



## VINTE ANOS DO ÍNDICE DE POBREZA HÍDRICA: Mudanças metodológicas e contribuições para a gestão da água

Vitória Marina Macioni Ferreira, PUC-Campinas, [vitoria.macioni@gmail.com](mailto:vitoria.macioni@gmail.com)  
Bruna A. Branchi, PUC-Campinas, [bruna.branchi@puc-campinas.edu.br](mailto:bruna.branchi@puc-campinas.edu.br)  
Juan Arturo Castañeda Ayarza, PUC-Campinas, [juan.arturo@puc-campinas.edu.br](mailto:juan.arturo@puc-campinas.edu.br)

### Resumo

O Índice de Pobreza Hídrica (IPH) é um instrumento de gestão de recursos hídricos. Foi elaborado em 2002 atendendo aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Vinte anos depois continua relevante, uma vez que o acesso à água em quantidade e qualidade apropriada para uma vida digna ganhou particular atenção na Agenda 2030 promotora do desenvolvimento sustentável incluído. O objetivo é identificar as mudanças ocorridas nas dimensões usadas e nos métodos de ponderação e agregação, assim como discutir a potencialidade instrumental do IPH na gestão de recursos hídricos. Trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva. A revisão sistemática foi utilizada em 73 documentos publicados entre 2002 e 2021 nas bases SciELO e Scopus. Os resultados mostram que poucas foram as mudanças metodológicas observadas. As principais interessam a técnica de ponderação escolhida, onde a Análise de Componentes Principais foi a mais recorrente quando são atribuídos pesos diferentes aos indicadores que compõem o IPH. A sua formulação inicial com cinco dimensões, associadas ao capital natural, físico, financeiro, humano e social, continua se demonstrando apropriada para um índice composto que tem a finalidade de servir para orientar a gestão da água.

**Palavras-chave:** Pobreza multidimensional, Índices compostos, Revisão sistemática.

### 1. Introdução

O tema da erradicação da pobreza representa o principal desafio definido pelas Nações Unidas com a Agenda 2030 (UN, 2015). O primeiro Objetivo de Desenvolvimento Sustentável define um limite monetário como linha de pobreza, mas há consenso na literatura acadêmica da necessidade de discutir a pobreza com uma abordagem que vai além da renda insuficiente para atender às necessidades básicas, ampliando a atenção às suas múltiplas dimensões (SEN, 2010; ALKIRE et al., 2015; MOURA JÚNIOR; SARRIERA, 2017). Sen (2010) reconhece a necessidade de dispor de recursos suficientes para garantir a todos a liberdade de escolha e de realização das suas capacidades, como a possibilidade de ter uma vida saudável, longa, com interação social e liberdade de expressão.

Entre os elementos essenciais para a vida deve ser incluída a acessibilidade à água em quantidade e qualidade suficiente para garantir o pleno desenvolvimento humano (KALLIO et al., 2017; CHEN; HSU; CHEN, 2020). Em julho de 2010 as Nações Unidas reconheceram o acesso à água e ao esgotamento sanitário como direito humano mediante aprovação da Reso-

lução A/RES/64/292. Ele complementa o direito a um nível de vida que assegura saúde e bem-estar previsto na Declaração de Direitos Humanos de 1948. Com o reconhecimento da importância da água para todos os aspectos do desenvolvimento humano, cada Estado deve assegurar água potável, acessível e a preços razoáveis para todos. Contudo, década após década, o pleno acesso à água continua desigual (FRACALANZA; JACOB; EÇA, 2013).

Para monitorar e avaliar a evolução da pobreza multidimensional os dois índices mais conhecidos são o Índice de Pobreza Multidimensional elaborado por Alkire et al. (2015), que atualmente complementa os Relatórios de Desenvolvimento Humano das Nações Unidas, e o Índice de Pobreza Hídrica (IPH) de Sullivan (2002).

