	Despesas saúde per capita	1	Cloro residual fora do padrão	1		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	5	Despesas gestão ambiental per capita	1	Turbidez fora do padrão	1		
IDH-M	1	Tarifa de água	1	Coliformes totais fora do padrão	5		
Densidade populacional total	5			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	5		
Taxa de fecundidade	1			Índice de esgoto tratado	5		
IDEA	1						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR VIII

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	5	Pessoas de baixa renda	5	Aridez	2	Capacidade Institucional	5
Índice Abastecimento rural	5	PIB indústria	3	Perdas no abastecimento	5	Eficiência Pública	5
Índice com esgotamento sanitário	5	PIB agropecuária	3	Precipitação média anual	2		
Mortalidade infantil	5	PIB serviços	3	Demanda de água urbana	5		
Taxa de hospitalização por diarreia	5	Despesas saúde per capita	5	Cloro residual fora do padrão	5		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	5	Despesas gestão ambiental per capita	5	Turbidez fora do padrão	5		
IDH-M	4	Tarifa de água	3	Coliformes totais fora do padrão	5		
Densidade populacional total	2			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	5		
Taxa de fecundidade	2			Índice de esgoto tratado	5		
IDEB	4						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR IX

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	5	Pessoas de baixa renda	4	Aridez	4	Capacidade Institucional	5
Índice Abastecimento rural	5	PIB indústria	4	Perdas no abastecimento	5	Eficiência Pública	5
Índice com esgotamento sanitário	5	PIB agropecuária	3	Precipitação média anual	5		
Mortalidade infantil	5	PIB serviços	4	Demanda de água urbana	5		
Taxa de hospitalização por diarreia	5	Despesas saúde per capita	4	Cloro residual fora do padrão	4		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	5	Despesas gestão ambiental per capita	4	Turbidez fora do padrão	4		
IDH-M	4	Tarifa de água	4	Coliformes totais fora do padrão	5		
Densidade populacional total	4			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	5		
Taxa de fecundidade	3			Índice de esgoto tratado	4		
IDEB	3						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR X

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	5	Pessoas de baixa renda	4	Aridez	4	Capacidade Institucional	2
Índice Abastecimento rural	5	PIB indústria	3	Perdas no abastecimento	5	Eficiência Pública	2
Índice com esgotamento sanitário	5	PIB agropecuária	4	Precipitação média anual	5		
Mortalidade infantil	5	PIB serviços	4	Demanda de água urbana	3		
Taxa de hospitalização por diarreia	5	Despesas saúde per capita	4	Cloro residual fora do padrão	5		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	5	Despesas gestão ambiental per capita	4	Turbidez fora do padrão	5		
IDH-M	4	Tarifa de água	5	Coliformes totais fora do padrão	5		
Densidade populacional total	4			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza)	5		
Taxa de fecundidade	4			Índice de esgoto tratado	5		
IDEB	4						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR XI

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	5	Pessoas de baixa renda	5	Aridez	5	Capacidade Institucional	4
Índice Abastecimento rural	5	PIB indústria	3	Perdas no abastecimento	5	Eficiência Pública	4
Índice com esgotamento sanitário	4	PIB agropecuária	3	Precipitação média anual	4		
Mortalidade infantil	5	PIB serviços	4	Demanda de água urbana	4		
Taxa de hospitalização por diarreia	5	Despesas saúde per capita	4	Cloro residual fora do padrão	4		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	5	Despesas gestão ambiental per capita	3	Turbidez fora do padrão	4		
IDH-M	3	Tarifa de água	4	Coliformes totais fora do padrão	4		
Densidade populacional total	3			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	5		
Taxa de fecundidade	4			Índice de esgoto tratado	4		
IDEA	4						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR XII

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	5	Pessoas de baixa renda	4	Aridez	5	Capacidade Institucional	5
Índice Abastecimento rural	5	PIB indústria	5	Perdas no abastecimento	5	Eficiência Pública	5
Índice com esgotamento sanitário	5	PIB agropecuária	5	Precipitação média anual	5		
Mortalidade infantil	4	PIB serviços	5	Demanda de água urbana	5		
Taxa de hospitalização por diarreia	4	Despesas saúde per capita	4	Cloro residual fora do padrão	5		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	4	Despesas gestão ambiental per capita	5	Turbidez fora do padrão	5		
IDH-M	4	Tarifa de água	5	Coliformes totais fora do padrão	5		
Densidade populacional total	4			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	5		
Taxa de fecundidade	4			Índice de esgoto tratado	5		
IDEB	4						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR XIII

