

## **IV-076 - APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE POBREZA HÍDRICA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO MÉDIO CURSO DO RIO PARAÍBA**

**Igor Souza Ogata<sup>(1)</sup>**

Engenheiro sanitarista e ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em engenharia civil e ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande. Doutorando em engenharia civil e ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande. Professor mestre da Universidade Estadual da Paraíba.

**Rui de Oliveira<sup>(2)</sup>**

Engenheiro civil pela Escola de Engenharia do Maranhão. Mestre em engenharia civil pela Universidade Federal da Paraíba. PhD em engenharia civil pela Universidade de Leeds. Professor doutor da Universidade Estadual da Paraíba.

**Andréa Carla Lima Rodrigues<sup>(3)</sup>**

Engenheira civil pela Universidade Federal de Campina Grande. Mestre em engenharia civil e ambiental pela Universidade Federal da Paraíba. Doutora em recursos naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Professora doutora da Universidade Federal de Campina Grande.

**Cayo Farias Pereira<sup>(4)</sup>**

Engenheiro sanitarista e ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Engenheiro de Segurança do Trabalho pela Faculdade Anglo Americano. Mestre em engenharia civil e ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Cel. João Figueiredo, 78 - Bodocongó – Campina Grande - PB - CEP: 58430-180 - Brasil - Tel: +55 (83) 99619-4243 - e-mail: [igor\\_ogata@hotmail.com](mailto:igor_ogata@hotmail.com).

### **RESUMO**

Neste trabalho, o Índice de Pobreza Hídrica (IPH) foi aplicado na Região Hidrográfica do Médio curso do Rio Paraíba para verificar o grau de pobreza hídrica desta e indicar ações prioritárias para melhorar sua condição. De acordo com a metodologia adotada foram realizadas as etapas de seleção de variáveis, normalização de variáveis, ponderação dos componentes, agregação dos componentes e classificação do índice. Os valores do IPH resultaram em uma pobreza hídrica moderada, enquanto que análise desse resultado destacou que os componentes Acesso e Capacidade apresentaram melhores resultados e os componentes Recurso, Uso e Meio Ambiente piores, indicando a necessidade de investimento prioritário na disponibilidade hídrica, melhoria da eficiência nos usos múltiplos e preservação da integridade ambiental. Sendo assim, é possível concluir que o IPH realizou seu papel de indicador com eficácia, apresentando uma visão abrangente do sistema através de uma abordagem simplificada e fornecendo subsídios técnicos para os tomadores de decisão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão dos recursos hídricos, Índices de sustentabilidade, Indicadores e índices.

### **INTRODUÇÃO**

Segundo Seiffert (2011), a gestão ambiental é um processo que define objetivos e metas de uma organização para uso, controle, proteção e conservação do meio ambiente, sempre levando em consideração as limitações econômicas e sociais, a fim de alcançar um desenvolvimento sustentável. O mesmo autor ainda relata que a gestão ambiental necessita ser flexível, buscando melhoria e avaliação contínua de suas ações, de maneira a estar sempre evoluindo no sentido de superar as limitações econômicas, sociais e ambientais, com a finalidade de atender as necessidades básicas de todos os seres humanos indefinidamente (BARBIERI, 2016), tornando-se assim, um processo desafiador, principalmente para sistemas ambientais complexos.

Na categoria de sistemas ambientais de grande complexidade estão os sistemas de gestão dos recursos hídricos, que por vezes são mal geridos devido à falta de uma informação completa, contudo, clara, objetiva e transparente. Sendo assim, indicadores são ótimas ferramentas para entender melhor esses sistemas e consequentemente melhorar a gestão.

Nesse sentido, no escopo da série ISO 14000, foi inserida a norma ISO 14031 (ABNT, 2004), que trata da avaliação de desempenho ambiental, na qual os indicadores são ferramentas fundamentais, capazes de comparar desempenho ambiental de uma organização com sua política ambiental, objetivos, metas e outros critérios, bem como avaliar a evolução dessa organização ao longo do tempo.

Dentro desse contexto, os indicadores são ferramentas para monitorar as ações das organizações e mensurar os resultados destas, a fim de verificar o alcance de uma determinada meta ambiental, visando a melhoria contínua do sistema (CAMPOS E MELO, 2008). Todavia, o indicador possui muitas outras funções dentro de um sistema de gestão ambiental, como a verificação de um padrão mínimo de qualidade ambiental, identificação de possíveis causas para o não cumprimento de meta, indicação de possíveis correções no sistema, auxílio no desenvolvimento de planos futuros, auxílio na tomada de decisão, mensuração do grau de sucesso de uma ação, demonstração ao público das ações de melhoria e monitoramento do estado do meio ambiente (CAMPOS E MELO, 2008; FIGUEIREDO, 1996).