Neste artigo o IPH foi escolhido por reunir variáveis socioeconômicas e estimativas de disponibilidade física da água, em uma abordagem multidisciplinar, contribuindo na avaliação integrada dos efeitos da escassez hídrica (SULLIVAN, 2002). É também um índice amplamente aceito pela comunidade acadêmica (CHO; OGWANG, 2014).

O IPH proposto foi inicialmente aplicado a 3 Países (Tanzânia, Sri Lanka e África do Sul) mediante um questionário com o propósito de validar o instrumento. Depois foi aplicado a 140 países usando dados públicos de UNICEF, Banco Mundial e World Economic Fórum, demonstrando como a formulação de índice composto era suficientemente simples para ser calculado a partir de dados facilmente acessíveis (SULLIVAN, 2002; PRINCE et al., 2020).

Na formulação inicial as variáveis eram selecionadas de acordo com cinco dimensões, reconhecidas como relevantes para avaliar a pobreza hídrica, sendo elas: Recursos, Acesso, Capacidade, Uso e Ambiente.

Desde a sua publicação, o IPH foi usado para avaliar a pobreza hídrica de cidades, bacias hidrográficas, país ou grupos de países. Respeitando a sua finalidade última de auxiliar os formuladores de políticas na priorização dos investimentos de acordo com a classificação relativa da pobreza hídrica local (NADEEM; CHEO; SHAOAN, 2017), a aplicação do IPH deve ser adaptada, especialmente na escolha das variáveis, para que seja apropriado para o local de investigação. Além das diferenças na seleção das variáveis, a aplicação do IPH ao longo dos últimos 20 anos pode ter sofrido mudanças metodológicas que interessam os critérios de ponderação e as formas de agregação dos dados.

É neste sentido que, após vinte anos da sua formulação, é relevante realizar uma revisão bibliográfica de textos acadêmicos visando avaliar a aplicação e as eventuais mudanças metodológicas ocorridas. Assim, o objetivo principal é realizar uma revisão sistemática a respeito da aplicação do Índice de Pobreza Hídrica – IPH. Como objetivos específicos, pretende-se identificar as mudanças ocorridas nas dimensões usadas e nos métodos de ponderação e agregação, assim como discutir a potencialidade instrumental da IPH na gestão de recursos hídricos.

O artigo está organizado em quatro seções, além da introdução e conclusões. Na primeira seção é discutido o conceito de pobreza hídrica e é apresentado o IPH em detalhe. A seção seguinte é dedicada à descrição do método utilizado. Na terceira seção é detalhada a amostra e em seguida são comentados os resultados encontrados.



## 2. Fundamentação teórica

O Índice de Pobreza Hídrica foi elaborado por um grupo de pesquisadores do Centre for Ecology and Hydrology (CEH) como resposta à carência identificada na literatura sobre o tema da pobreza hídrica, motivado pela necessidade de avaliar e monitorar os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (SULLIVAN, MEIGH, FEDIW, 2002a e 2002b). O grupo do CEH se inspirou na abordagem de Sen (2010) para o qual a pobreza é definida como “privação de capacidades”, sendo o resultado de um conjunto de circunstâncias que afetam as capacidades de viver uma vida longa, saudável, com interação social, conhecimento e liberdade de expressão. Os pesquisadores observaram relações, diretas e indiretas, entre o acesso à água e essas capacidades. Em particular identificaram uma ligação direta entre acessibilidade a este recurso natural e as capacidades de viver uma vida saudável e longa, e uma ligação indireta via representatividade na gestão dos recursos hídricos com as capacidades de interação social e liberdade de expressão (SULLIVAN, MEIGH, FEDIW, 2002a).

Aproveitando das contribuições da teoria econômica, a equipe dos pesquisadores do CEH identificou cinco tipos de capitais proeminentes para garantir as capacidades básicas, sendo eles capital natural, físico, financeiro, humano e social. Associaram esses capitais às cinco dimensões relevantes para definir a pobreza hídrica em uma abordagem multidisciplinar, como sintetizado no Quadro 1.