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	5	Pessoas de baixa renda	4	Aridez	3	Capacidade Institucional	4
Índice Abastecimento rural	5	PIB indústria	3	Perdas no abastecimento	5	Eficiência Pública	3
Índice com esgotamento sanitário	5	PIB agropecuária	5	Precipitação média anual	4		
Mortalidade infantil	3	PIB serviços	5	Demanda de água urbana	3		
Taxa de hospitalização por diarreia	5	Despesas saúde per capita	3	Cloro residual fora do padrão	4		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	5	Despesas gestão ambiental per capita	5	Turbidez fora do padrão	4		
IDH-M	2	Tarifa de água	3	Coliformes totais fora do padrão	4		
Densidade populacional total	3			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	5		
Taxa de fecundidade	2			Índice de esgoto tratado	4		
IDEB	3						

PESOS ATRIBUIDOS PELO DECISOR XIV

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	4	Pessoas de baixa renda	3	Aridez	3	Capacidade Institucional	4
Índice Abastecimento rural	4	PIB indústria	2	Perdas no abastecimento	5	Eficiência Pública	5
Índice com esgotamento sanitário	4	PIB agropecuária	3	Precipitação média anual	4		
Mortalidade infantil	3	PIB serviços	4	Demanda de água urbana	5		
Taxa de hospitalização por diarreia	2	Despesas saúde per capita	5	Cloro residual fora do padrão	5		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	3	Despesas gestão ambiental per capita	5	Turbidez fora do padrão	4		
IDH-M	1	Tarifa de água	3	Coliformes totais fora do padrão	5		
Densidade populacional total	4			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	5		
Taxa de fecundidade	3			Índice de esgoto tratado	5		
IDEB	4						

PESOS ATRIBUÍDOS PELO DECISOR XV

Dimensão Social	Peso	Dimensão Econômica	Peso	Dimensão ambiental	Peso	Dimensão institucional	Peso
Índice de abastecimento geral urbano	5	Pessoas de baixa renda	5	Aridez	4	Capacidade Institucional	4
Índice Abastecimento rural	5	PIB indústria	3	Perdas no abastecimento	5	Eficiência Pública	4
Índice com esgotamento sanitário	5	PIB agropecuária	3	Precipitação média anual	5		
Mortalidade infantil	5	PIB serviços	3	Demanda de água urbana	5		
Taxa de hospitalização por diarreia	4	Despesas saúde per capita	4	Cloro residual fora do padrão	4		
Mortalidade por doenças parasitárias e infecciosas	5	Despesas gestão ambiental per capita	4	Turbidez fora do padrão	4		
IDH-M	5	Tarifa de água	1	Coliformes totais fora do padrão	5		
Densidade populacional total	3			Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza	4		
Taxa de fecundidade	4			Índice de esgoto tratado	5		
IDEA	5						

**ANEXO 2 - Questionário para atribuição dos pesos aos indicadores, dimensões e sub-dimensões**

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

Os resultados desse questionário serão utilizados na dissertação de **SABRINA RIBEIRO DE ALMEIDA** que tem como orientador o professor doutor, titular da UFCG, **WILSON FLADO CURI**. O programa a que está vinculado esse trabalho é o **PPGRN-Programa de Pós-graduação em recursos naturais**.

Sua contribuição com essa pesquisa é de suma importância, ficando garantido o sigilo das informações aqui fornecidas. Os dados serão analisados sem identificação do respondente.

Abaixo apresentamos o questionário com os indicadores de sustentabilidade que irão compor o modelo da dissertação. Nesse quesito o respondente deverá responder quanto a importância que o indicador proposto possui, dentro da sua percepção. As respostas vão de Nenhuma importância a Muito alta, ou sem opinião.

Ao final do questionário o respondente pode sugerir indicadores que ele considera que são importantes, mas que não foram aqui apresentados.

**CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO**

1. Área de atuação \_\_\_\_\_
2. Instituição vinculada/município \_\_\_\_\_
3. Maior titulação [  ] Graduação [  ] Mestrado [  ] Doutorado
4. Área da maior titulação \_\_\_\_\_

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES**

Assinale o espaço que representa o grau de importância mais adequado á sua percepção com relação a cada um dos critérios conforme escala adotada.

