

Análise da Sustentabilidade Hidroambiental dos municípios pertencentes a sub-bacia do Rio do Peixe-PB

Sustainability Analysis Hydroenvironmental municipalities belonging to the sub-basin of Rio do Peixe-PB

Luís Gustavo de Lima Sales e Gesinaldo Ataíde Cândido

RESUMO – A importância da água para as dimensões do desenvolvimento sustentável ganha contornos estratégicos quando o conceito é espacializado. Pensar em desenvolvimento sustentável para áreas como a do semiárido brasileiro perpassa por uma discussão mais abrangente e complexa, como por exemplo, a construção de sistemas de indicadores específicos para auxiliar no processo de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos locais. Desta forma, o objetivo geral deste artigo consiste na análise da sustentabilidade hidroambiental dos municípios pertencentes a sub-bacia do Rio do Peixe-PB através do cálculo do Índice de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo (ISHAP). Para tanto, foi necessário adotar alguns procedimentos e técnicas de pesquisa, quais sejam: 1) construção do sistema ISHAP; 2) ponderação e validação por parte dos atores sociais envolvidos diretamente com a temática de sustentabilidade hidroambiental e de gestão de recursos hídricos das variáveis pertencentes ao ISHAP através da análise de conteúdo das gravações e eventos que trataram da temática em questão; e 3) aplicação do sistema proposto em todos os municípios que fazem parte da sub-bacia do Rio do Peixe-PB., subsidiando assim na análise. Os resultados obtidos com a aplicação do Sistema ISHAP para a realidade de cada município pertencente a sub-bacia do Rio do Peixe revelou-se um instrumento importante para auxiliar nas discussões, planejamento e gerenciamento de realidades hidroambientais locais.

Palavras-chave: Sistema de Indicadores. Sustentabilidade Hidroambiental. Sub-bacia do Rio do Peixe-PB.

ABSTRACT – The importance of water to the dimensions of sustainable development gains strategic contours when the concept is spatialized. Thinking about sustainable development for areas such as the Brazilian semi-arid permeates a more comprehensive and complex discussion, such as building specific to assist in the planning and management of local water resources systems process indicators. Thus, the objective of this paper is the analysis of hydroenvironmental sustainability of municipalities belonging to sub-basin of Rio do Peixe -PB by calculating the Hydroenvironmental Participatory Sustainability Index (ISHAP). Therefore, it was necessary to adopt some procedures and research techniques, which are: 1) construction of ISHAP system; 2) weighting and validation by the social actors involved directly with the hydroambiental sustainability and water management of the variables belonging to the ISHAP through content analysis of the recordings and events that dealt with the topic in question, and; 3) application of the system proposed in all municipalities belonging to sub-basin Rio do Peixe, thereby subsidizing the analysis. The results obtained with the application of ISHAP System for the reality of each municipality belonging to the sub-basin of Rio do Peixe proved an important tool to aid in discussions, planning and management of local realities hydroenvironmental instrument.

Keywords: Indicators System. Hydroenvironmental Sustainability. Sub-basin of Rio do peixe-PB

INTRODUÇÃO

Nos anos de 2012 e 2013 um fenômeno cíclico e de intensidade diferente acontece no semiárido brasileiro provocando grandes impactos sociais, econômicos, ambientais e institucionais: a Seca. As manchetes dos jornais, revistas, internet sobre o fenômeno não cessam. Desde notícias sobre a disponibilidade hídrica da região até conflitos em decorrência da falta de água são veiculadas.

A última notícia sobre as chuvas que caem no sertão paraibano renovam as esperanças da população que enfrenta seca. Esse “espírito” renovador é típico do processo social, cultural, político e institucional instaurado em regiões propícias a escassez hídrica. Esse ciclo Seca - Enfrentamento da Escassez Hídrica – Chuvas – “Normalidade” – Secas (...), acabou gerando no imaginário coletivo uma sensação de impotência que se

materializou no discurso, também coletivo, como o semiárido - região problema de terras secas e de misérias.

Considera-se nesse trabalho que todo o processo histórico e social de construção do imaginário coletivo e, posteriormente a sua materialização acarretaram na constituição de atores sociais passivos perante a promoção de um desenvolvimento regional sustentável.

Da mesma forma, acredita-se que tal postura passiva diante da realidade favoreceu a ausência de políticas públicas até pouco tempo atrás capazes de mudar tal concepção de semiárido “região-problema” e a busca de um desenvolvimento sustentável ficou cada vez mais distante.

No ano (2013) ainda observa-se a repetição do discurso mencionado na versão preliminar da Carta de Fortaleza, discutida na reunião de 27 de janeiro a 03 de fevereiro de 1992 do ICID, portanto há 21 anos atrás, citado por Andrade (1996, p. 10), “mais do que limitações

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais pela UFCG e Bolsista pelo CNPq
(gustavo_doutorado@hotmail.com)
Professor Titular pela UFCG

ambientais. São fatores socioeconômicos, políticos e culturais a origem da pobreza e da agressão ao meio ambiente nessas áreas”.

Porém, é bom reforçar que esse cenário de passividade perante o fenômeno da seca e suas conseqüências para as diversas instâncias da vida vem passando por importantes transformações. A primeira delas talvez seja a paradigmática - a da passagem de uma política voltada única e exclusivamente do “combate a seca” para uma política de “convivência com o semiárido”.

Além disso, as intervenções governamentais deixaram de ser apenas com ênfase na questão hidrológica e passou também para uma concepção de gestão compartilhada entre diferentes atores sociais. Todo esse processo de mudança influencia nessa região de escassez hídrica e projeta-se para um futuro, não tão distante, a efetiva participação social no processo de planejamento e de gerenciamento dos recursos hídricos locais. Porém, a necessidade em se ter atores sociais ativos e conhecedores de suas realidades hidroambientais locais é incontestável para o sucesso dessas transformações.

Desta forma, o objetivo geral deste artigo consiste na análise da sustentabilidade hidroambiental dos municípios pertencentes a sub-bacia do Rio do Peixe-PB através do cálculo do Índice de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo (ISHAP) para auxiliar no processo de construção do conhecimento sobre a realidade hidroambiental local.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conceito de desenvolvimento sustentável tem sua origem nas discussões internacionais sobre o que realmente seria o desenvolvimento, se era apenas sinônimo de crescimento econômico ou seria algo superior. A segunda vertente, a de que o desenvolvimento é algo superior ao crescimento econômico foi a que prevaleceu. Em 1972 Maurice Strong lançou o termo ecodesenvolvimento sugerindo a inserção das questões ambientais nas discussões sobre desenvolvimento social e econômico, já esboçando o que mais tarde seria denominado de desenvolvimento sustentável.

Em 1987 a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas (ONU) reuniu-se para discutir os rumos do desenvolvimento, gerando um relatório intitulado “Nosso futuro comum” também conhecido como o relatório Brundtland. Tal relatório reafirma uma visão crítica do modelo de desenvolvimento capitalista adotado pelos países industrializados e que vinham sendo reproduzidos por outros países em desenvolvimento. A crítica enfocou primordialmente os riscos e as incertezas do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas.

A partir dessa visão crítica é que se consolidou o conceito de desenvolvimento sustentável, no qual tem como base o atendimento das necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade de desenvolvimento das gerações futuras.

Em síntese, o relatório trouxe uma visão da incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os

padrões de produção e consumo “incentivados” pelo modelo de desenvolvimento capitalista, emergindo assim a idéia de uma nova relação “sociedade-meio ambiente”.

Vale lembrar que o modelo de desenvolvimento sustentável não descartou o crescimento econômico, mas reforçou a necessidade de uma conciliação entre o desenvolvimento econômico, o desenvolvimento social e a proteção ambiental.

Pós relatório Brundtland observou-se uma reafirmação do conceito de Desenvolvimento Sustentável, incorporado de vez como um princípio na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, na Rio Eco-92, realizada no Rio de Janeiro (1992) e reavaliada em Joanesburgo, na África do Sul (2002).

Recentemente ocorreu no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, denominada como Rio + 20. Nela foi construída e aprovada a resolução 66/288 intitulada “O futuro que queremos”. Percebe-se uma reafirmação dos chefes de estado em renovar o compromisso em favor do desenvolvimento e promoção de um futuro sustentável a partir da visão integradora das dimensões econômica, social e ambiental.

No tocante a esse artigo destaca-se no relatório da ONU o item 119 referente ao tema água e saneamento, no qual menciona que os chefes de estado reconhecem que a água é um elemento básico do desenvolvimento sustentável, principalmente por ela está vinculada a diferentes desafios mundiais fundamentais e que, portanto, há a necessidade de destacar a importância decisiva da água e do saneamento para as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a relação água e desenvolvimento econômico; a relação água e desenvolvimento social e; a relação água e proteção ambiental.

Essa importância da água para as dimensões do desenvolvimento sustentável ganha contornos estratégicos quando espacializa-se o conceito, ou seja, pensar em desenvolvimento sustentável para áreas como a do semiárido brasileiro perpassa por uma discussão mais abrangente dada a característica inerente a essa região tais como: i) alta taxa de evapotranspiração (acima de 2000 mm anuais); ii) regime hidrológico entre 200 a 800 mm anuais e; iii) povoamento considerável nesta área, abrigando 22.598.318 habitantes de acordo com o Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Percebe-se claramente que a taxa de evapotranspiração é maior que o regime “normal” de chuvas da região, favorecendo assim um ambiente de escassez hídrica, soma-se a esse fator a extensa área de terrenos cristalinos na região do semiárido, dificultando assim a penetração da água no solo, além de uma considerável população com os seus diversos interesses e usos da água observa-se um ambiente com características especiais que precisa de uma “adaptação” para conviver nele.