Contudo, Butt (2018) alerta que apesar do próprio conceito de indicador expressar a necessidade deste produzir um resultado imparcial, em muitos casos este pode ser enganoso, dependendo de como for realizada sua base conceitual, como for utilizado os termos técnicos e critérios de cálculo e como e por quem for efetuada a interpretação desses resultados. No mesmo trabalho, essa distorção nos resultados é explicada pela busca da viabilidade do indicador, que pode causar perda de informação excessiva, produzindo resultados parciais, distorcidos ou enganosos. Portanto, o indicador por si só não é capaz de realizar uma avaliação adequada do sistema ambiental, mas sim, a avaliação dos resultados do indicador, analisando todos os seus vieses, pode representar a real situação do sistema.

Dentre os indicadores que representam a efetividade na gestão dos recursos hídricos, foi desenvolvido no Reino Unido, pelo *Centre for Ecology and Hydrology*, o Índice de Pobreza Hídrica (IPH), que tem o intuito de avaliar a gestão dos recursos hídricos segundo os fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, relacionando a pobreza da população com a disponibilidade de água (MLOTE; SULLIVAN; MEIGH, 2002).

Sullivan, Meigh e Lawrence (2006) mostram que o IPH é dividido em cinco componentes: Recurso, Acesso, Capacidade, Uso e Meio Ambiente. O componente Recurso considera a quantidade e a qualidade da água dentro do sistema estudado, outro fator importante que é levado em consideração é a variabilidade temporal da água. O componente Acesso avalia a extensão do acesso à água para usos múltiplos, levando em consideração o tempo gasto com a coleta de água, a distância da fonte de água, o papel da mulher e a existência de conflitos. O componente Capacidade mostra a habilidade que a população tem em gerir sua água, através de variáveis que medem a renda, educação e saúde. O componente Uso abrange os principais usos da água no sistema (doméstico, industrial, agrícola, pecuário, de geração de energia entre outros) e a eficiência destes. E por fim, o componente Meio Ambiente que considera a integridade ambiental relacionada aos recursos naturais, considerando a degradação e a produtividade do meio ambiente. Essa abordagem multicriterial, levando em consideração conhecimentos locais e valores culturais, torna o índice mais capaz de direcionar os tomadores de decisão a escolhas mais acertadas (MOLLE; MOLLINGA, 2003).