**Quadro 1:** Associação entre tipos de capital e dimensões da pobreza hídrica

Capital	Dimensão	Definição
Financeiro e social	Acesso (Access – A)	Disponibilidade física de água (superficial e subterrânea)
Físico e financeiro	Uso (Use – U)	Disponibilidade de água para o consumo humano
Humano	Capacidade (Capacity – C)	Competência na gestão dos recursos hídricos
Natural e recursos hídricos	Recursos (Resources – R)	Modalidades de uso da água
Natural	Ambiente (Environment – E)	Disposição de água para serviços ecológicos

**Fonte:** Elaboração própria a partir de Sullivan, Meigh e Fediw (2002a).

Uma vez identificadas as dimensões a serem mensuradas, a equipe liderada por Sullivan procedeu com a escolha da metodologia para inclui-las em um instrumento avaliativo. Analisaram as seguintes abordagens alternativas:

- análise temporal, onde a pobreza hídrica é medida pelo tempo necessário para conseguir o acesso a um determinado volume de água, tempo que depende de condições econômicas, ambientais, entre outras;
- método *gap* que mede a pobreza avaliando as diferenças entre valores observados e níveis desejados das dimensões mencionadas;
- método matricial que consiste na representação gráfica dos indicadores de pobreza hídrica que descrevem a situação relativa do recorte estudado;



- d) modelos econométricos, do tipo *logit* ou *probit*, onde o *status* de doença é usado como aproximação da pobreza hídrica e as variáveis que compõem as dimensões selecionadas são as variáveis explicativas.
- e) método do índice composto onde a estimativa da pobreza hídrica requer medir as variáveis escolhidas, ponderá-las e agregá-las com o intuito de obter uma medida que varia entre 0 e 100, sendo os valores maiores indicadores de menor pobreza hídrica (SULLIVAN, MEIGH, FEDIW, 2002a e 2002b).

Depois de testar as diferentes abordagens e de consultar especialistas, a equipe de Sullivan optou pelo índice composto, apontado como a melhor opção quando se agrupam dados físicos, econômicos e sociais visando refletir, por exemplo, a pobreza da água, o uso da água, e a capacidade de gerenciar recursos hídricos (SULLIVAN, MEIGH, FEDIW, 2002a e 2002b; CHO; HOWANG, 2014). A credibilidade, disponibilidade e representatividade desses indicadores teve o aval de especialistas internacionais após ampla gama de consultas (CHEN; HSU; CHEN, 2020).

A metodologia proposta para a formulação do IPH pode ser dividida em três etapas SULLIVAN; MEIGH; FEDIW, 2002b):

- a) Formulação do índice: média aritmética ponderada

$$IPH = \frac{w_a A + w_u U + w_c C + w_r R + w_e E}{w_a + w_u + w_c + w_r + w_e}$$

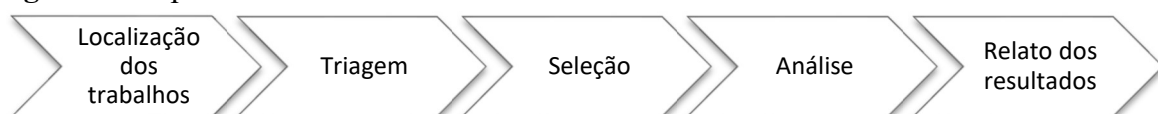
Os autores sugerem usar como *benchmark* uma versão do IPH calculado como média aritmética simples.

- b) Construção dos subíndices. O número de variáveis que podem ser usadas no cálculo do índice de cada dimensão é variável, conseqüentemente cada variável escolhida terá um peso implícito diferente no IPH. Dadas essas características, os autores definiram a abordagem como *unbalanced*.
- c) Apresentação dos resultados através de um pentagrama ou gráfico tipo “radar” que permite identificar os valores de cada subíndice, favorecendo a comparação entre locais diferentes ou o monitoramento da evolução temporal do IPH do mesmo local.

### 3. Método

Este trabalho segue as etapas da revisão sistemática definidas pelo Preferred Report Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) e ilustradas na Figura 1 (PAGE et al., 2021).