Conviver passa a ser uma palavra-chave na mudança paradigmática em voga nessa região. A idéia da convivência com semiárido surge a partir de um questionamento simples, qual seja;

(...) por que os povos do gelo podem viver bem no gelo, os povos do deserto podem viver bem no deserto, os povos das ilhas podem viver bem nas ilhas e a população da região semi-árida vive mal aqui? É porque aqueles povos desenvolveram culturas de convivência adequadas ao ambiente, adaptaram-se a ele e tornaram viável a vida. (MALVEZZI, 2007, p. 11 e 12)

Portanto, a mudança paradigmática de um projeto de “combate à seca” (que será visto mais a frente) para um projeto de “Convivência com o Semiárido” parte de uma adaptação, de um aumento de estratégias e adoção das mesmas para que as pessoas tenham a capacidade de viver nessa região e de se adaptar aos eventos extremos como as secas e as enchentes.

Uma das principais mudanças que ocorreram no semiárido brasileiro e que estão ajudando nesse processo de adaptação e de convivência são as diversas tecnologias sociais, a exemplo das cisternas de placas, cisterna calçadão, barragens subterrâneas, dentre outros.

A discussão de adaptação e convivência com o semiárido acaba direcionando-se para uma discussão mais ampla que é o da sustentabilidade. Para Martins e Cândido (2012, p. 3 e 4),

A sustentabilidade significa a possibilidade de se obterem continuamente condições iguais ou superiores de vida em dado ecossistema, visando a manutenção do sistema de suporte da vida. Sendo assim, a sustentabilidade relaciona-se com a melhor qualidade da vida das populações, a partir da capacidade de suporte dos ecossistemas.

Além dessa abordagem da sustentabilidade, percebe-se também que a noção de ser sustentável passa a idéia de algo que seja capaz de suportar, de ser duradouro e de ser conservável tanto a nível econômico, quanto a nível social e ambiental. Daí a noção de sustentabilidade de compreender pelo menos três dimensões quais sejam: dimensão econômica (desenvolvimento econômico), dimensão social (distribuição da riqueza) e dimensão ambiental (preservação ambiental).

Visto por este ângulo a sustentabilidade assume uma definição já mencionada por Bellen (2005), qual seja, viver dentro de um conforto material e em sintonia com os outros meios disponíveis na natureza. Para Vasconcelos (2011), de uma forma bem simples, traduz essa discussão em torno do conceito de sustentabilidade da seguinte forma,

(...) constata-se que os pilares que dão base à promoção do desenvolvimento sustentável consideram o uso dos recursos naturais, com foco contínuo na eficiência e na sobrevivência da população local, em condições econômica e socialmente dignas. (VASCONCELOS, 2011, p. 33)

Mais uma vez, há um retorno da discussão da adaptação, convivência e sustentabilidade com a realidade local, realidade esta que a todo momento encontra-se num processo de construção e reconstrução em busca da qualidade de vida no âmbito das dimensões citadas acima e que, portanto, caracteriza-se pela contínua mudança.

Mudança essa que precisa ser apreendida e acompanhada sistematicamente, favorecendo assim um ambiente de adaptação e convivência das pessoas para com a realidade. Desta forma, a necessidade da existência de um instrumento de avaliação simples que possa captar periodicamente os resultados positivos e negativos de ações implementadas em busca de um desenvolvimento sustentável local, é incontestável.

Os sistemas de indicadores talvez sejam os melhores exemplos de ferramentas que possam auxiliar no processo permanente de construção e reconstrução das realidades locais que buscam o tão sonhado desenvolvimento sustentável. Ponto este que será discutido a posteriori.

Porém, retornando para a questão da sustentabilidade, cabe ressaltar em qual perspectiva esta proposta de tese se baseia. O direcionamento dado pela tese consiste na relação entre Sustentabilidade-Água-Meio Ambiente.

No âmbito dessa perspectiva utilizar-se-á uma analogia com um conceito trabalhado por Santos (2004) quando discute o conceito de território em “A natureza do espaço: técnica-tempo/razão e emoção”, e o vincula com o conceito de uso. O espaço e seus usos, a natureza e seus usos, os recursos naturais e seus usos.

Trazendo analogicamente essa perspectiva para a questão da água, percebe-se que a multiplicidade de usos em relação a esse recurso se torna num dos elementos que provavelmente provoca a insustentabilidade do desenvolvimento, principalmente em áreas como a do semiárido, no qual o recurso em determinados períodos é escasso.

Outros elementos que podem corroborar com essa insustentabilidade é a consequência da intensa e má utilização de outros recursos naturais que estão diretamente vinculados com a água, são eles a má utilização do solo e o despejo de resíduos líquidos e sólidos.

Para Tundisi (2009),

A diversificação dos usos múltiplos, o despejo de resíduos líquidos e sólidos em rios, lagos e represas e a destruição das áreas alagadas e das matas de galeria têm produzido contínua e sistemática deterioração e perdas extremamente elevadas de quantidade e qualidade da água. (TUNDISI, 2009, p.1)

Além da questão ambiental, a má utilização dos recursos naturais, ao englobando a água, também gera problemas sociais e econômicos. Para o mesmo autor acima citado,

Os usos da água geram conflitos em razão de sua multiplicidade e finalidades diversas, as quais demandam quantidades e

qualidades diferentes. Águas para abastecimento público, hidroeleticidade, agricultura, transporte, recreação e turismo, disposição de resíduos, indústria, todos esses usos são conflitantes e têm gerado tensões. (TUNDISI, 2009, P.1)

Portanto, a abrangência do conceito de Sustentabilidade que está se propondo a trabalhar vai depender da quantidade de usos múltiplos da água vigente no recorte espacial proposto. Dessa forma, Sustentabilidade e Uso da água e de outros recursos que interferem na quantidade e qualidade do mesmo e que, por sua vez, gera uma “barreira” para a adaptação e a convivência com o semiárido devem estar presentes na análise, daí a complexidade do estudo e a necessidade da revisão/adaptação/construção do conceito de Sustentabilidade Hidroambiental.

O esforço na construção desse conceito deve perpassar o campo científico e chegar a pesquisadores, técnicos, administradores e atores sociais vinculados com a temática, pois o conhecimento disciplinar por si só não atende ao grau de complexidade do tema, como foi visto anteriormente no tocante ao tema da interdisciplinaridade. De acordo com Tundisi (2009, p.2),

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 – águas superficiais e subterrâneas.

É nesta visão de “conhecer melhor” as bases, as dimensões da sustentabilidade hidroambiental, que coloca-se para a discussão o conceito de Indicadores. Primeiro passo a ser discutido é de que a diversidade e a complexidade de conceitos como Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade, Sustentabilidade Hidroambiental, dentre outros devem ser considerados não como um obstáculo para a construção de sistemas para medi-los, avaliá-los, monitorá-los, mas sim como uma motivação em busca de novas ferramentas que sejam capazes de observar a realidade que está se propondo a investigar. Os elementos que compõem esses sistemas, essas novas ferramentas, são denominados de indicadores.

METODOLOGIA

Para a construção do sistema de indicadores de sustentabilidade hidroambiental participativo levou-se em consideração a realização de um *check-list* de indicadores que teve como referência trabalhos que abordassem a temática de sustentabilidade hidroambiental e de gestão de

recursos hídricos, não importando, nessa etapa, a quantidade de indicadores que fossem listados, nem tampouco o recorte espacial do mesmo.

As bibliografias básicas que compuseram o *check-list* foram os trabalhos de Juwana (2012), Sullivan (2002), Chaves & Alipaz (2007) e Policy Research Initiative (2007), dentro de um contexto de experiências internacionais e Laura (2004), Maranhão (2007), Magalhães Jr. (2007), em nível de indicadores validados para o cenário nacional.

O objetivo do *check-list* foi observar a composição dos sistemas de indicadores de sustentabilidade analisados a fim de caracterizá-los a partir dos componentes principais e das variáveis que faziam parte desses componentes.

Diante dessas características buscou-se identificar os componentes e as variáveis comuns aos vários sistemas e organizá-los dentro de um quadro de referência no qual deu origem a proposta do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo (ISHAP) a ser aplicado nos municípios pertencentes a sub-bacia do Rio do Peixe-PB. A priori, o sistema partiu de quatro dimensões da sustentabilidade hidroambiental: social, econômica, ambiental e institucional que, ao longo da discussão referente aos sistemas trabalhados no *check-list*, foram inseridos os elementos pertinentes na composição do sistema final.

Dois pontos principais foram observados para essa análise comparativa. O primeiro diz respeito aos componentes e/ou meios dos sistemas e o segundo ponto observável foram os indicadores que fazem parte dos mesmos. Desta forma, o intuito foi revelar quais componentes, meios e indicadores apareceram com maior frequência tanto na literatura internacional quanto na nacional.

Além da realização do *check-list* de indicadores foi realizada uma caracterização sócio-econômica e ambiental das bacias que fazem parte do semiárido brasileiro, bem como, da sub-bacia do Rio do Peixe. Essas caracterizações serviram como verdadeira “peneira” para a construção do Sistema ISHAP descrito no quadro abaixo.