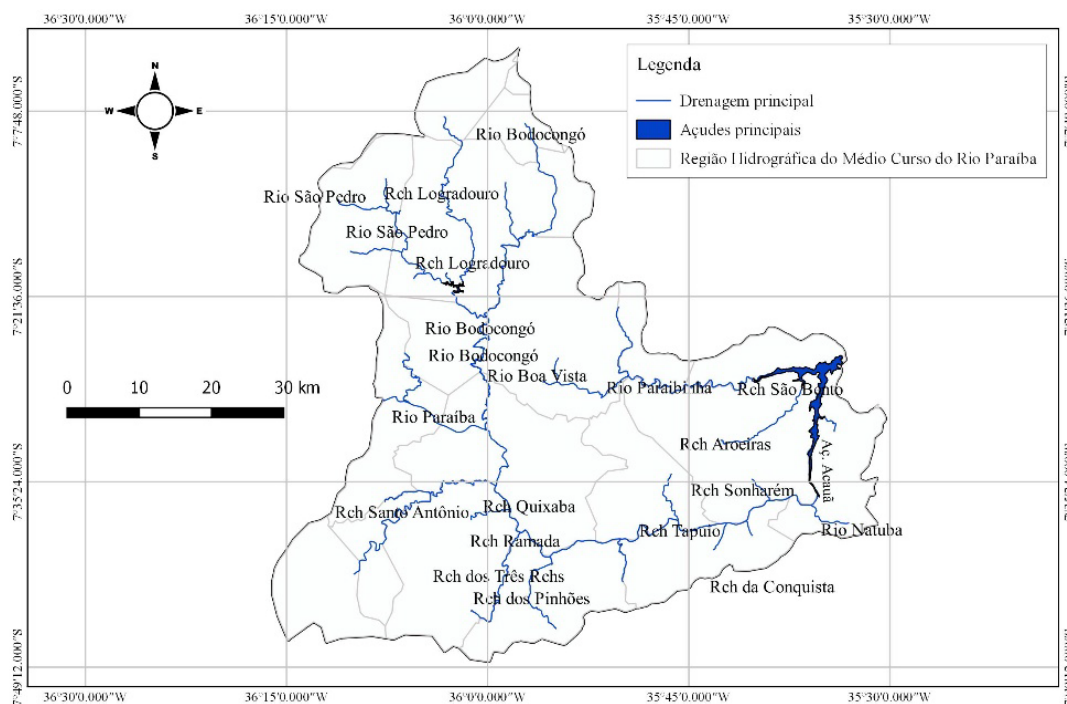
## OBJETIVO

Diante da capacidade de representação do IPH em relação a gestão dos recursos hídricos, esse trabalho objetiva aplicá-lo na Região Hidrográfica do Médio curso do Rio Paraíba (RHMRPB), pois é uma área de grande importância social e econômica do estado da Paraíba e que sofre frequentemente com a disponibilidade de água. Sendo assim, espera-se verificar a capacidade do IPH em auxiliar a tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos desta região hidrográfica, a fim de melhorar sua condição de pobreza hídrica.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Com 3.760,65 km<sup>2</sup> de área, a RHMRPB (Figura 1) possui um clima semiárido quente a semiúmido, com pluviosidade entre 600 mm e 1.100 mm, concentrado nos meses de abril a julho, sendo caracterizada como uma região de transição de clima, relevo, fauna e flora (AESAs, 2004). A região hidrográfica possui uma disponibilidade hídrica de 84.290.000 m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup>, praticamente toda superficial, tendo como maior corpo hídrico

o Açude Argemiro de Figueiredo, por sua vez, a demanda estimada para o ano de 2013 foi de 69.622.393 m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup> (AESAs, 2006), utilizando praticamente toda a disponibilidade. A área ainda é habitada por 540.519 pessoas, estando 81% na zona urbana e 19% na zona rural, possuindo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) médio de 0,682, além de englobar a segunda maior cidade do estado da Paraíba e possuir condições de saúde, educação e saneamento acima da média estadual, mesmo que esse panorama não seja homogeneamente distribuído em toda área (IBGE, 2010a).



**Figura 1: Região Hidrográfica do Médio curso do Rio Paraíba.**

Fonte: Elaborada pelos autores.

### Seleção das variáveis

Assim como discutido anteriormente, o IPH é constituído de cinco componentes (Recurso, Acesso, Capacidade, Uso e Meio Ambiente), que por sua vez são compostos por uma série de variáveis, segundo a base conceitual desenvolvida por Sullivan (2002) e Lawrence, Meigh e Sullivan (2002). Contudo, para adequar o uso do IPH nesse trabalho foi realizada uma seleção das variáveis, através de uma lista de verificação de trabalhos anteriores de implementação do índice, tendo sido escolhidas aquelas mais adequadas às características da RHMRPB e que possuísem um banco de dados pré-existente de origem confiável, além de unir características de um bom indicador, com ênfase na relevância, viabilidade, acessibilidade, confiabilidade, tempestividade e robustez. As variáveis selecionadas estão apresentadas no Quadro 1.

### Normalização das variáveis

Devido à multiplicidade de unidades, as variáveis necessitaram ser normalizadas, com a finalidade de proporcionar posterior agregação. Para realizar essa etapa da metodologia foi empregado o método do redimensionamento contínuo, para uma escala de 0-100, utilizando a Equação 1, quando o limite superior é o preferido e a Equação 2, quando o limite inferior é o preferido.

$$S_i = \frac{X_i - X_{inf}}{X_{sup} - X_{inf}} \times 100 \quad \text{equação (1)}$$

$$S_i = 100 - \left( \frac{X_i - X_{inf}}{X_{sup} - X_{inf}} \right) \times 100 \quad \text{equação (2)}$$

Onde,  $S_i$  é o valor normalizado,  $X_i$  é o valor a ser normalizado,  $X_{inf}$  o limite inferior e  $X_{sup}$  o limite superior.

Os limites inferior e superior utilizados na normalização estão apresentados no Tabela 1 e foram selecionados através de trabalhos que determinaram valores adequados e inadequados para as variáveis selecionadas. Vale a pena ressaltar que a variável consumo per capita, além dos limites estabelecidos, utiliza um valor ótimo de 100 L.hab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, definido pela ONU (2013), ao qual, quanto mais próximo desde, maior é o valor normalizado.