**Figura 1:** Etapas da revisão sistemática



**Fonte:** Elaboração própria a partir de Preferred Report Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses – PRISMA (2020).



**IV SUSTENTARE & VII WIPIS**  
**WORKSHOP INTERNACIONAL**  
**Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos**  
 de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SUSTENTARE FURG/RS

Apoio: Agência das Bacias PCJ, COMITÊS PCJ

A busca foi realizada em novembro de 2021 nas bases SciELO e Scopus. A primeira foi escolhida por ser uma plataforma que reúne as publicações de 17 países, dos quais 14 são da América Latina e Caribe, dado o interesse em estudar a aplicação do IPH no Brasil. A Scopus foi selecionada por ser uma plataforma com um dos mais amplos acervos, aproximadamente 22000 periódicos, e que potencialmente incluiria o maior número de publicações que trataram do IPH. A busca foi realizada usando os descritores “Water Poverty Index” e “Índice de Pobreza Hídrica” no título, resumo e palavras-chave. Com o intuito de realizar uma busca abrangente foram selecionados artigos acadêmicos, trabalhos apresentados em congressos e livros ou capítulos de livros publicados entre 2002 e 2021. O ano inicial foi escolhido por ser o ano da publicação do Índice de pobreza Hídrica (IPH) na versão de Sullivan (2002).

A busca foi realizada seguindo as etapas detalhadas no Quadro 2 (BOLAND; CHERRY, DICKSON, 2017; MOURA JÚNIOR.; SARRIERA, 2017).

**Quadro 2: Etapas da Revisão Sistemática**

<b>Formulação das perguntas de pesquisa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como o IPH foi aplicado nos últimos 20 anos?</li> <li>- Houve mudanças nas dimensões usadas na aplicação do IPH?</li> <li>- Houve mudanças nos métodos de ponderação e agregação?</li> <li>- Quais são os exemplos do uso do IPH no Brasil?</li> <li>- Quais são as potenciais contribuições da IPH na gestão de recursos hídricos?</li> </ul>
<b>Especificação dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos</b>	<p><u>Critérios de inclusão:</u>          estudos aplicados do IPH publicados entre 2002 e 2021 e que detalham a metodologia usada e os resultados obtidos;          estudos do IPH que citam como referência os textos de Sullivan.</p> <p><u>Critérios de exclusão:</u>          estudos que aplicam outros tipos de índice de pobreza hídrica;          estudos que são revisões sistemáticas e bibliométricas;          estudos publicados em idioma diferente do português, inglês e espanhol;          estudos sem acesso físico ou digital;          estudos sem definição (descrição) das dimensões do IPH;          estudos que comentam, mas não aplicam o IPH</p>
<b>Formulação do plano de busca da literatura</b>	<p>Bases: SciELO e Scopus          Ano de publicação: 2002 até 2021          Descritores usados: índice de pobreza hídrica, water poverty index.</p>
<b>Registro dos dados</b>	<p>Informações coletadas:          Nome dos autores;          Título de revista ou livro ou anais de eventos;          Ano de publicação,          Dimensões usadas na construção do IPH,          Método de ponderação,          Método de agregação.</p>
<b>Apresentação e análise dos resultados</b>	