QUADRO 1 – COMPOSIÇÃO DO SISTEMA ISHAP

Dimensão	Tema	Indicador
SOCIAL (13)	RENDA	% de pessoas que vivem abaixo da linha de pobreza
	EDUCAÇÃO	Taxa de Alfabetização (15 anos ou mais de idade)
	SAÚDE	Taxa de Mortalidade Infantil (menores de 1 ano)
		Doenças por diarreia (crianças menores de 2 anos)
		Expectativa de vida ao nascer
	DINÂMICA DA POPULAÇÃO	Densidade Populacional Total
		Densidade Populacional Rural
		Grau de urbanização
		Taxa Média de Crescimento Anual
		Taxa de fecundidade
	ACESSO	Índice de atendimento da população com abastecimento de água
		Índice de atendimento da população com cisternas
		Índice de atendimento da população com esgotamento sanitário
ECONÔMICA (5)	PIB	PIB Indústria (em 1.000 R\$)
		PIB Agropecuário (em 1.000 R\$)
		PIB Serviços (em 1.000 R\$)
		PIB Per capita em R\$
	TARIFA	Tarifa Média de água (R\$/m ³)
AMBIENTAL (12)	CONTROLE DE RES. SÓL. E LÍQ. E SUAS INTERFACES COM OS RECURSOS HÍDRICOS	Quantidade de domicílios atendidos com coleta de lixo
		Índice de Esgoto tratado referido a água total consumida pelo município.
	AMBIENTE	Taxa de conformidade da água em relação a DBO
		Taxa de conformidade da água em relação ao OD
		Taxa de Conformidade da água em relação ao Fósforo Total
		Taxa de conformidade da água em relação aos Coliformes Termos tolerantes
		Índice de Qualidade da Água
	Área ocupada por vegetação nativa na área da sub-bacia	
	RECURSO	Disponibilidade de água superficial na sub-bacia
		Disponibilidade de água subterrânea na sub-bacia
		Demanda de água agregada por município na sub-bacia
		Índice de perdas na distribuição
INSTITUCIONAL (2)	POLÍTICO-INSTITUCIONAL	Índice de capacidade Institucional
		Participação do município no Comitê de Bacia

Fonte: Elaboração própria.

O quadro acima revela a composição do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo (ISHAP), com suas dimensões temas e indicadores. O “check-list” realizado elencou 32 indicadores divididos pelos 11 temas e pelas 4 dimensões.

A primeira dimensão é a social, no qual contempla cinco temas assim distribuídos: Renda, Educação, Saúde, Dinâmica da População e Acesso. O primeiro elemento a se observar é de que as bacias hidrográficas do semiárido brasileiro e, especificamente, a área da sub-bacia do Rio do Peixe é bastante povoada.

Outro ponto a ser considerado é de que durante muito tempo essa região vem sofrendo com as conseqüências de um não e/ou mau planejamento revelado através da historicidade dos fatos que fez com que a sociedade do semiárido recebesse um “estigma” de pessoas pobres e subdesenvolvidas.

A fala de um dos atores sociais revela pouco o sentimento dos formuladores de políticas públicas até pouco tempo atrás,

As vezes nós queremos culpar o clima. Porém, cabe ressaltar que os fatores ambientais determinam apenas a ocorrência do clima semiárido, mas não são determinantes das péssimas condições sociais e ambientais da região. (Reunião com os agricultores familiares no evento sobre sustentabilidade e convivência com o semiárido, realizado em Novembro de 2013).

Dentro desse contexto pensou-se a Dimensão Social da Sustentabilidade Hidroambiental, no qual tem como primeiro tema a ser trabalhado o de Renda, cujo objetivo foi verificar a porcentagem das pessoas que vivem abaixo da linha de pobreza nos municípios que fazem parte da sub-bacia do Rio do Peixe.

O segundo tema diz respeito a Educação, no qual teve como intuito trabalhar com a taxa de alfabetização de pessoas com 15 anos ou mais de idade. Esses dois temas (Renda e Educação) podem revelar ou não a vulnerabilidade em que se encontram as pessoas residentes na área da sub-bacia hidrográfica, bem como, a distância em se alcançar a autonomia financeira, política e social de gerir os próprios recursos hídricos locais.

Além da renda e da educação, outro elemento importante de se observar é a dinâmica da população da sub-bacia. Quais os municípios com maior contingente populacional, qual o que possui a população tipicamente urbana e qual a que possui uma população que vive mais na área rural. Essas são variáveis imprescindíveis para qualquer planejamento, inclusive o planejamento hídrico. A dimensionalidade da população está estritamente ligada

ao acesso aos serviços básicos da população, quais sejam o acesso a água e o acesso ao saneamento, que pó sua vez, incide na questão da saúde da população.

O acesso a água é observado através do Índice de atendimento da população com abastecimento de água. Já o acesso a saneamento é visto através do Índice de atendimento da população com esgotamento sanitário. Por fim, o de saúde está dividido em três variáveis, a saber: Taxa de mortalidade Infantil de crianças menores de um ano de vida, doenças por diarreia de crianças menores de dois anos e expectativa de vida ao nascer.

Uma das novidades no sistema e que não foi trabalhado por nenhum outro consultado aqui na tese e que fez parte do *check-list* foi a variável do Índice de atendimento da população com cisternas. Este foi inserido devido a importância que tal infraestrutura hídrica tem na região. Em diversos momentos as cisternas apareceram nos discursos dos atores sociais.

A dimensão econômica da sustentabilidade hidroambiental tem um viés importante para qualquer sistema de indicadores, porém o perfil dos atores sociais, a temática específica trabalhada e a falta de dados fizeram com ela não tivesse a devida importância no modelo sugerido.

Nos sistemas trabalhados durante o check-list a variável que mais apareceu foi o Produto Interno Bruto Per Capita. Além dessa variável, foram inseridas outras a partir de modelos trabalhados regionalmente como o do IDSM de Martins e Cândido (2008), o IDLS de Silva (2008), o IDSMP Vasconcelos (2011) e Carvalho et. al (2013), quais foram: o PIB por setores (indústria, agropecuária e serviços) e a Tarifa Média de Água.

Na dimensão ambiental da sustentabilidade hidroambiental foram tratados três temas que, em conjunto, formaram uma estrutura para avaliar as condições ambientais de bacias localizadas no semiárido e, especificamente nesta tese, a sub-bacia do Rio do Peixe. Os temas observados foram:

1. O controle de resíduos sólidos e líquidos e sua interface com os recursos hídricos – No qual o objetivo era tratar das questões voltadas aos resíduos sólidos e líquidos associando-os tanto a questão da saúde da população local quanto à proteção do ambiente, já que os resíduos não coletados, não tratados e dispostos em locais inadequados favorecem a proliferação de vetores de doenças e podem contaminar o solo e os corpos d’água (rios, riachos e os açudes);
2. O ambiente – Formado por variáveis mais gerais no qual analisou-se desde a qualidade das água, até as questões das matas nativas na região. Esse último ponto é responsável também pelo desencadeamento de processos de degradação que uma determinada área pode passar, tais como: processos erosivos e suas conseqüências (assoreamento de rios, riachos e açudes, intensificação de processos de desertificação, dentre outros);
3. O Recurso – Um dos temas mais valorizados do Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo (ISHAP), corresponde as variáveis de disponibilidade e demanda de água.

Ao longo do trabalho observou-se que essas variáveis hidrológicas são fundamentais em qualquer sistema que trate da análise da sustentabilidade de recursos hídricos e, especificamente na região semiárida ela possui um peso forte pelo elemento água ser um dos fatores preponderantes para se buscar o tão almejado desenvolvimento sustentável para a região.

Quanto ao tema Controle de resíduos líquidos e sólidos e sua interface com os recursos hídricos as variáveis escolhidas foram: a) a quantidade de domicílios atendidos com coleta de lixo e b) o Índice de Esgoto tratado referido a água total consumida pelo município. Essas variáveis apareceram no sistema proposto por Laura (2004) e foram adotadas aqui no ISHAP devido possuírem relações direta com a qualidade da água e do meio ambiente.

Já no tema Ambiente as variáveis adotadas foram as quantidades referentes a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), ao oxigênio dissolvido (OD), ao Fósforos Totais presentes em reservatórios estratégicos, que no caso da área da tese, estão inseridos ou não no território da sub-bacia do Rio do Peixe. Além disso, foram observados a quantidade de Coliformes Termotolerantes e o Índice de Qualidade da Água (IQA). Todas essas variáveis estão voltadas para a análise da qualidade da água dos reservatórios, essenciais para atender a diferentes tipos de uso em bacias do semiárido brasileiro. Outra variável abordado foi a área ocupada por vegetação nativa na área da sub-bacia

Por fim, tem-se o tema RECURSO que trabalha com as variáveis de disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas, de demanda agregada por município e pelo índice de perdas na distribuição da água.

A última dimensão a ser trabalhada foi a vertente institucional da sustentabilidade hidroambiental. Pelo seu caráter de importância para o processo de planejamento e de gestão participativo, buscou-se no sistema ISHAP as variáveis que possibilitavam monitorar mecanismos de participação social e envolvimento dos municípios com a questão ambiental e, especificamente a questão hídrica.

Desta forma, trabalhou-se com o tema político-institucional e duas variáveis, uma foi o índice de capacidade institucional (ICI) no qual observou a existência ou não de Secretaria exclusiva de Meio Ambiente e de Conselho Municipal de meio Ambiente, bem como a periodicidade com que esse conselho (casos existisse no município) se reunia. Outro aspecto observado foi quanto a participação dos municípios em Comitês de bacia Hidrográfica, buscando assim, o grau de envolvimento dos municípios para com a questão hídrica local.