**Quadro 1: Variáveis selecionadas para a aplicação do Índice de Pobreza Hídrica.**

Variáveis	Fonte dos dados
<b>Componente Recurso</b>	
- Disponibilidade per capita de água (m <sup>3</sup> .ano <sup>-1</sup> .hab <sup>-1</sup> )	- AESA (2006), AESA e SECTMA (2006), IBGE (2010a) e SEMARH (2001).
- Índice de qualidade da água	- SUDEMA (2013).
- Variabilidade quantitativa da água (%)	- AESA (2013a) e SUDEMA (2013).
- Variabilidade qualitativa da água (%)	- AESA (2013a) e SUDEMA (2013).
<b>Componente Acesso</b>	
- Acesso ao abastecimento de água (%)	- IBGE (2010a).
- Acesso ao esgotamento sanitário (%)	- IBGE (2010a).
- Acesso à irrigação (%)	- IBGE (2006).
<b>Componente Capacidade</b>	
- PIB per capita (R\$.hab <sup>-1</sup> )	- IBGE (2010a).
- Índice de GINI	- IBGE (2010a).
- Taxa de mortalidade infantil em menores de 5 anos (‰)	- BRASIL (2011).
- Índice de educação	- IBGE (2010a).
- Participação pública	- CBH-PB (2012).
<b>Componente Uso</b>	
- Consumo per capita de água (L.hab <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	- SNIS (2010).
- Eficiência monetária do uso agropecuário (R\$.m <sup>-3</sup> )	- AESA (2006) e IBGE (2010a).
- Eficiência monetária do uso industrial (R\$.m <sup>-3</sup> )	- AESA (2006) e IBGE (2010a).
<b>Componente Meio Ambiente</b>	
- Porcentagem de cobertura vegetal (%)	- IBAMA (2009).
- Quantidade de espécies em ameaça de extinção	- IBGE (2010b).
- Variação da safra (%)	- IBGE (2006).
- Eficiência na outorga	- AESA (2013b).

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 1: Limites da normalização das variáveis do IPH.**

Variáveis	LS	LI	Fonte
<b>Componente Recurso</b>			
- Disponibilidade per capita de água ( $m^3 \cdot ano^{-1} \cdot hab^{-1}$ )	1700	500	Falkenmark (1989) apud Brown e Matlock (2011)
- Índice de qualidade da água	100	0	-
- Variabilidade quantitativa da água (%)	0	30	Manandhar, Pandey e Kazama (2011)
- Variabilidade qualitativa da água (%)	0	30	Manandhar, Pandey e Kazama (2011)
<b>Componente Acesso</b>			
- Acesso ao abastecimento de água (%)	100	0	-
- Acesso ao esgotamento sanitário (%)	100	0	-
- Acesso à irrigação (%)	100	0	-
<b>Componente Capacidade</b>			
- PIB per capita ( $R$.hab^{-1}$ )	85.000	1.000	Banco Mundial (2012)
- Índice de GINI	0,25	0,60	Banco Mundial (2012)
- Taxa de mortalidade infantil em menores de 5 anos (‰)	20	50	DATASUS (2013)
- Índice de educação	1	0,35	PNUD (2009)
- Participação pública	1	0	-
<b>Componente Uso</b>			
- Consumo per capita de água ( $L \cdot hab^{-1} \cdot dia^{-1}$ )	200	50	ONU (2013)
- Eficiência monetária do uso agropecuário ( $R$.m-3)$	40	0,70	Banco Mundial (2012)
- Eficiência monetária do uso industrial ( $R$.m-3)$	400	10	Banco Mundial (2012)
<b>Componente Meio Ambiente</b>			
- Porcentagem de cobertura vegetal (%)	75	10	Maranhão (2010)
- Quantidade de espécies em ameaça de extinção	0	72	IUCN (2013)
- Variação da safra (%)	100	-100	-
- Eficiência na outorga	100	0	-

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: LS = Limite superior; LI = Limite inferior.

### Ponderação dos componentes

O processo de ponderação foi realizado em duas etapas, uma primeira em que todas as variáveis receberam o mesmo peso e outra em que os pesos para os componentes do IPH foram determinados utilizando a Análise de Componentes Principais (ACP) (JOLIFFEE, 2002), a fim de realizar uma ponderação sem aspectos subjetivos envolvidos. Uma vez realizado os cálculos da ACP, com os dados das variáveis selecionadas, utilizando o critério de Kaiser (JOLIFFEE, 2002), duas componentes principais explicaram quase 95% da informação dos dados originais. Portanto, estas foram selecionadas e devido aos destaques que estas apresentaram foram denominadas de ponderação da componente principal do desenvolvimento sustentável e ponderação da componente principal dos recursos hídricos. Sendo assim, duas ponderações foram criadas e são apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2: Ponderação dos Componentes do Índice de Pobreza Hídrica.**

Componente	Componente principal do desenvolvimento sustentável	Componente principal dos recursos hídricos
Recurso	0,17	0,28
Acesso	0,24	0,05
Capacidade	0,23	0,15
Uso	0,19	0,26
Meio Ambiente	0,18	0,27

Fonte: Elaborado pelos autores.

### Agregação dos componentes

O procedimento de agregação foi realizado em duas etapas, a primeira, que agregou as variáveis normalizadas para formar os componentes, através de média aritmética, em que as variáveis possuem sempre o mesmo peso. E a segunda, que agregou os componentes para estabelecer o IPH, a qual utilizou média geométrica ponderada (Equação 3), em que cada componente possui um peso diferente, segundo determinado pelo método da ACP e apresentado na Tabela 1.

$$IPH = R^{w_R} * A^{w_A} * C^{w_C} * U^{w_U} * MA^{w_{MA}}$$

equação (3)

Onde, IPH é o Índice de Pobreza Hídrica, R é o componente Recurso, A é o componente Acesso, C é o componente Capacidade, U é o componente Uso, MA é o componente Meio Ambiente,  $w_R$  é o peso atribuído ao componente Recurso,  $w_A$  é o peso atribuído ao componente Acesso,  $w_C$  é o peso atribuído ao componente Capacidade,  $w_U$  é o peso atribuído ao componente Uso e  $w_{MA}$  é o peso atribuído ao componente Meio Ambiente.