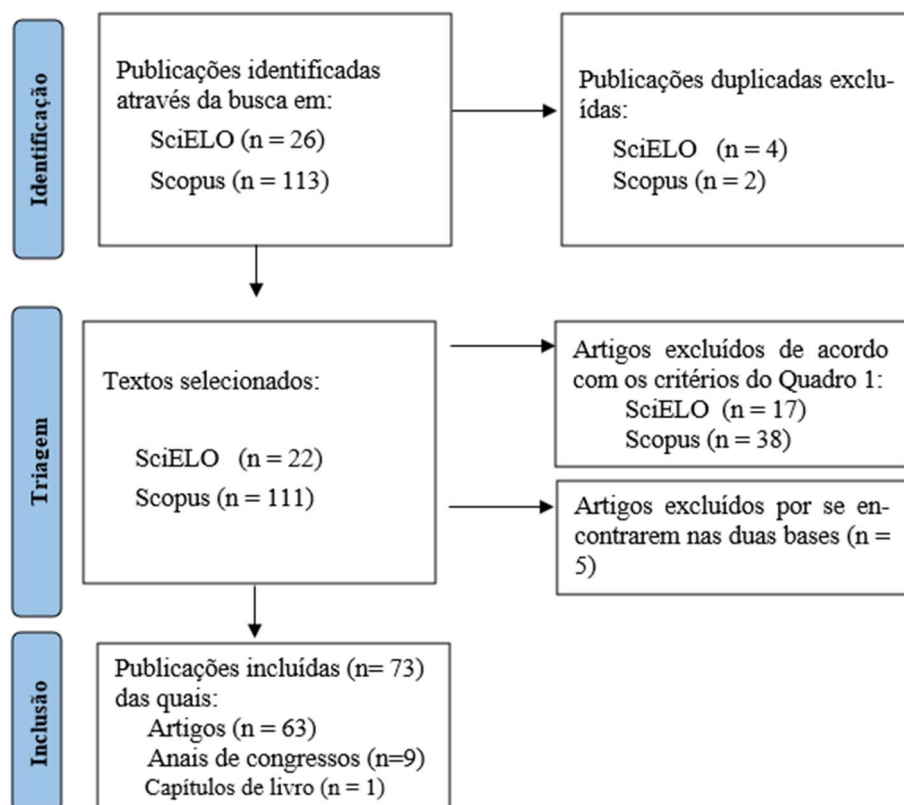


### 3.1. Resultados da busca nas bases SciELO e Scopus

A busca na base SciELO com o descritor “índice de pobreza hídrica” identificou 4 artigos, dos quais 3 em português e um em espanhol. A busca com o descritor “water poverty index” retornou 22 textos. Todos os artigos em português e espanhol apareceram nesta segunda busca. Em síntese, a busca na base da SciELO resultou em três artigos em língua portuguesa e 19 artigos em língua inglesa. Após excluir os artigos duplicados, foram lidos os resumos e foi examinada a bibliografia para verificar se havia menção à autora Sullivan. Aplicando estes critérios, a amostra se reduziu a cinco artigos que atendem aos critérios de inclusão ilustrados no Quadro 2.

Como resultado da busca na base Scopus foram encontrados 113 textos. Os textos encontrados na base SciELO foram encontrados também na base Scopus. Adotando os critérios de inclusão e exclusão definidos, a amostra final é constituída por 73 publicações (Figura 2).

**Figura 2:** Fluxograma da revisão sistemática



**Fonte:** Elaboração própria a partir de Preferred Report Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses – PRISMA (2020).

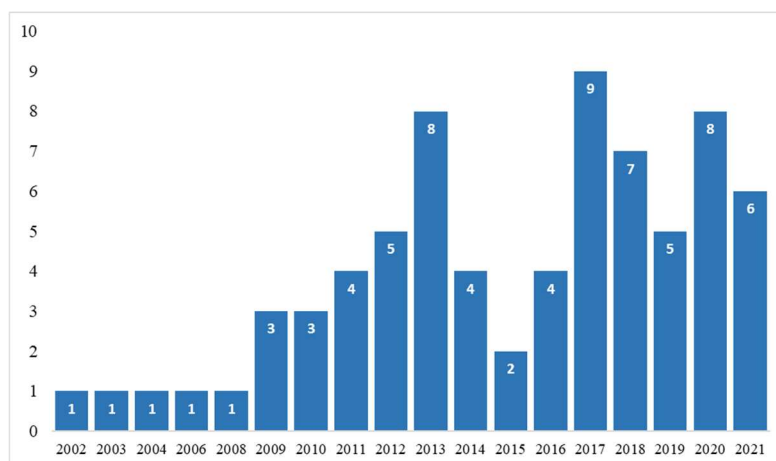


## 4. Resultados

### 4.1 Evolução das pesquisas baseadas no IPH entre 2002 e 2021

O estudo da disseminação do Índice de Pobreza Hídrica necessariamente inicia com uma análise da evolução temporal das publicações com o intuito de identificar a velocidade de difusão do instrumento de medição da pobreza hídrica em publicações acadêmicas entre 2002 e 2021. O Gráfico 1 permite identificar uma mudança de comportamento em 2010.