Após a construção e compreensão do Sistema proposto, partiu-se para a escolha das reuniões/eventos dos atores sociais que serviram para a ponderação dos temas e das variáveis que compuseram o ISHAP, foram eles:

1. Audiência Pública realizada nas dependências do escritório do Departamento Nacional de Obras contra a Seca (DNOCS) em Sousa-PB em Agosto de 2013, cujos atores sociais participantes foram

representantes da ANA, DNOCS, AESA, CAGEPA, DAESA, alguns Deputados Federais e Estaduais do estado da Paraíba, Prefeitos dos municípios de Sousa e Nazarezinho e Agricultores do Perímetro Irrigado de São Gonçalo. O assunto tratado foi a situação atual dos reservatórios estratégicos de Engenheiro Ávidos e São Gonçalo, localizados em Cajazeiras e Sousa, respectivamente;

2. Reunião Pública da ANA/IBI Engenharia do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Piranhas-Açu, no qual tinha como participantes membros da ANA, AESA e do Comitê da Bacia Hidrográfica do Piancó-Piranhas-Açu realizada na cidade de Patos-PB em Agosto de 2013; e
3. “Encontro Territorial do Fórum de Convivência com o Semiárido: sustentabilidade e desenvolvimento para o semiárido paraibano”, com a participação dos atores sociais responsáveis pelos projetos “Um milhão de Cisternas” (P1MC) e “Uma Terra e Duas águas” (P1+2) no alto sertão da Paraíba, professores da UFCG e IFPB de Sousa e Sociedade Civil organizada. Este evento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) no Campus de Sousa-PB em Novembro de 2013;

Foram aproximadamente 10 horas de filmagens no qual contemplavam os mais variados atores sociais que atuam direta ou indiretamente com a temática da sustentabilidade hidroambiental e de gestão de recursos hídricos.

Após toda a análise do conteúdo através das filmagens e anotações dos membros de pesquisadores que participaram do trabalho, foi sendo definido o grau de importância de cada variável pertencente ao ISHAP conforme demonstrado no capítulo referente a metodologia da tese..

A lógica da hierarquização das variáveis foi feita através do Diagrama de Mudge onde se atribuía o grau de prioridade do indicador, no qual o grau de importância 1 foi atribuído quando o indicador foi considerado pouco importante; 2 quando o indicador foi considerado importante; e 3 quando o indicador foi considerado muito importante, sempre em relação a outro indicador com o qual está sendo comparado. Observando que o grau de importância foi atribuído a partir da análise do conteúdo das filmagens das reuniões/eventos dos atores sociais. Após essa etapa e com o resultado do peso de cada variável, foram sendo definidos os outros pesos referentes aos temas e as dimensões, descritos abaixo.

QUADRO 2 - PESO DOS INDICADORES DA DIMENSÃO SOCIAL DE ACORDO COM OS ATORES SOCIAIS E INSTITUCIONAIS GRAVADAS NAS REUNIÕES/ENCONTROS

Temas	Indicadores	Peso do indicador	Peso do Tema
Renda	% de pessoas que vivem abaixo da linha de pobreza	1,0000	0,1765
Educação	Taxa de Alfabetização (15 anos ou mais de idade)	1,0000	0,1765
Saúde	Taxa de Mortalidade Infantil (menores de 1 ano)	0,4000	0,1765
	Doenças por Diarréia (crianças menores de 2 anos)	0,4000	
	Expectativa de Vida ao nascer	0,2000	
Dinâmica da População	Densidade Populacional Total	0,2000	0,1765
	Densidade Populacional Rural	0,2000	
	Grau de Urbanização	0,2800	
	Taxa Média de Crescimento Anual	0,2000	
	Taxa de Fecundidade	0,1200	
Acesso	Índice de atendimento da população com abastecimento de água	0,3600	0,2940
	Índice de atendimento da população com cisternas	0,2800	
	Índice de atendimento da população com esgotamento sanitário	0,3600	
Total		5,000	1,000

Fonte: Dados da Pesquisa (2013)

Para a Dimensão Social da sustentabilidade hidroambiental, o tema Renda ficou com o peso 0,1765 da escala que vai de 0,000 a 1,0000. Como esse tema apresentava apenas uma variável, a porcentagem de pessoas que vivem abaixo da linha de pobreza, essa ficou com o peso 1,0000. Mesma ponderação recebeu o tema Educação, 0,1765 e sua única variável, a Taxa de Alfabetização de pessoas com 15 anos ou mais de idade ficou com 0,1000.

Os temas Saúde e Dinâmica da População também receberam uma ponderação de 0,1765, porém como eles eram compostos por mais de um indicador, esses foram ponderados com valores diferenciados. As variáveis do tema Saúde: Taxa de Mortalidade Infantil (menores de 1 ano) e Doenças por Diarréia (crianças menores de 2 anos), ficaram com o peso de 0,4000 ambos. Já as variáveis: Expectativa de Vida ao Nascer (do tema saúde), Densidade Populacional Total, Densidade Populacional Rural e Taxa Média de Crescimento Anual (do tema Dinâmica da População) ficaram com peso de 0,2000. A variável Grau de urbanização ficou com o peso de 0,2800.

O tema mais valorizado da Dimensão Social, o Acesso. Esse tema teve como peso 0,2940, no quais o Índice de atendimento da população com abastecimento de água e o Índice de atendimento da população com esgotamento sanitário ficaram com o peso de 0,3600. A última variável detalhada corresponde ao Índice de atendimento da população com cisternas que ficou com o peso de 0,2800.

É bom observar que esses pesos só podem variar de 0,0000 a 1,0000. Se somarmos os pesos de todos os indicadores que fazem parte da dimensão social, o valor será 5, porém se dividir essa somatória de indicadores pela quantidade de temas existentes na dimensão analisada, o resultado será 1,0000. Mesma questão acontece com a ponderação dos temas. Observa-se que os temas Renda, Educação, Saúde e Dinâmica da População obtiveram o valor de 0,1765, sendo assim, multiplicando o peso pelos 4 temas tem-se o resultado de 0,7060. Somando esse resultado com o tema Acesso, que obteve o peso de 0,2940, chega-se ao resultado de 1,0000. Esse procedimento acontece para todas as variáveis, temas e dimensões que fazem parte do ISHAP.

A segunda dimensão cujos valores ponderados são descritos é a Econômica. Para essa dimensão tem-se apenas dois temas, quais sejam: o Produto Interno Bruto (PIB), com seus indicadores PIB Industrial, PIB Agropecuário, PIB Serviços e PIB Per Capita. Todas as variáveis da temática PIB receberam o valor ponderado de 0,2500 e o tema propriamente dito recebeu a ponderação de 0,3750. O tema mais valorizado foi a tarifa, com o valor de 0,6250 e sua variável recebeu o valor ponderado de 1,0000, por se tratar de uma única variável. (ver quadro abaixo).

**QUADRO 3 - PESO DOS INDICADORES DA DIMENSÃO ECONÔMICA DE ACORDO
COM OS ATORES SOCIAIS E INSTITUCIONAIS GRAVADAS NAS
REUNIÕES/ENCONTROS**

Temas	Indicadores	Peso do indicador	Peso do Tema
PIB	PIB Industrial (em 1000 R\$)	0,2500	0,3750
	PIB Agricultura (em 1000 R\$)	0,2500	
	PIB Serviços (em 1000 R\$)	0,2500	
	PIB Per Capita (R\$)	0,2500	
TARIFA	Tarifa Média de Água (R\$/m ³)	1,0000	0,6250
Total		2,000	1,000

Fonte: Dados da Pesquisa (2013)

A terceira dimensão do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental foi a Ambiental. Essa dimensão possui três temas, a saber: Controle de resíduos líquidos e sólidos e sua interface com Recursos Hídricos, Ambiente e Recurso. O tema mais valorizado foi o Ambiente, com uma ponderação de 0,3586.

Nesse tema estão presentes os indicadores de qualidade de água (Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, Fósforo Totais, Coliformes Termotolerantes e o Índice de Qualidade da Água). Todas essas variáveis obtiveram o peso de 0,1730, menos o de Qualidade da Água (IQA) que obteve um valor ponderado menor do que os outros, com 0,1540. Essa variação na ponderação do IQA deve-se ao fato de que a preocupação maior com os reservatórios estratégicos do semiárido brasileiro reside no processo de eutrofização desses corpos hídricos, cujos valores de DBO, OD e Fósforo Total podem indicar esse processo. Já os Coliformes é um dos indicadores de contaminação por esgoto das cidades. Ainda com relação ao tema Ambiente, a variável Área ocupada por vegetação nativa na área da sub-bacia recebeu o peso de 0,1540.

O segundo tema mais valorizado na Dimensão Ambiental foi o de Recursos, com o valor de 0,3517. Esse tema possui as variáveis da Disponibilidade e da Demanda da água, além do Índice de Perdas de água na distribuição. Para as variáveis relacionadas a disponibilidade, tem-se os seguintes resultados: Disponibilidade de água superficial na sub-bacia com o peso de 0,2650 e Disponibilidade de água subterrânea na sub-bacia com 0,2350. Já o peso referente a demanda de água agregada por município na sub-bacia obteve o peso de 0,2650. E, o Índice de perdas na distribuição de água ficou com o peso de 0,2350.