### Classificação dos componentes

A fim de tornar o resultado do IPH mais inteligível, foi criada uma classificação nominal, que é apresentada no Quadro 2.

**Quadro 2: Classificação para resultados do Índice de Pobreza Hídrica.**

Resultado do Índice de Pobreza Hídrica	Classificação
0 – 30	Crítica
30 – 40	Alta
40 – 60	Moderada
60 – 90	Baixa
90 – 100	Insignificante

Fonte: Elaborado pelos autores.

### RESULTADOS OBTIDOS

Os primeiros resultados são referentes a coleta das variáveis selecionadas para constituir os componentes, sendo os valores absolutos apresentados na Tabela 3. Nesta mesma tabela, são apresentados também os valores normalizados pelo método do redimensionamento contínuo, tornando todos os dados adimensionais.



**Tabela 3: Valores absolutos e normalizados das variáveis do Índice de Pobreza Hídrica para a Região Hidrográfica do Médio curso do Rio Paraíba.**

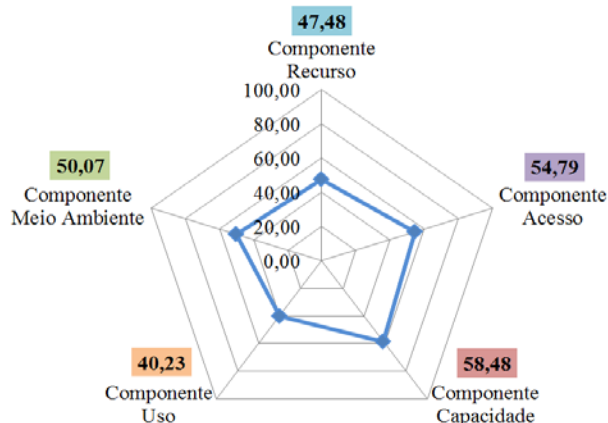
Componente Recurso		
Variável	VA	VN
- Disponibilidade per capita de água	268,60 m <sup>3</sup> .ano <sup>-1</sup> .hab <sup>-1</sup>	0,00
- Índice de qualidade da água	68,07	68,07
- Variabilidade quantitativa da água (coeficiente de variação)	11,08 %	63,08
- Variabilidade qualitativa da água (coeficiente de variação)	12,37 %	58,75
Componente Acesso		
Variável	VA	VN
- Acesso ao abastecimento de água	89,22 %	89,22
- Acesso ao esgotamento sanitário	71,53 %	71,53
- Acesso à irrigação	3,62 %	3,62
Componente Capacidade		
Variável	VA	VN
- PIB per capita	9.523,82 R\$.ano <sup>-1</sup>	10,15
- Índice de GINI	0,43	48,22
- Taxa de mortalidade infantil em menores de 5 anos	18,18 ‰	100,00
- Índice de educação	0,76	63,63
- Participação pública	0,70	70,42
Componente Uso		
Variável	VA	VN
- Consumo per capita de água	108,41 L.hab <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>	91,59
- Eficiência monetária do uso agropecuário	1,63 R\$.m <sup>-3</sup>	2,36
- Eficiência monetária do uso industrial	114,27 R\$.m <sup>-3</sup>	26,73
Componente Meio Ambiente		
Variável	VA	VN
- Porcentagem de cobertura vegetal	32,43 %	34,50
- Quantidade de espécies em ameaça de extinção	9	87,50
- Variação da safra	6,55 %	53,28
- Eficiência na outorga	25,00 %	25,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: VA = Valor absoluto da variável; VN = Valor normalizado da variável.

A partir da primeira agregação é possível verificar os valores dos componentes do IPH para a RHMRPB (Figura 2), em que todos os componentes apresentaram resultado moderado, segundo Quadro 3, além disso, é possível destacar positivamente os componentes Acesso e Capacidade, pois apresentaram os maiores resultados, enquanto que o componente Uso se sobressai negativamente, por apresentar resultado menor que os demais componentes.

**Figura 2: Componentes do Índice de Pobreza Hídrica para a Região Hidrográfica do Médio curso do Rio Paraíba.**



Fonte: Elaborado pelos autores.

