



ARTIGO ORIGINAL

Sustentabilidade hidroambiental: uma análise multicriterial com multidecisor

Hydroenvironmental sustainability: a multi-criterial analysis with multi-decision

sostenibilidad hidroambiental: un análisis multicriterial con varias decisiones

Sabrina Ribeiro Almeida¹, Wilson, Fadlo Curi² & Zedna Mara de Castro Lucena Vieira³

PALAVRAS-CHAVE

Sustentabilidade,
Indicadores de
sustentabilidade, Método
multicritério e
multidecisor.

Resumo: Na perspectiva de contribuir na construção de conhecimentos sobre a gestão dos recursos hídricos em bases sustentáveis, esse estudo tem como objetivo geral diagnosticar a realidade hidroambiental dos municípios do alto curso do Rio Mamanguape, através da seleção e estruturação sistemática de indicadores de sustentabilidade. Para que possam representar a realidade hidroambiental dos municípios e apresentar cenários que facilitem a tomada de decisão. Para isso foi selecionado um grupo de indicadores que representassem quatro dimensões da sustentabilidade: ambiental, social, econômica e institucional. Visando validar os indicadores um grupo de decisores atribuíram pesos aos indicadores e as dimensões da sustentabilidade selecionados. A análise dos dados foi realizada pelo método PHOMETHEE II e pelo COPELAND. Os principais resultados no que se refere ao *ranking* dos municípios mostraram que Alagoa Grande, Esperança e Lagoa Seca são os municípios de melhor performance. No entanto, a região estudada se encontra em situação desfavorável no tocante aos indicadores estudados, sendo necessário uma análise individual de cada indicador, por parte dos tomadores de decisão e dos atores sociais, buscando visualizar as relações existentes com o objetivo de melhorar sua sustentabilidade.

KEYWORDS

Sustainability,
Sustainability
Indicators, Multicriteria
and multidecision
method.

Abstract:

Abstract: In the perspective of contributing to the construction of knowledge on water resources management on sustainable bases, this study aims to select, justify and systematically structure sustainability indicators. That can represent the municipalities hydro-environmental reality and present scenarios that facilitate the taking decision. For this a group of indicators was selected that represented four dimensions of sustainability: environmental, social, economic and institutional. In order to validate the indicators, a group of decision makers gave weights to the indicators and the

¹ Universidade Federal da Paraíba, e-mail: sabrina_almeidacont@hotmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, UFCG, e-mail: wfcuri@gmail.com

³ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFCG, e-mail: zedvieira@globo.com

dimensions of sustainability selected. Data analysis was performed by the PHOMETHEE II method and by COPELAND. The main results regarding the ranking of municipalities showed that Alagoa Grande, Esperança and Lagoa Seca are the best performing municipalities. However, the studied region is in an unfavorable situation regarding the studied indicators, being necessary an individual analysis of each indicator, by the decision makers and the social actors, seeking to visualize the existing relations in order to improve their sustainability.

PALABRAS CLAVE

Sostenibilidad,
Indicadores de
sostenibilidad,
Multicriterios y método
de multidecisión.

Resumen: Desde la perspectiva de contribuir a la construcción de conocimiento sobre la gestión de los recursos hídricos sobre bases sostenibles, este estudio tiene como objetivo seleccionar, justificar y estructurar sistemáticamente indicadores de sostenibilidad. Que puedan representar la realidad hidroambiental de los municipios y los escenarios actuales que facilitan la toma de decisiones. Para ello, se seleccionó un grupo de indicadores que representaban cuatro dimensiones de sostenibilidad: ambiental, social, económica e institucional. Para validar los indicadores, un grupo de tomadores de decisiones evaluó los indicadores y las dimensiones de sostenibilidad seleccionadas. El análisis de los datos se realizó mediante el método PHOMETHEE II y COPELAND. Los principales resultados con respecto al ranking de municipios mostraron que Alagoa Grande, Esperança y Lagoa Seca son los municipios con mejor desempeño. Sin embargo, la región estudiada se encuentra en una situación desfavorable con respecto a los indicadores estudiados, siendo necesario un análisis individual de cada indicador, por parte de quienes toman las decisiones y los actores sociales, buscando visualizar las relaciones existentes para mejorar su sostenibilidad.

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. Dessa forma, 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).

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.

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. 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. 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.

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.

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.

Buscando maior clareza sobre as variáveis relacionadas a sustentabilidade hídrica que possam embasar ações, planejamentos e políticas públicas eficientes sob essa ótica, os indicadores de

sustentabilidade são ferramentas cada vez mais utilizadas 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.