Por fim, o último tema da dimensão ambiental refere-se ao controle de resíduos líquidos e sólidos e sua interface com Recursos Hídricos que obteve o peso de 0,2896. Seus indicadores receberam os seguintes pesos: para a Quantidade de domicílios atendidos com coleta de lixo, 0,4290 e para o Índice de esgoto tratado referido a água consumida, 0,5710. (ver quadro abaixo)

QUADRO 4 - PESO DOS INDICADORES DA DIMENSÃO AMBIENTAL DE ACORDO COM OS ATORES SOCIAIS E INSTITUCIONAIS GRAVADAS NAS REUNIÕES/ENCONTROS

Temas	Indicadores	Peso do indicador	Peso do Tema
Controle de resíduos líquidos e sólidos e sua interface com Recursos Hídricos	Quantidade de domicílios atendidos com coleta de lixo	0,4290	0,2896
	Índice de esgoto tratado referido a água consumida	0,5710	
Ambiente	Taxa de conformidade da água em relação a DBO	0,1730	0,3586
	Taxa de conformidade da água em relação ao OD	0,1730	
	Taxa de conformidade da água em relação ao Fósforo total	0,1730	
	Coliformes Termotolerantes	0,1730	
	Índice de Qualidade da Água	0,1540	
	Área ocupada por vegetação nativa na área da sub-bacia	0,1540	
Recurso	Disponibilidade de água superficial na sub-bacia	0,2650	0,3517
	Disponibilidade de água subterrânea na sub-bacia	0,2350	
	Demanda de água agregada por município na sub-bacia	0,2650	
	Índice de perdas na distribuição de água	0,2350	
Total		3,000	1,000

Fonte: Dados da Pesquisa (2013)

Vale salientar uma relação muito forte entre as variáveis da dimensão ambiental, tendo como um exemplo mais forte a relação existente entre o Índice de Esgoto tratado referido a água total consumida pelo município e os de qualidade de água, principalmente o de Fósforo Total, cujo aumento de suas taxas está diretamente relacionada a presença de esgotos nos rios e reservatórios.

A última dimensão do ISHAP é a Institucional e para ela existe apenas um tema, o Político-Institucional que obteve o peso 1,0000. Suas variáveis são o Índice de Capacidade Institucional, com o peso de 0,5385 e a Participação do município em Comitês de Bacias Hidrográficas com o peso de 0,4615. (ver quadro abaixo)

QUADRO 5 - PESO DOS INDICADORES DA DIMENSÃO INSTITUCIONAL DE ACORDO COM OS ATORES SOCIAIS E INSTITUCIONAIS GRAVADAS NAS REUNIÕES/ENCONTROS

Temas	Indicadores	Peso do indicador	Peso do Tema
POLITICO- INSTITUCIONAL	Índice de Capacidade Institucional	0,5385	1,0000
	Participação do município em Comitês de Bacias Hidrográficas	0,4615	
Total		1,000	1,000

Fonte: Dados da Pesquisa (2013)

Diante das ponderações de cada dimensão e dentro desse processo de hierarquização das variáveis, dos temas e das dimensões junto a expectativa dos atores sociais, consideradas na análise da sustentabilidade hidroambiental da sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe-

PB, observou que o aspecto AMBIENTAL foi o mais relevante com um valor ponderado de 0,3480 de uma escala que vai de 0,0000 a 1,0000. A segunda dimensão que teve um peso maior foi a sustentabilidade INSTITUCIONAL, com o valor de 0,27030, seguido da

SOCIAL com 0,24030. Por fim, a DIMENSÃO ECONÔMICA, que já foi uma das dimensões mais valorizadas de outros sistemas, como o IDLS de Silva (2008) ficou em último com o valor ponderado de 0,1414.

Esses números só revelam que quando um determinado sistema se propõe a trabalhar com uma determinada temática, o foco das atenções também podem mudar. O IDLS de Silva (2008) tinha como objetivo

avaliar o desenvolvimento local do município de Campina Grande, já o ISHAP tem como foco analisar a sustentabilidade hidroambiental local.

Desta forma, pode-se considerar que numa perspectiva hidroambiental as dimensões que saltam aos olhos dos planejadores, gestores e atores ligados a temática é a sustentabilidade ambiental. (ver quadro abaixo)

QUADRO 6 - PONDERAÇÕES DAS DIMENSÕES DO DESENVOLVIMENTO

DIMENSÃO DA SUSTENABILIDADE HDROAMBIENTAL	PONDERAÇÃO	HIERARQUIA DAS DIMENSÕES
Social	0,24030	3º
Econômica	0,14140	4º
Ambiental	0,34800	1º
Institucional	0,27030	2º
Total	1,00000	

Fonte: dados da pesquisa (2013)

Por fim, na participação das reuniões e dos eventos que fizeram parte da análise das variáveis do ISHAP ficou claro que as questões da disponibilidade hídrica e das demandas são perspectivas essenciais para a sustentabilidade hidroambiental local, além das variáveis ligadas a qualidade da água. Outros sistemas ligados a temática da sustentabilidade hidroambiental e gestão de

recursos hídricos também observam essa questão. Não dar para se trabalhar com essa temática sem levar em consideração as variáveis hidrológicas.

Após a ponderação das variáveis do sistema ISHAP pelos atores sociais, foi necessário a adoção de algumas fórmulas para transformar todos os indicadores em um índice que vai variar de 0,0 a 1,0. (segue abaixo)

$$\text{Se a relação é POSITIVA: } I = (x - m) / (M - m) \quad (1)$$

$$\text{Se a relação é NEGATIVA: } I = (M - x) / (M - m) \quad (2)$$

Onde,

I – Índice calculado para a sub-bacia analisada;

x – valor de cada variável para a sub-bacia;

m – valor mínimo da variável identificado na Bacia

M – valor máximo da variável identificado na Bacia

Primeiro passo é saber se aquela determinada variável possui uma relação positiva ou negativa para o sistema. Para uma relação ser positiva, os dados referentes aquele indicador, quando crescentes esboça um aumento no valor da variável resultando assim em melhoria do sistema, ou seja, quanto maior o valor do indicador, melhor será o índice e, quanto menor o valor do indicador, pior será o índice. Quando acontece o contrário, ou seja,

quando ocorre um aumento no valor do indicador resultando numa regressão do sistema, ou quanto menor o valor do indicador, melhor será o índice, essa seria a característica da relação negativa. O quadro abaixo representando a estrutura completa do sistema ISHAP com suas dimensões, temas e indicadores e a descrição da relação se ela é positiva ou negativa.

QUADRO 7 - RELAÇÃO POSITIVA/NEGATIVA DOS INDICADORES PARA A SUB-BACIA DO RIO DO PEIXE-PB

Dimensão	Tema	Indicador	Relação Positiva/Negativa
SOCIAL (13)	RENDA	% de pessoas que vivem abaixo da linha de pobreza	NEGATIVA
	EDUCAÇÃO	Taxa de Alfabetização (15 anos ou mais de idade)	POSITIVA
	SAÚDE	Taxa de Mortalidade Infantil (menores de 1 ano)	NEGATIVA
		Doenças por diarreia (crianças menores de 2 anos)	NEGATIVA
		Expectativa de vida ao nascer	POSITIVA
	DINÂMICA DA POPULAÇÃO	Densidade Populacional Total	NEGATIVA
		Densidade Populacional Rural	POSITIVA
		Grau de urbanização	NEGATIVA
		Taxa Média de Crescimento Anual	NEGATIVA
	ACESSO	Taxa de fecundidade	NEGATIVA
		Índice de atendimento da população com abastecimento de água	POSITIVA
		Índice de atendimento da população com cisternas	POSITIVA
	ECONÔMICA (5)	PIB	Índice de atendimento da população com esgotamento sanitário
PIB Indústria (em 1.000 R\$)			POSITIVA
PIB Agropecuário (em 1.000 R\$)			POSITIVA
PIB Serviços (em 1.000 R\$)			POSITIVA
TARIFA		PIB Per capita em R\$	POSITIVA
AMBIENTAL (12)	CONTROLE DE RES. SÓL. E LÍQ. E SUAS INTERFACES COM OS RECURSOS HÍDRICOS	Tarifa Média de água (R\$/m ³)	POSITIVA
		Quantidade de domicílios atendidos com coleta de lixo	POSITIVA
	AMBIENTE	Índice de Esgoto tratado referido a água total consumida pelo município.	POSITIVA
		Taxa de conformidade da água em relação a DBO	NEGATIVA
		Taxa de conformidade da água em relação ao OD	POSITIVA
		Taxa de Conformidade da água em relação ao Fósforo Total	NEGATIVA
		Taxa de conformidade da água em relação aos Coliformes Termos tolerantes	NEGATIVA
		Índice de Qualidade da Água	POSITIVA
		Área ocupada por vegetação nativa na área da sub-bacia	POSITIVA
	RECURSO	Disponibilidade de água superficial na sub-bacia	POSITIVA
		Disponibilidade de água subterrânea na sub-bacia	POSITIVA
		Demanda de água agregada por município na sub-bacia	NEGATIVA
Índice de perdas na distribuição		NEGATIVA	
INSTITUCIONAL (2)	POLÍTICO-INSTITUCIONAL	Índice de capacidade Institucional	POSITIVO
		Participação do município no Comitê de Bacia	POSITIVO

Fonte: Elaboração própria.