O resultado da segunda agregação categorizou a pobreza hídrica como moderada, independentemente da ponderação realizada, apresentando valores de IPH para a componente principal do desenvolvimento sustentável, de 50,41 pontos e para a componente principal dos recursos hídricos, de 47,92 pontos.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao realizar a avaliação do IPH para a RHMRPB, foi verificado que, a classificação da área como de pobreza hídrica moderada foi prevista, pois em todos os componentes do índice os valores foram entre 40 e 60 pontos, ou seja, dentro da faixa de pobreza hídrica moderada estabelecida no Quadro 2.

Contudo, assim como discutido por Molle e Mollinga (2003), a importância do IPH está relacionado com uma possível análise dos componentes, que pode indicar quais os setores que necessitam de maior atenção, elegendo prioridades no gerenciamento dos recursos hídricos.

Ao analisar a região do Médio Paraíba, foi verificado que a disponibilidade per capita de água na área é bem pouca –  $268,60 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}.\text{hab}^{-1}$  –, muito abaixo do valor considerado por Falkenmark (1989) apud Brown e Matlock (2011) como de escassez absoluta, ou seja, abaixo de  $500 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}.\text{hab}^{-1}$ , explicada pela baixa quantidade de água disponível e grande quantidade de habitantes. Vale a pena ressaltar a dependência da RHMRPB da Região Hidrográfica do Alto curso do Rio Paraíba, no qual se encontra o Açude Epitácio Pessoa que abastece 5 cidades do Médio Paraíba, incluindo Campina Grande, maior centro urbano da região com mais de 400.000 habitantes.

Além desses aspectos, salienta-se no componente Recurso que a qualidade da água dos açudes monitorados é boa, apresentando IQA acima de 68 pontos e a variabilidade quantitativa e qualitativa é média, com coeficientes de variação abaixo de 15%, mas se comparado com outras regiões do semiárido é baixo, indicando que a quantidade e qualidade das águas da região hidrográfica não variam muito ao longo do ano.

Relacionado ao componente Acesso, houveram bons resultados, pois tanto a variável acesso ao abastecimento de água, quanto a variável acesso ao esgotamento sanitário tiveram altos valores, reflexo da alta urbanização dessa área, em especial do município de Campina Grande, que possui mais de 97% da população abastecida por de rede de distribuição e 84% possui rede de esgotamento sanitário ou fossa séptica. Contudo, o acesso de água para irrigação é precário, com menos de 4% das áreas plantadas realizando irrigação.

O componente Capacidade foi o de melhor resultado no Médio Paraíba, principalmente para os indicadores de saúde e educação, possuindo taxa de mortalidade infantil em menores de 5 anos melhor do que o recomendado pelo Banco Mundial (2012) e índice de educação acima de 70. Por outro lado, a renda per capita está abaixo da média nacional, bem como a distribuição dessa riqueza não é boa, com índice de GINI de 0,43.



No componente Capacidade, destaca-se a variável participação pública que apresentou resultados altos, uma vez que as reuniões do comitê de bacia ocorrem como o planejado para o ano, apesar de a assiduidade às reuniões ser baixa, principalmente em relação aos representantes dos municípios que compõem a bacia. Contudo, com base nas atas de reunião do ano de 2012, foi verificado que os assuntos discutidos ainda estão aquém do objetivo do CBH-PB, com um caráter mais informativo e menos tomador de decisão, não havendo discussões nem sobre os conflitos existentes na bacia.

Por sua vez, o componente Uso apresentou o pior resultado dos componentes do IPH da RHMRPB, no qual, apesar da variável consumo per capita ser bem próximo do valor ótimo recomendado pela ONU (2013), as eficiências monetárias do uso agropecuário e industrial possuem valores bem baixos, necessitando serem desenvolvidas ações prioritárias a esses usos na região hidrográfica.

O resultado do componente Meio Ambiente foi influenciado pela baixa cobertura vegetal, consequência da alta urbanização da área, apesar da quantidade de espécies ameaçadas de extinção ser pouca. Outro aspecto positivo foi o aumento na safra em 6,5% entre os anos de 2006 e 2011. Contudo, o instrumento de outorga apresentou-se pouco difundido, pois apenas 25% dos usuários outorgáveis estavam com a outorga vigente. Devido a variação de aspectos positivos e negativos dentro das variáveis que constituem o componente Meio Ambiente, este apresentou resultado moderado.

As circunstâncias supracitadas mostram que apesar das condições de oferta e demanda dos recursos hídricos na região do Médio Paraíba estarem em condições ruins, a situação socioeconômica se destaca positivamente. Logo, é possível verificar que a área necessita de uma melhor gestão dos recursos hídricos, em busca de aumentar a disponibilidade e tornar os usos mais eficientes. Sendo assim, a fim de melhorar a condição de pobreza hídrica na região hidrográfica, seria melhor atuar estrategicamente nos recursos hídricos e nas condições naturais, focando no equilíbrio entre oferta e demanda e preservando o meio ambiente. Contudo, é importante ressaltar que nenhum dos componentes do IPH para a RHMRPB apresentou pontos altos, inclusive nos componentes Acesso e Capacidade que apresentaram os maiores valores. Portanto, o resultado do IPH indica que todas as nuances da pobreza hídrica devem ser objeto de intervenção, desde as condições naturais até as condições socioeconômicas.