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). 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.

Nesse contexto, o objetivo desse estudo é diagnosticar a realidade hidroambiental dos municípios do alto curso do Rio Mamanguape, através da seleção e estruturação sistemática de indicadores de sustentabilidade. Para que possam apresentar cenários que facilitem a tomada de decisão, através da análise multicriterial e multidecisor.

Dessa forma, esse estudo tem o seguinte problema de pesquisa: Qual o diagnóstico dos municípios do alto curso do Rio Mamanguape quanto a sustentabilidade hidroambiental?

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 multidecisor, apresentando cenários, dá maior fidedignidade e confiabilidade à análise dos problemas enfrentados pela região, possibilitando uma melhor tomada de decisão.

Elementos teóricos da pesquisa

Dimensões da sustentabilidade

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 (1998), que a decadência da humanidade aconteceria através de suas próprias ações. 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.

Do ponto de vista de Buarque (2009), o conceito de desenvolvimento sustentável resulta 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 ONU (2010) enfatiza que a aplicação dos recursos deve atender as necessidades humanas e aumentar a qualidade de vida, visão esta complementada por Almeida (2001), quando afirma que devem ser atendidas as necessidades dos grupos sociais a partir de uma gestão democrática.

A sustentabilidade na dimensão econômica está, então, 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.

A dimensão social da sustentabilidade é conhecida como o capital humano e está relacionado às qualidades dos seres humanos. Essa dimensão está baseada num processo de melhoria da qualidade de vida da sociedade, buscando reduzir as discrepâncias entre a opulência e a miséria, com nivelamento de padrão de renda, acesso à educação, moradia, alimentação, ou seja, da garantia mínima dos direitos sociais básicos.

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. Sendo essa dimensão a base de sustentação para as demais.

Indicadores de sustentabilidade

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”. Agregados em índices, os indicadores podem designar grandezas quantitativas ou qualitativas (MARANHÃO, 2007).

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).

Gestão participativa

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 construção da 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.

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.

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. Muitos gestores sequer percebem a relevância estratégica, além de que existe uma subordinação a grupos de interesses que revelam um retrocesso nesse âmbito (SALES, 2014).

No que se refere aos municípios, esses assumem papel central na efetivação das políticas ambientais, incluindo os recursos hídricos, mesmo não possuindo competência direta para legislar sobre esses recursos (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.

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 detêm 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

Não obstante, o papel do município se amplia quando esse é responsável 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). 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). É importante ressaltar também o papel da educação básica dentro do contexto ambiental e de participação social.

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 a água a todos, 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 as dos demais, no entanto como ressaltado por Maranhão (2007) e por Sales (2014) somam-se a aspectos históricos de povoamento da região e a relação de dependência existente entre os recursos hídricos e as atividades desenvolvidas.

Além dos aspectos de desenvolvimento socioeconômico e ambientais 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.

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.

Elementos metodológicos da pesquisa

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 km² 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. Para fins desse trabalho são estudados os municípios pertencentes ao alto curso do Rio Mamanguape.

As principais atividades desenvolvidas no Alto Curso do rio Mamanguape revelam enorme dependência em relação aos mananciais. 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. Os municípios estudados são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Municípios do alto curso da bacia do Rio Mamanguape

Municípios do recorte estudado
Alagoa Grande
Alagoa Nova
Areia
Areial
Esperança
Lagoa Seca
Pocinhos
Matinhas
Montadas
São Sebastião de Lagoa de Roça
Serra Redonda

Fonte: Agência Nacional das águas, 2001.

Indicadores de sustentabilidade

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 2 onde estão divididos em 10 (Dimensão Social), 7 (Dimensão Econômica), 9 (Dimensão Ambiental) e 3 (Dimensão Institucional).