Após a transformação dos indicadores em índices, chegou a hora de calcular os índices ponderados dos temas. Para o cálculo dos índices Ponderados dos temas (ITi) é necessário ter o peso de cada indicador/variável do sistema já visto no quadro 2. O índice da variável que nada mais é do que o resultado da fórmula (1) para uma Relação Positiva ou (2) para uma

Relação Negativa para cada variável do sistema proposto. Após a multiplicação desses dois resultados gera-se o Índice Ponderado, cuja somatória chegará ao Índice do Tema. Esse procedimento foi proposto por Silva (2008) e utilizado no IDSMP de Cândido, Vasconcelos e Souza (2010). Para calcular o índice ponderado de qualquer tema aqui proposto utilizou-se a seguinte expressão:

$$IT_i = pV_1IV_1 + pV_2IV_2 + pV_3IV_3 + \dots + pV_nIV_n \quad (3)$$

Onde,

IT_i – Índice do tema;
 pV_n – Peso atribuído a variável n (Somatório de pV_n = 1);
 IV_n – Índice da variável n

Após o cálculo de todos os índices ponderados do temas por município, bem como da sub-bacia analisada, procedeu-se para o cálculo dos índices das dimensões da sustentabilidade. A idéia é de que quanto melhor forem os índices dos temas de sustentabilidade hidroambiental, melhor será a sustentabilidade da região da sub-bacia analisada. Para tanto, o cálculo é o resultado da média aritmética dos índices de cada tema que compõe a dimensão analisada.

Dessa forma, os índices dos temas “Renda”, “Educação”, “Saúde”, “Dinâmica da População” e “Acesso” que compõem a Dimensão Social da Sustentabilidade serão somados e divididos por cinco, resultando assim no índice da Dimensão Social. Assim segue sucessivamente para cada dimensão abordada na análise. Como foi visto no capítulo referente a metodologia da tese.

A fórmula para calcular o Índice das Dimensões está explicitada abaixo:

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

Onde,

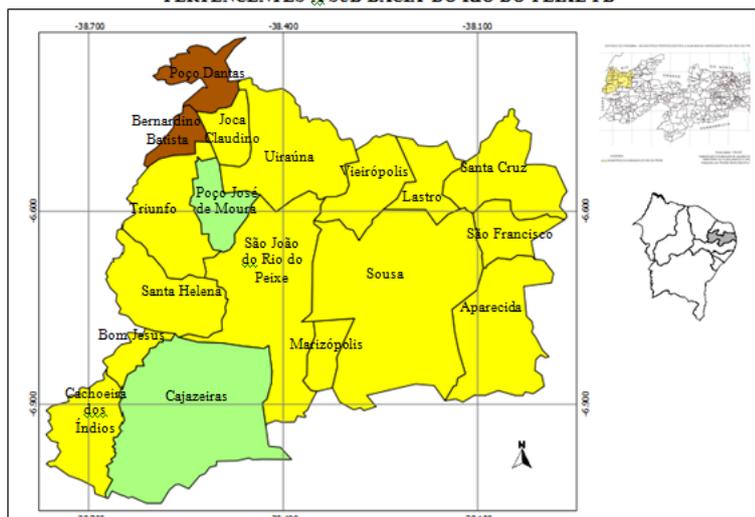
ID_i – Índice da Dimensão i;
 T_n – Tema n;
 n – Número de Temas

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise das dimensões da sustentabilidade hidroambiental dos municípios, além da geração dos índices das dimensões, os dados foram espacializados. A espacialização fornece para os atores sociais responsáveis pela discussão, planejamento e gerenciamento de recursos hídricos locais a oportunidade de visualizar os índices de cada município que compõe a sub-bacia, podendo aferir rapidamente, qual município está melhor ou pior em termos de sustentabilidade hidroambiental.

Para a dimensão social da sustentabilidade, os dados secundários coletados e ponderados pelos atores sociais revelaram que os municípios de Poço José de Moura e Cajazeiras apresentaram uma Sustentabilidade Aceitável. Já os municípios de Poço Dantas e Bernardino Batista apresentaram uma Baixa Sustentabilidade. O restante dos municípios que compõem o território da sub-bacia do Rio do Peixe apresentaram índices de Média Sustentabilidade. (ver figura abaixo)

FIGURA 1 – ESPACIALIZAÇÃO DO ÍNDICE DA DIMENSÃO SOCIAL POR MUNICÍPIOS PERTENCENTES À SUB-BACIA DO RIO DO PEIXE-PB



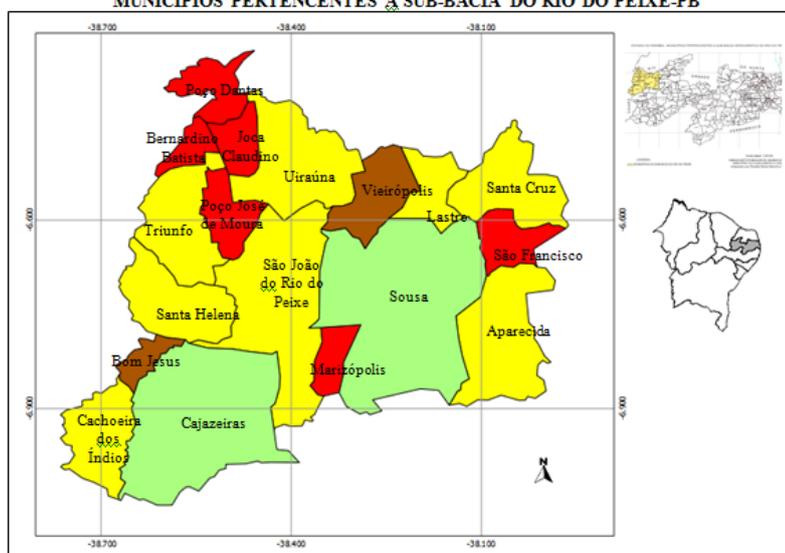
Fonte: Elaboração própria com base em shapefiles fornecidos pela AESA e IBGE

Duas questões pesaram para que os municípios de Poços Dantas e Bernardino Batista ficassem com valores abaixo da Média Sustentabilidade, quais sejam: o Tema Renda com a variável porcentagem de pessoas que vivem abaixo da linha de pobreza e o Tema Acesso, cujas variáveis são o Índice de atendimento da população com abastecimento de água, o Índice de atendimento da população com cisternas e o Índice de atendimento da população com esgotamento sanitário.

Para a Dimensão Econômica da sustentabilidade, observa-se pela figura abaixo que os

municípios de Sousa e Cajazeiras apresentaram uma Sustentabilidade Aceitável. Já os municípios de Aparecida, Santa Cruz, Lastro, Uiraúna, São João do Rio do Peixe, Triunfo, Santa Helena e Cachoeira dos Índios estão no nível da Média Sustentabilidade. Os municípios de Vieirópolis e Bom Jesus apresentaram uma Baixa Sustentabilidade Econômica. Por fim, os piores resultados, apresentando uma Insustentabilidade Econômica estão os municípios de Poço Dantas, Joca Claudino, Bernardino Batista, Poço José de Moura e São Francisco. (ver figura abaixo)

FIGURA 2 – ESPACIALIZAÇÃO DO ÍNDICE DA DIMENSÃO ECONÔMICA POR MUNICÍPIOS PERTENCENTES À SUB-BACIA DO RIO DO PEIXE-PB



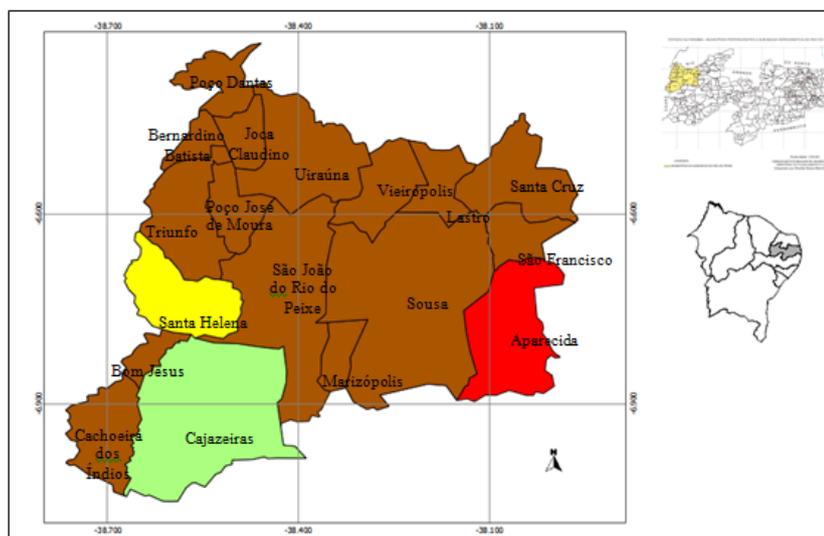
Os números, a ponderação e tabulação dos dados mostraram que a piora dos resultados desses índices é provocado principalmente pelo tema TARIFA, composta pelo indicador Tarifa Média de Água medido em R\$/m³. O objetivo dessa cobrança não é a arrecadação pura e simples pelo uso da água, mas, a disposição de uma gestão para induzir o uso racional desse bem coletivo e cobrar a devolução da mesma em condições de qualidade satisfatória.

Para calcular essa variável é necessário ter o valor da Tarifa média praticada pelos municípios que são disponibilizadas pelo Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

A relação desse indicador foi considerada positiva na análise de conteúdo das filmagens das reuniões e eventos dos atores sociais. Sendo assim, quanto maior o valor melhor será o seu índice e, o contrário, quanto menor o valor do indicador, pior será o índice.

Quanto a Sustentabilidade Ambiental em nível de municípios pertencentes a sub-bacia do Rio do Peixe, observa-se que apenas Cajazeiras apresentou um Sustentabilidade Aceitável. Já Santa Helena possui uma Média Sustentabilidade. O município de Aparecida apresentou números Insustentáveis de Sustentabilidade Ambiental e, a maioria dos municípios apresentou Baixa Sustentabilidade Ambiental. (ver figura 3).