Sendo assim, a análise dos componentes do IPH para a região do Médio Paraíba, subsidia informações muito valiosas para a gestão dos recursos hídricos nessa área, como a clara necessidade de aumento da disponibilidade hídrica, desenvolvimento do acesso ao uso na irrigação, aumento da renda e melhor distribuição dessa, melhoria da eficiência dos usos múltiplos e preservação da integridade ambiental. Salienta-se que essas ações devem ser realizadas de forma integrada, de maneira que uma auxilie a outra no alcance de metas, como por exemplo a melhoria no acesso ao uso na irrigação, juntamente com a preservação do ambiente, melhore a produtividade agrícola e consequentemente a eficiência desse uso.

Outro destaque, é que independentemente do tipo de ponderação, a RHMRPB manteve a pobreza hídrica em moderada, fortalecendo a hipótese de que há a necessidade de ações tanto no âmbito dos recursos hídricos quanto no desenvolvimento sustentável da sociedade. Mesmo assim, vale a pena destacar que para a componente principal do desenvolvimento sustentável a região do Médio Paraíba apresentou IPH melhor, pois nessa ponderação os maiores pesos estão para os componentes Acesso e Capacidade, enquanto que para a ponderação da componente principal dos recursos hídricos os maiores pesos estão nos componentes Recurso, Uso e Meio Ambiente. Logo, como a RHMRPB teve seus maiores valores nos componentes Acesso e Capacidade, o IPH obteve resultado melhor para a componente principal do desenvolvimento sustentável, novamente indicando que a região possui melhor condição socioeconômica que natural.

Esses resultados mostram que o IPH realizou seu papel de indicador, dando uma visão abrangente do sistema através de uma abordagem simplificada, utilizando a base conceitual da pobreza hídrica.

## **CONCLUSÕES**

Diante dos resultados e da discussão, foi verificado a necessidade de ações prioritárias na RHMRPB para o aumento da disponibilidade de água, de melhoria no acesso à irrigação, de aumento das eficiências dos usos múltiplos e de melhoria da integridade do meio ambiente. Contudo, é importante ressaltar que todos os

componentes analisados no IPH apresentaram pontos fortes e pontos fracos, sendo necessárias intervenções em todos os aspectos da gestão dos recursos hídricos.

Independentemente da ponderação realizada, a região do Médio Paraíba obteve a mesma classificação do IPH, sendo caracterizadas por uma pobreza hídrica moderada, apresentando resultado condizente com a realidade da bacia. Portanto, verificou-se que o IPH foi representativo da situação da pobreza hídrica da RHMRPB, realizando seu papel de indicador, de fornecer uma visão abrangente do sistema através de uma análise simplificada, associada à sua base conceitual. Além disso, a análise dos componentes do IPH auxilia diretamente os tomadores de decisão na gestão dos recursos hídricos, dando subsídios a ações mais racionais, podendo eleger prioridades nas atividades a serem desenvolvidas, no contínuo melhoramento do uso, controle e proteção dos recursos hídricos.