I – Levando em consideração apenas a dimensão SOCIAL pede-se para avaliar a importância de cada um dos indicadores.

INDICADORES DA DIMENSÃO SOCIAL	GRAU DE IMPORTÂNCIA DO INDICADOR					
	Nenhuma	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Sem opinião
Índice de abastecimento geral de água urbano						
Índice de abastecimento rural						

Índice com esgotamento sanitário						
Mortalidade infantil						
Taxa de hospitalização por diarreia						
Mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias						
IDSUS						
IDH-M						
Densidade populacional total						
Grau de urbanização						
Taxa de fecundidade						
IDEB						

II – Levando em consideração apenas a dimensão ECONÔMICA pede-se para avaliar a importância de cada um dos indicadores

INDICADORES DA DIMENSÃO ECONÔMICA	GRAU DE IMPORTÂNCIA DO INDICADOR					
	Nenhuma	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Sem opinião
Pessoas de baixa renda (1/2 Salário-mínimo mês)						
PIB Indústria						
PIB Agropecuário						
PIB Serviços						
PIB per capita						
Tarifa de água						

Despesas com saúde per capita						
Despesas com gestão ambiental						

III - Levando em consideração apenas a dimensão AMBIENTAL pede-se para avaliar a importância de cada um dos indicadores

INDICADORES DA DIMENSÃO AMBIENTAL	GRAU DE IMPORTÂNCIA DO INDICADOR					
	Nenhuma	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Sem opinião
Aridez						
Precipitação média anual						
Disponibilidade de água subterrâneas						
Disponibilidade de água superficial						
Perdas no abastecimento						
Demanda de água agregada						
Amostras de turbidez do sistema fora do padrão (qualidade da água)						
Amostras de cloro residual fora do padrão (qualidade da água)						
Amostras de coliformes fecais fora do padrão (qualidade da água)						
Coleta de lixo adequada						
Existência de Fossa séptica ou rudimentar.						
Índice de esgoto tratado						

IV - Levando em consideração apenas a dimensão INSTITUCIONAL pede-se para avaliar a importância de cada um dos indicadores

INDICADORES DA DIMENSÃO INSTITUCIONAL	GRAU DE IMPORTÂNCIA DO INDICADOR					
	Nenhuma	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Sem opinião
Participação nos comitês de bacia						
Índice de capacidade institucional						
Eficiência pública						

Caso necessário, solicitamos a gentileza de efetuar algum comentário acerca dos indicadores adotados, bem como sugerir algum (alguns) indicador (es) segundo sua percepção que supostamente não foram contemplados nesta proposta e que poderiam ser incluídos.

### **ANÁLISE DAS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL**

Do ponto de vista da SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL, julgue qual dimensão, na sua opinião seria a mais relevante, SENDO o 1º primeiro lugar (para a mais relevante) até o 4º lugar (para menos relevante).

	1º	2º	3º	4º
Dimensão social				
Dimensão econômica				
Dimensão político-institucional				
Dimensão ambiental				

Do ponto de vista da SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL julgue o grau de importância das sub-dimensões da dimensão SOCIAL

	Nenhuma	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Sem opinião
Acesso (a serviços de saneamento básico)						
Saúde (garantia de serviços de qualidade)						
Renda (desenvolvimento socioeconômico da população)						
População (refere-se ao crescimento da população)						
Educação (desempenho da educação municipal)						

Do ponto de vista da SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL julgue o grau de importância das sub-dimensões da dimensão ECONÔMICA

	Nenhuma	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Sem opinião
Renda (relacionado a renda das famílias)						
PIB (relacionado ao PIB serviços, agropecuário e industrial)						
Tarifa (relacionado ao pagamento da tarifa de água)						
Despesas (relacionado as despesas com saúde e com gestão ambiental)						

Do ponto de vista da SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL julgue o grau de importância das sub-dimensões da dimensão AMBIENTAL

	Nenhuma	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Sem opinião
Ambiente (relacionado a aridez e precipitação anual)						
Eficiência do sistema (perdas no abastecimento de água)						
Demanda (demanda de água urbana dos municípios)						
Qualidade da água do sistema (quanto a Turbidez, coliformes fecais e cloro residual)						
Potencial de contaminação (coleta de lixo e tratamento de esgoto)						

Do ponto de vista da SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL julgue o grau de importância das sub-dimensões da dimensão INSTITUCIONAL

	Nenhuma	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Sem opinião
Político-Institucional						