FIGURA 3 – ESPACIALIZAÇÃO DO ÍNDICE DA DIMENSÃO AMBIENTAL POR MUNICÍPIOS PERTENCENTES À SUB-BACIA DO RIO DO PEIXE-PB



Fonte: Elaboração própria com base em *shapefiles* fornecidos pela AESA e IBGE

A dimensão Ambiental da sustentabilidade hidroambiental é composta por três temas, a saber: 1) controle de resíduos líquidos e sólidos e sua interface com os recursos hídricos; 2) ambiente e; 3) recurso. Os dois primeiros temas possuem uma relação muito forte, principalmente no tocantes as variáveis “Índice de esgoto tratado referido a água consumida” que faz parte do primeiro tem e as variáveis do tema Ambiente que fazem parte da qualidade da água (DBO, OD, Fósforos Totais, Coliformes Termotolerantes e Índice de Qualidade de Água (IQA).

Pois bem, no tocante aos índices de esgoto tratado referido a água consumida a situação dos municípios que fazem parte da sub-bacia é crítico, pois apenas dois deles, dos dezoito pertencentes, possuem parte de seus esgotos tratados, são eles: Cajazeiras, com 21,51% de seu esgoto tratado e Poço José de Moura com 16,90%, de acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2010. Diante desses números, os índices ponderados dos dezesseis municípios obtiveram o valor de 0,0000, enquanto que Cajazeiras obteve 0,5710 e Poço José de Moura com 0,4486.

Esses números incidem diretamente no comportamento dos valores da qualidade da água. De acordo com os atores sociais ligados a Agência Nacional de Águas,

A qualidade da água da bacia Piranhas-Açu é muito influenciada pelos esgotos produzidos pela cidade e o que se observa na área da bacia é a predominância da baixa coleta de esgotos dos municípios. Além

disso, percebe-se que apesar de alguns municípios coletarem seus esgotos eles não fazem o devido tratamento da água antes de retorná-la ao rio. (Dados da pesquisa de campo, Novembro de 2013)

Alguns indicadores de qualidade de água estão sendo trabalhados pelos planejadores, gestores e especialista de reservatórios no semiárido brasileiro para verificar a questão da potencialidade dos corpos hídricos da região desenvolverem o problema da Eutrofização, tem-se como exemplo o trabalho de BARBOSA et. al. (2006, p.81) cujo objetivo foi de,

(...) avaliar e diagnosticar o estado de evolução trófica de açudes da bacia do rio Taperoá através da abordagem fundamentada em fatores físicos, químicos e biológicos de suas águas, de modo a lançar bases para a caracterização trófica dos seus sistemas integrantes.

Pela característica local de alta incidência de radiação solar, elevadas temperaturas e poluição das águas pelos esgotos domésticos, observa-se um aumento considerável das taxas de DBO, OD, Coliformes Termotolerantes e o Fósforo Total, Essas variáveis, quando alterados, criam um ambiente propício para a proliferação de algas e de cianobactérias, ocasionando assim a eutrofização do corpo hídrico.

O predomínio do baixo nível de coleta de esgotos da bacia e quando é coletado não é

tratado acaba por rebater em alguns números referentes a carga poluidora de alguns parâmetros, por exemplo o Fósforo. Normalmente quando tem-se a presença de águas poluídas por esgoto doméstico tem-se uma produção maior de fósforo que, por sua vez, gera um impacto sobre a qualidade da água dos mananciais e dos rios da bacia. (...) Em praticamente todos os açudes as concentrações médias de Fósforo total foram superiores ao limite de 0,05 mg/L para águas doces de Classe 3 que não é uma classe de qualidade de água tão boa assim. De acordo com resolução do CONAMA (357/2005), a quantidade de fósforo para a Classe de água 2 tem que ser menor do que 0,03 mg/L, para a Classe 3 a carga de fósforo tem que ficar entre 0,03 e 0,05 mg/L e maior do que 0,05 mg/L é uma água de péssima qualidade. (Dados da pesquisa de campo, Novembro de 2013)

Desta forma, mesmo o Índice de Qualidade de água dos reservatórios da sub-bacia estar no nível de Boa para Ótima qualidade, algumas taxas específicas estão fora do padrão estabelecido pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente, o CONAMA (resolução 357/2005).

Esse é um ponto importante que o Plano de bacia vai ter que enfrentar, essa questão do tratamento do esgotos das cidades por conta do impacto na prioridade do uso da água que é o abastecimento humano e a dessedentação de animais. Desta forma o tratamento de esgoto tem relação direta com a qualidade de água. É importante observar que a carga poluidora das cidades tem impacto direto sobre a qualidade das águas dos reservatórios estratégicos. (Dados da pesquisa de campo, Novembro de 2013)

Em termos de sustentabilidade hidroambiental, a dimensão que apresentou os piores números foi a Institucional. Essa dimensão é composta por um único tema, o Político-Institucional que contempla duas

variáveis: a) o Índice de Capacidade Institucional e; 2) a Participação do município em Comitês de Bacias Hidrográficas.

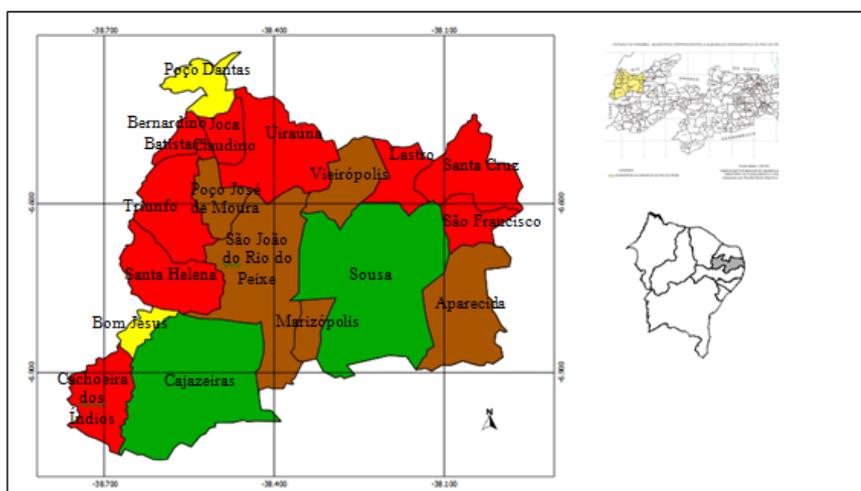
Os maiores municípios da sub-bacia apresentaram os melhores índices, são eles Sousa e Cajazeiras. Poço Dantas e Bom Jesus apresentaram índices correspondentes a Média Sustentabilidade. Poço José de Moura, São João do Rio do Peixe, Marizópolis, Vieirópolis e Aparecida estão no nível da Baixa sustentabilidade. Por fim, os municípios de Cachoeira dos Índios, Santa Helena, Bernardino Batista, Joca Claudino, Uiraúna, Lastro, Santa Cruz e São Francisco.

Essa dimensão tem sua importância para o ISHAP, devido ela revelar até que ponto o município esta envolvido com a temática dos recursos hídricos. O “índice de capacidade institucional” vai verificar qual município possui uma secretaria exclusiva para o Meio Ambiente e qual município possui um Conselho Municipal de Meio Ambiente e se ele se reuniu com frequência. Ora, se no município possuir uma secretaria que trate de assuntos direcionados ao meio ambiente e possui um conselho ativo, então ele possui um espaço de diálogo fundamental para discutir temas referentes a sustentabilidade hidroambiental municipal.

Apenas Sousa e Cajazeiras possuem esses espaços de diálogo e se reúnem com frequência. O município de Bom Jesus apesar de possuir uma secretaria exclusiva ela não possui um Conselho Municipal de Meio Ambiente. Já o município de Poço Dantas, não tem uma secretaria de Meio Ambiente, mas possui o Conselho, porém ele não se reuniu no último ano. O restante dos municípios pertencentes a sub-bacia não possui nem secretaria exclusiva e nem um conselho de meio ambiente, o que denota a falta de um espaço específico para as discussões de questões ambientais e, precisamente, de questões relacionadas a realidade hidroambiental local.

Quanto a segunda variável, a participação do município no comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, a metade dos municípios fazem parte do comitê, são eles: Aparecida, Bom Jesus, Cajazeiras, Marizópolis, Poço Dantas, Poço José de Moura, São João do Rio do Peixe, Sousa e Vieirópolis. O restante dos municípios não faz parte do referido comitê. A figura abaixo espacializou essas informações apresentadas abaixo.

FIGURA 4 – ESPACIALIZAÇÃO DO ÍNDICE DA DIMENSÃO INSTITUCIONAL POR MUNICÍPIOS PERTENCENTES A SUB-BACIA DO RIO DO PEIXE-PB



Após a definição do peso dos indicadores e dos temas e do o cálculo dos pesos das dimensões chegou a hora de calcular o índice de sustentabilidade hidroambiental participativo para cada município.