Com a ferramenta do IPH, a comunicação também foi melhorada, pois através da metodologia simples, sistemática e transparente, foi possível representar a complexidade da interação entre os recursos hídricos e a sociedade, num único valor numérico; ao mesmo tempo em que a classificação do IPH, traduz o significado desses números em relação à pobreza hídrica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. *ABNT NBR ISO 14031*. Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – Diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
2. AESA. *PROPOSTA DE INSTITUIÇÃO DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA, CONFORME RESOLUÇÃO Nº 1, DE 31 DE AGOSTO DE 2003, DO CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA*. Paraíba: AESA, 2004.
3. AESA. *PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS*. Paraíba: AESA, 2006.
4. AESA. *ÚLTIMOS VOLUMES INFORMADOS DOS AÇUDES*. 2013a. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/ultimos-volumes/>>. Acesso em: 06 de Novembro de 2013.
5. AESA. *Outorgas fornecidas na Bacia do Rio Paraíba*. 2013b. Dados fornecidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa: AESA, 2013.
6. AESA; SECTMA. *PLANO DE ADMINISTRAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO – PAOM SISTEMAS ADUTORES DO CARIRI E DO CONGO SEGUNDA FASE*. Tomo 1 e Tomo 2. Recife: Governo do Estado da Paraíba, 2006.
7. BANCO MUNDIAL. *Indicators*. 2012. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicator>>. Acesso em: 12 de Novembro de 2013.
8. BARBIERI, J. C. *Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
9. BRASIL. Ministério da Saúde. *DATASUS*. 2011. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0205>>. Acesso em: 08 de Novembro de 2013.
10. BROWN, A.; MATLOCK, M. D. *A Review of Water Scarcity Indices and Methodologies*. Arkansas: Sustainability Consortium, 2011.
11. BUTT, B. Environmental indicators and governance. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 32, p. 84-89, 2018.
12. CAMPOS, L. M. DE S.; MELO, D. A DE. Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. *Produção*, v. 18, nº 3, p. 540-555, Set./Dez. 2008.
13. CBH-PB. *Atas das reuniões do ano de 2012*. Dados fornecidos pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. João Pessoa: CBH-PB, 2012.
14. DATASUS. *Indicadores de mortalidade*. 2013. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/livroidb/1ed/CapituloC.pdf>>. Acesso em: 12 de Novembro de 2013.
15. FIGUEIREDO, M. A. G. DE. O Uso de Indicadores Ambientais no Acompanhamento de Sistemas de Gerenciamento Ambiental. *Produção*, Belo Horizonte, v. 6, nº 1, p. 33-44, Jul. 1996.
16. IBAMA. *Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite*. 2009. Disponível em: <[http://siscom.ibama.gov.br/monitora\\_biomas/](http://siscom.ibama.gov.br/monitora_biomas/)>. Acesso em: 19 de Novembro de 2013.
17. IBGE. *Censo Agropecuário*. Censo Agropecuário 2006. 2006. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9827-censo-agropecuário.html?edicao=9830&t=resultados>>. Acesso em: 11 de Novembro de 2013.

18. IBGE. *Cidades@*. Censo Demográfico 2010. 2010a. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang=>>>. Acesso em: 04 de Novembro de 2013.
19. IBGE. *Mapas*. Fauna ameaçada de extinção. 2010b. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/fauna-ameacada-de-extincao.html>>. Acesso em: 12 de Novembro de 2013.
20. IUCN. *Red List Spacial Data*. 2013. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/technical-documents/spatial-data>>. Acesso em: 12 de Novembro de 2013.
21. JOLLIFFE, I. T. *Principal Component Analysis*. 2 ed. New York: Springer-Velag, 2002.
22. LAWRENCE, P.; MEIGH, J.; SULLIVAN, C. The Water Poverty Index: an International Comparison. *Keele Economics Research Papers*, Staffordshire, v. 19, 17 p., Out. 2002.
23. MANADHAR, S.; PANDEY, V. P.; KAZAMA, F. Application of Water Poverty Index (WPI) in Nepalese Context: A Case Study of Kali Gandaki River Basin (KGRB). *Water Resour Manage*, v. 26, p. 89-107, Set. 2011.
24. MARANHÃO, R. M. R. *ÍNDICE DE POBREZA HÍDRICA (IPH) APLICADO A MUNICÍPIOS DOS SERTÕES DO INHAMUS DO SEMIÁRIDO DO CEARÁ – BRASIL*. Fortaleza: UFC, 2010. 107 p. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal do Ceará, 2010.
25. MLOTE, S. D. M.; SULLIVAN, C.; MEIGH, J. Water Poverty Index: a Tool for Integrated Water Management. In: *3rd WaterNet/Warfsa Symposium*, 2002, Dar es Salaam, 20 p.
26. MOLLE, F.; MOLLINGA, P. Water poverty indicators: conceptual problems and policy issues. *Water Policy*, v. 5, p. 529-544, Jul. 2003.
27. ONU. *O Direito Humano à Água e Saneamento*. 2013. Disponível em: <[http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human\\_right\\_to\\_water\\_and\\_sanitation\\_media\\_brief\\_por.pdf](http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf)>. Acesso em: 13 de Novembro de 2013.
28. PNUD. *Education*. 2009. Disponível em: <<https://data.undp.org/dataset/Table-8-Education/mvtz-nsye>>. Acesso em: 12 de Novembro de 2013.
29. SEIFFERT, M. E. B. *ISO 14001 sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
30. SEMARH. *PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA*. v. I. Paraíba: Governo do Estado da Paraíba: 2001.
31. SNIS. *Água e Esgoto*. 2010. Disponível em: <<http://app3.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 11 de Novembro de 2013.
32. SUDEMA. *IQA dos semestres 2012.1, 2012.2 e 2013.1*. Dados fornecidos pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente. João Pessoa: SUDEMA, 2013.
33. SULLIVAN, C. Calculating a Water Poverty Index. *World Development*, v. 30, n. 7, p. 1195-1210, Fev. 2002.
34. SULLIVAN, C.; MEIGH, J.; LAWRENCE, P. Application of the Water Poverty Index at Different Scales: A Cautionary Tales. *Water International*, v. 31, n. 3, p. 412-426, Set. 2006.