Quadro 2: Indicadores do Modelo

Subtema:	Indicador:
INDICADORES SOCIAIS	
Acesso	Índice de abastecimento urbano de água
	Índice de abastecimento rural de água
	Índice com esgotamento sanitário
Saúde	Mortalidade Infantil
	Taxa de hospitalização por diarreia
	Taxa de hospitalização por doenças infecciosas e parasitárias
Renda	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M)
População	Densidade Demográfica total
	Taxa de Fecundidade
Educação	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)
INDICADORES ECONOMICOS	
Renda	Pessoas de baixa renda (1/2 Salário Mínimo)
PIB	PIB Indústria
	PIB Agropecuária
	PIB Serviços
Tarifa	Tarifa de água
Despesas	Despesa total com saúde, per capita
	Despesas com gestão ambiental, per capita
INDICADORES AMBIENTAIS	
Ambiente	Aridez
	Precipitação média anual
Eficiência do sistema	Perdas no abastecimento
Demanda	Demanda de água urbana
Qualidade da água do sistema	Turbidez total fora do padrão
	Coliformes totais fora do padrão
	Cloro residual fora do padrão
Potencial de contaminação	Domicílios atendidos com coleta de lixo
	Índice de esgoto tratado
INDICADORES INSTITUCIONAIS	
Político-institucional	Participação no comitê de bacias hidrográficas
	Índice de capacidade institucional
	Eficiência pública

Fonte: Elaboração própria, 2018.

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.

Análise dos dados

Posteriormente a revisão bibliográfica e seleção dos indicadores, que se basearam em estudos previamente consultados como os de: Laura (2004), Luna (2007), Pompermayer et. al (2007), Guimaraes (2008), Martins e Candido (2008), Vieira e Studart (2009), Magalhães (2010), Carvalho et. al (2011), Carvalho e Curi (2013) e Carvalho (2013) foi realizada a seleção e consulta do decisores que deveriam atribuir pesos as dimensões e indicadores selecionados.

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; (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.

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.

Depois de atribuído os pesos as dimensões e indicadores todos os dados foram transferidos para o *RIOSS-Riverbasin Information and Operation Support System* 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. 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*. Com todos os dados registrados no programa RIOSS foi realizada a análise multicriterial *PHOMETHEE II* e o *COPELAND*.

Apresentação e discussão dos resultados

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

Aspectos sociais

A tabela 1 mostra os resultados dos municípios quanto aos índices de abastecimento urbano. Os resultados mostram 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 40%. Areal e Montadas não possuem abastecimento urbano, neste período devido aos seus mananciais não terem disponibilidade, sendo todo o abastecimento feito por caminhões pipas.

Tabela 1: Índice de abastecimento urbano de água

Município	Índice de abastecimento geral urbano
Alagoa Grande	70%
Alagoa Nova	55%
Areia	72%
Areal	0%
Esperança	65%
Lagoa Seca	45%
Pocinhos	53%
Matinhas	35%
Montadas	0%
São Sebastião de Lagoa de Roça	48%
Serra Redonda	0%

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”. Quanto aos tanques de pedra esses foram reformados, pelo Projeto Rio Mamanguape, por meio da instalação de motores e chafarizes para a retirada da água, limitando o contato direto, que pudessem vir a poluir a água.

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 na Tabela 2.

Tabela 2: índice de abastecimento rural de água

Município	Índice Abastecimento rural
Alagoa Grande	9,05%
Alagoa Nova	24,92%
Areia	5,96%
Areal	58,77%
Esperança	71,33%
Lagoa Seca	52,05%
Pocinhos	56,10%
Matinhas	24,70%
Montadas	85,61%
São Sebastião de Lagoa de Roça	72,94%
Serra Redonda	16,88%

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.

Os índices de esgotamento sanitário (Tabela 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.

Tabela 3: índice de esgotamento sanitário

Município	Índice com esgotamento sanitário
Alagoa Grande	49,40%
Alagoa Nova	38,10%
Areia	41,90%
Areal	57,30%
Esperança	62,70%
Lagoa Seca	52,40%
Pocinhos	37,50%
Matinhas	11,70%
Montadas	36,60%
São Sebastião de Lagoa de Roça	30,04%
Serra Redonda	29,50%

Fonte: Elaboração própria, 2018.

A mortalidade infantil é um dos indicadores considerados pela OMS como primordial, para avaliar a assistência à saúde, tendo grande ligação com o bem-estar e com outros indicadores importantes, como os de saneamento básico. Essa relação pode ser visualizada no comparativo entre mortalidade infantil x esgotamento sanitário no Gráfico 1.