Para o cálculo do Índice de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo seguiu-se a mesma lógica do

$$ISHAP = (IDS + IDE + IDA + IDI)/n \quad (5)$$

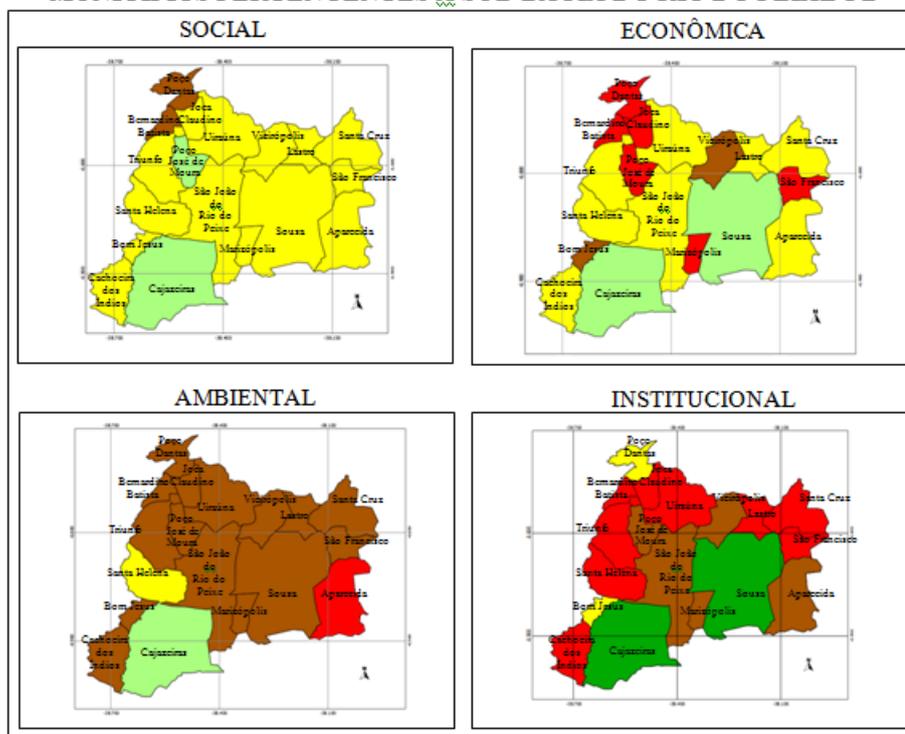
Onde, ISHAP – Índice de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo; IDS – Índice da Dimensão Social; IDE – Índice da Dimensão Econômica; IDA – Índice da Dimensão Ambiental; IDI – Índice da Dimensão Institucional; n – Número de dimensões.

Para cada município foi gerado um índice que variou de 0,000 a 1,000, no qual quanto mais próximo de um melhor a sustentabilidade hidroambiental da região e,

IDSMP de Cândido, Vasconcelos e Sousa (2010) e Vasconcelos (2011) a qual utilizaram apenas a média dos índices ponderados das dimensões. Segue a expressão abaixo já vista na parte da Metodologia da tese.

antagonicamente, quanto mais próximo de zero pior a sustentabilidade hidroambiental da região. Sendo assim, as escalas de valores mínimo e máximo corresponde a 1.0000 (sustentabilidade ideal) e 0.0000 (insustentável). Procedimento já explicado na metodologia. Portanto, comparando os índices de cada dimensão por município e espacializando esses dados tem-se a seguinte informação visual:

FIGURA 5 – COMPARAÇÃO DOS ÍNDICES DAS DIMENSÕES POR MUNICÍPIOS PERTENCENTES A SUB-BACIA DO RIO DO PEIXE-PB

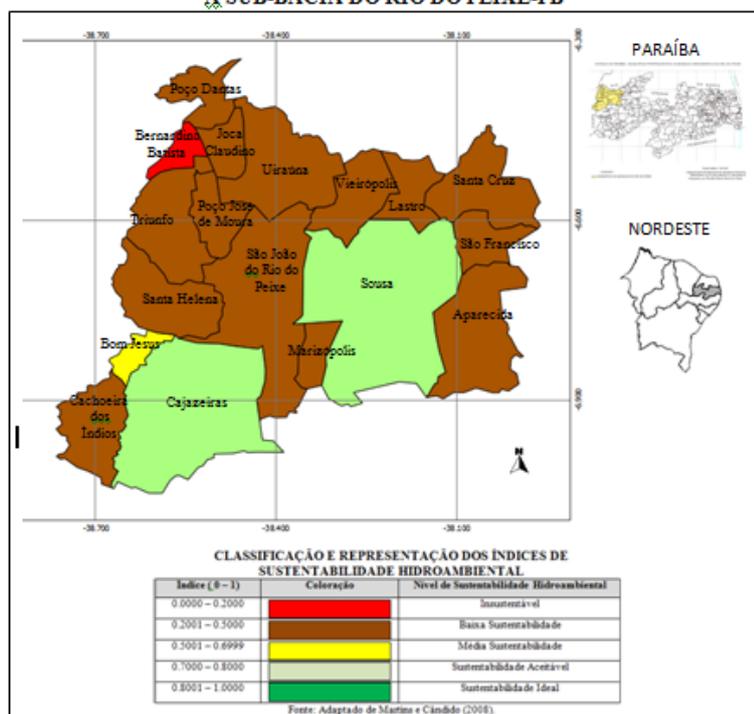


Fonte: Elaboração própria com base em *shapefiles* fornecidos pela AESA e IBGE

A síntese dessas figuras gerou o Mapa do Índice de Sustentabilidade Hidroambiental Participativo dos municípios que fazem parte da sub-bacia do Rio do

Peixe, revelando qual são os municípios com um melhor nível de sustentabilidade hidroambiental, qual é o que está no nível insustentável, etc.

**FIGURA 6 – MAPA DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE
HIDROAMBIENTAL PARTICIPATIVO POR MUNICÍPIOS PERTENCENTES
A SUB-BACIA DO RIO DO PEIXE-PB**



Fonte: Elaboração própria com base em *shapefiles* fornecidos pela AESA e IBGE

Pelas informações, os dois maiores municípios, Sousa e Cajazeiras possuem uma melhor ISHAP, Cajazeiras ficou com um índice de 0,7911 e Sousa com o índice ISHAP de 0,7311. Já o município com a pior situação foi Bernardino Batista com o ISHAP de 0,1686. Bom Jesus atingiu um ISHAP de 0,5210 e o restante dos municípios ficaram com o ISHAP entre 0.2001 até 0.5000.

CONCLUSÃO

A aplicação do Sistema ISHAP para a realidade de cada município pertencente a sub-bacia do Rio do Peixe revelou-se um instrumento importante para auxiliar nas discussões, planejamento e gerenciamento de realidades hidroambientais locais.

A possibilidade de se ter um instrumento que gere um índice voltado para a perspectiva hidroambiental de localidades e que esse instrumento possa apontar para os problemas tanto em nível de escala espacial (do nível de bacia para o nível de sub-bacia e nível municipal) quanto em nível de escala temática (do nível de dimensão da sustentabilidade para um nível temático e de indicadores) é fundamental num processo de geração de informações especializadas.

Assim como bem apontou Silva (2008), a proposta de ISHAP, aqui representada pelas suas dimensões, temas e indicadores, cumpre o objetivo de, além de ordenar as questões da sustentabilidade hidroambiental, ter um forte poder descritivo de fenômenos multivariados, abrindo um “leque” enorme de possibilidades para ampliação do sistema tanto a nível escalar quanto em nível de novas variáveis para compor o sistema proposto.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, I.V. de. Semi-árido água e sede por que? - Recife: Sudene, 1996;
- BARBOSA, J. H. de L. et. al. Diagnóstico do estado trófico e aspectos limnológicos de sistemas aquáticos da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá, Trópico semi-árido Brasileiro. Rev. de Biologia e Ciências da Terra – Suplemento Especial, N. 1, 2006;
- BELLEN, H. M. Van. Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2005;

- CARVALHO, J. R. M. de et. al. Uso da análise multicritério na construção de um índice de sustentabilidade hidroambiental: estudo em municípios paraibanos. *Rev. Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional* – Vol. 9, n. 2 – mai/ago/2013, Taubaté – SP, 2013;
- CHAVES, H., & ALIPAZ, S. An integrated indicator based on basin hydrology, environment, life, and policy: the Watershed Sustainability Index. *Water Resources Management*, 21(5), p. 883-895, 2007.
- 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.
- LAURA, A. A. Um método de modelagem de um sistema de indicadores de sustentabilidade para a gestão dos recursos hídricos – MISGERH: o caso da Bacia dos Sinos. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – UFRGS), Porto Alegre – RS, 2004;
- MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; et. al. Os indicadores como instrumentos potenciais de gestão das águas no atual contexto legal-institucional do Brasil – resultados de um painel de especialistas. *RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos / Associação Brasileira de Recursos Hídricos* - Vol.8, n.4 (2003), Porto Alegre/RS: ABRH, 2003;
- _____. Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007;
- MALVEZZI, R. Semi-árido – uma visão holística. Brasília: Confea, 2007;
- 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;
- MARTINS, M. de F.; CÂNDIDO, G. A. Índices de desenvolvimento sustentável para localidades: uma proposta metodológica de construção e análise. *Revista de gestão Social e Ambiental* – RGSA, São Paulo, v. 6 n.1, 2012. p. 3-19.
- SILVA, M. G. da. Sistema de Indicadores para a viabilização do desenvolvimento local sustentável: uma proposta de modelo de sistematização. Tese (Doutorado em Recursos Naturais – UFCG), campina Grande – PB, 2008;
- SULLIVAN, C. A. Calculating a Water Poverty Index. *World Development*, Vol. 30, n.7, 2002. p. 1195 – 2002.
- TUNDISI, J. G. Água no século 21: enfrentando a escassez. São Carlos-SP: RiMa/iiE, 2009;
- VASCONCELOS A. C. F. de. Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal Participativo: uma aplicação no município de Cabaceiras-PB. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção – UFPB), João Pessoa – PB, 2011.