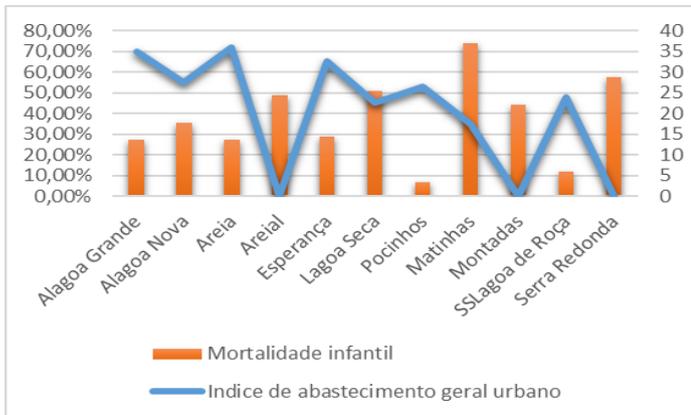


Gráfico 1: Mortalidade Infantil x índice de abastecimento urbano de água

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 apresentam menores índice de abastecimento de água. Como demonstrado no Gráfico 1 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

Aspectos econômicos

De acordo com o Diagnóstico Socioeconômico do Estado da Paraíba (2012), os valores dos PIB per capita da maioria dos 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 na Tabela 4, 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.

Tabela 4: PIB per capita

Município	PIB per capita
Alagoa Grande	R\$ 7.376,00
Alagoa Nova	R\$ 10.995,28
Areia	R\$ 7.902,07
Areial	R\$ 6.723,82
Esperança	R\$ 10.866,06
Lagoa Seca	R\$ 7.855,95
Pocinhos	R\$ 10.156,78
Matinhas	R\$ 9.338,16
Montadas	R\$ 7.661,56
São Sebastião de Lagoa de Roça	R\$ 6.027,02
Serra Redonda	R\$ 7.046,80

Fonte: Elaboração própria, 2018.

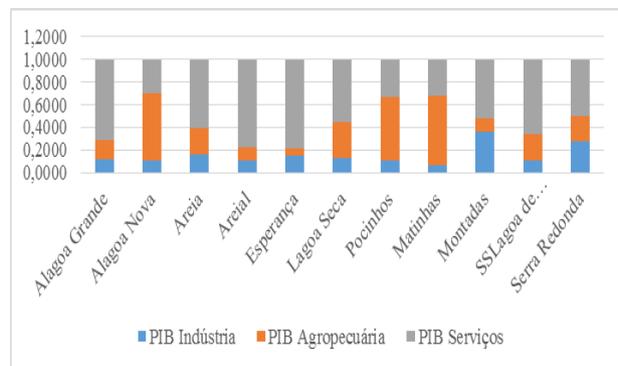


Gráfico 2: Composição do PIB dos municípios

Fonte: Elaboração própria, 2018.

O Gráfico 2 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 contribuiu 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.

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; e disposição de lixo em áreas inadequadas, que causam problemas a saúde; além de baixa escolarização e uso inadequado dos mananciais; etc. A Tabela 5 7 evidencia esses resultados.

Tabela 5: Pessoas de baixa renda

Município	Pessoas de baixa renda
Alagoa Grande	71,40%
Alagoa Nova	67,36%
Areia	63,46%
Areial	61,31%
Esperança	61,32%
Lagoa Seca	58,95%
Pocinhos	65,27%
Matinhas	73,00%
Montadas	61,19%
São Sebastião de Lagoa de Roça	64,36%
Serra Redonda	65,63%

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Aspectos Ambientais

Nos últimos anos, devido à seca, que é considerada pelo PERH (1997) como de classificação pluriannual (porque durou mais de cinco anos), os municípios estudados têm apresentado taxas médias de precipitação menores. No Gráfico 3 observar-se o histórico de médias de 2011 à 2016. Pode-se perceber que a partir do ano de 2011 as taxas médias de precipitação anual começaram a decair.

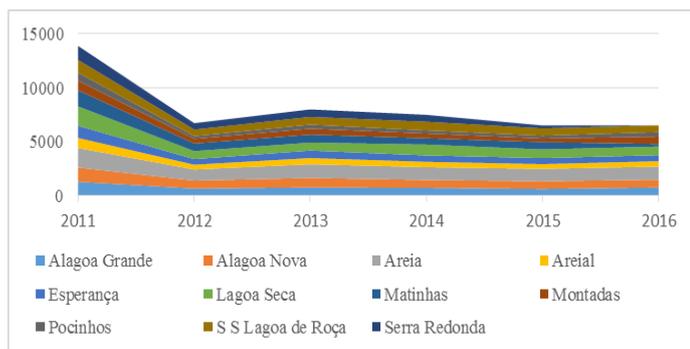


Gráfico 3: Precipitação média anual

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 na Tabela 6, as perdas físicas e econômicas são enormes.

Tabela 6: Perdas no sistema de abastecimento

Município	Perdas no abastecimento
Alagoa Grande	65%
Alagoa Nova	52%
Areia	51%
Areial	2%
Esperança	50%

Lagoa Seca	47%
Pocinhos	73%
Matinhas	36%
Montadas	2%
São Sebastião de Lagoa de Roça	32%
Serra Redonda	2%

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Os valores relativos a perdas hídricas no abastecimento de todos os municípios, que possuem abastecimento, são muito grandes. Ressalta-se que os municípios de Areial, Montadas e Serra Redonda são abastecidos 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.

Com relação a coleta adequada de resíduos sólidos os dados encontrados estão expressos na Tabela 7.

Tabela 7: Coleta de lixo

Município	Coleta de lixo adequada (caçamba e serviço de limpeza)
Alagoa Grande	71,13%
Alagoa Nova	51,69%
Areia	60,76%
Areial	66,09%
Esperança	75,96%
Lagoa Seca	64,05%
Pocinhos	58,26%
Matinhas	15,88%
Montadas	62,95%
São Sebastião de Lagoa de Roça	29,08%
Serra Redonda	54,94%

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Pelos dados disponíveis, pode-se perceber que os municípios têm um atendimento de coleta de resíduos sólidos em média de 60%, 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) que atesta e ressalta que outros indicadores como: qualidade da água, doenças de veiculação hídrica ou parasitárias, poluição do solo e ar, etc., tem relação com os resíduos sólidos.

O Gráfico 4 mostra três critérios de análise da água: 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 n° 2.914/2011, a análise da turbidez

incorporou também as preocupações relacionadas a transmissão de protozoários.

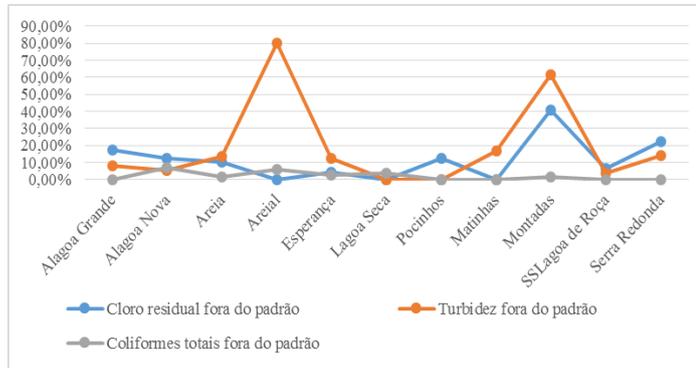


Gráfico 4: Amostras de Turbidez, Cloro e coliformes fecais

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Com relação aos coliformes totais, tem como objetivo fornecer subsídio 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 (Gráfico 4) 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 porém, 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.

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). A PNRH- Política Nacional de Recursos Hídricos (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. 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.

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 Tabela 8.

Tabela 8: Eficiência pública

Município	Eficiência Pública
Alagoa Grande	0,4194
Alagoa Nova	0,4581
Areia	0,3771
Areial	0,4675
Esperança	0,3469
Lagoa Seca	0,4007
Pocinhos	0,4249
Matinhas	0,3676
Montadas	0,4876
São Sebastião de Lagoa de Roça	0,5844
Serra Redonda	0,3037

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.

Após o diagnóstico de todas as dimensões estudadas, é possível agora compreender melhor os cenários da próxima sessão, e perceber o porquê de os municípios assumirem determinadas posições em relação aos demais.

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. 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 à 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 relacionados a saúde primordiais. Como demonstrado na Tabela 9.

Tabela 9: Pesos das dimensões

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

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. 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.

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. Na perspectiva dos 15 decisores que participaram desse estudo, foi possível a formação de 5 *rankings*.

Os decisores I e XIII, Tabela 10, 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.

Tabela 10: Preferências do decisor I e XIII

Decisor I e XIII	Ranking
Alagoa Grande	1°
Esperança	2°
Lagoa Seca	3°
Pocinhos	4°
Areial	5°
São Sebastião de Lagoa de Roça	6°
Areia	7°
Montadas	8°
Alagoa Nova	9°
Matinhas	10°
Serra Redonda	11°

Fonte: Elaboração própria, 2018.

A Tabela 11 mostra as posições estabelecidas na visão dos decisores II, III, IV, VIII, IX, X, XI, XII, XIV. Os municípios de Alagoa Grande, Esperança e Lagoa Seca se mantêm nas primeiras colocações, assim como aqueles de pior desempenho ocupados por Alagoa Nova, Matinhas e Serra Redonda. A diferença ocorre que, para este grupo de decisores São Sebastião de Lagoa de Roça possui um melhor desempenho com relação a Areial.

Tabela 11: Preferências dos decisores II, III, IV, VIII, IX, X, XI, XII, XIV.

Decisor II, III, IV, IX, X, XI, XII e XIV	Ranking
Alagoa Grande	1°
Esperança	2°
Lagoa Seca	3°
Pocinhos	4°
São Sebastião de Lagoa de Roça	5°
Areial	6°
Areia	7°
Montadas	8°
Alagoa Nova	9°
Matinhas	10°
Serra Redonda	11°

Fonte: Elaboração própria, 2018

As preferências dos decisores V e XV, Tabela 12, estabeleceram que São Sebastião de Lagoa de Roça possui melhor desempenho que Pocinhos, divergindo dos demais decisores.

Tabela 12: Preferências do decisor V e XV

Decisor V e XV	Ranking
Alagoa Grande	1°
Esperança	2°
Lagoa Seca	3°
São Sebastião de Lagoa de Roça	4°
Pocinhos	5°
Areial	6°
Areia	7°
Montadas	8°
Alagoa Nova	9°
Matinhas	10°
Serra Redonda	11°

Fonte: Elaboração própria, 2018.

As preferências do decisor VI, Tabela 13, levam a resultados que divergem dos demais cenários estabelecidos, no tocante a posição de Pocinhos que apresenta melhor desempenho que o município de São Sebastião de Lagoa de Roça e para os municípios de Montadas que apresenta melhor fluxo líquido positivo que Areia, ou seja, de acordo com suas preferências.

Tabela 13: Preferências do decisor VI

Ranking geral	Ranking
Alagoa Grande	1°
Esperança	2°
Lagoa Seca	3°
Pocinhos	4°
São Sebastião de Lagoa de Roça	5°
Areial	6°
Montadas	7°
Areia	8°
Alagoa Nova	9°
Matinhas	10°
Serra Redonda	11°

Fonte: Elaboração própria, 2018

As preferências do decisor VII, Tabela 14, 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 1°, 2° e 3° lugar respectivamente. 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.

Tabela 14: Preferências do decisor VII

Decisor VII	Ranking
Alagoa Grande	1
Lagoa Seca	2
Areial	3
Esperança	4
São Sebastião de Lagoa de Roça	5
Pocinhos	6
Areia	7

Montadas	8
Alagoa Nova	9
Matinhas	10
Serra Redonda	11

Fonte: Elaboração própria, 2018

Análise multicriterial multidecisor: COPELAND

Se fez necessário utilizar uma metodologia que agregue a preferência de todos os decisores em um *ranking* geral. O método *COPELAND*, 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 Tabela 15. 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.

Tabela 15: Ranking geral dos municípios

Ranking geral	Ranking
Alagoa Grande	1°
Esperança	2°
Lagoa Seca	3°
Pocinhos	4°
São Sebastião de Lagoa de Roça	5°
Areial	6°
Areia	7°
Montadas	8°
Alagoa Nova	9°
Matinhas	10°
Serra Redonda	11°

Fonte: Elaboração própria, 2018

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 3° 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 Pocinhos, São Sebastião de Lagoa de Roça, Areal e Areia assumiram as posições 4°, 5°, 6° e 7° 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 Pocinhos 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 Areal e Areia, o município de Areal 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 ao município de Areal.

No entanto, vale ressaltar que o abastecimento de água em Areal 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 de água 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.

Considerações Finais

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

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.

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

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. Outro grave problema se refere ao desperdício de água tratada nesses municípios, 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.

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 estando nas três melhores posições no *ranking*, esses municípios ainda possuem muitos aspectos a melhorar.

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.

Referências

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA - AESA. Disponível em: www.aesa.pb.gov.br. Acesso em: 20 de fevereiro de 2017.

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.

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

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/ListaPublicacao.s.action?id=145411>. Acesso em: 20 junho de 2017.

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/ListaPublicacao.s.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.

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.

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.

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, nº 11, pág. 19, 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.

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

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.

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.

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.

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.

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.

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.
- 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.
- 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/ 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. Acesso em: 18 junho 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro. Editora FGV, 2005.
- 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.
- TUNDISI, J. G. **Água no século 21: enfrentando a escassez**. 2009. São Carlos-SP: RiMa/iiE.
- 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.