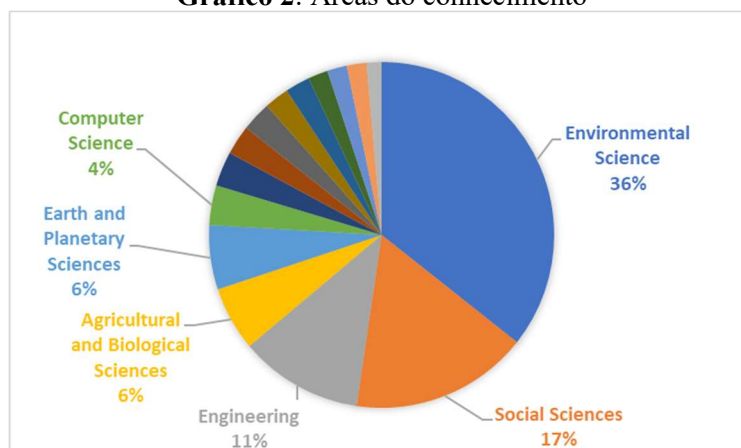
**Gráfico 1:** Distribuição temporal das 73 publicações selecionadas



Entre 2002 e 2010 foram publicados em média 1,6 artigos por ano, mas, entre 2011 e 2021, a média anual ficou em 5,6 artigos. Os anos com maior número de publicações usando o IPH foram 2017 com 9 textos, 2013 e 2020 com 8 respectivamente.

As áreas do conhecimento dos trabalhos selecionados estão sintetizadas no Gráfico 2. Como pode ser observado a área de Ciências Ambientais se sobressai com 36%.

**Gráfico 2:** Áreas do conhecimento



Das 73 publicações selecionadas, 63 são artigos publicados em 40 revistas diferentes. Aproximadamente 63,5% dos artigos foram publicados em 10 revistas (Tabela 1).

**Tabela 1:** Revistas selecionadas

Nome	N.	%
Water Policy	7	11,11
Advanced Materials Research	5	7,94
Social Indicators Research	5	7,94
Natural Resources Forum	4	6,35
Water Resources Management	4	6,35
Revista Internacional de Contaminacion Ambiental	3	4,76
Sustainability (Switzerland)	3	4,76
Water (Switzerland)	3	4,76
International Journal of River Basin Management	2	3,17
International Journal of Water Resources Development	2	3,17
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>63,49</b>

A revista “Water Policy” foi a que mais publicou artigos com a aplicação do IPH, com 7 publicações entre 2003 e 2019, seguida pelas revistas “Advanced Materials Research” e “Social Indicators Research” com 5 cada uma. As restantes 23 publicaram somente um artigo cada uma tratando do Índice de Pobreza Hídrica.

Os demais textos foram publicados como capítulos de livros (The Routledge Handbook on the Middle East Economy, um capítulo em 2021) ou em anais de evento. Somente nos anais do evento “IOP Conference Series: Earth and Environmental Science” foram publicados 4 trabalhos sobre índice de Pobreza Hídrica (Tabela 2).

**Tabela 2:** Anais de congresso e livros selecionados

Anais de congressos	Frequência
IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	4
2011 International Conference on Multimedia Technology, ICMT 2011	1
Proceedings of the 22nd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2013	1
Proceedings of the 28th International Business Information Management Association Conference	1
Proceedings, Annual Conference - Canadian Society for Civil Engineering	1
Water, Sanitation and Hygiene: Sustainable Development and Multisectoral Approaches - Proceedings of the 34th WEDC International Conference	1
Capítulo de livro	
The Routledge Handbook on the Middle East Economy	1

O autor com mais publicações, individuais ou em coautoria, é o Jemmali que desde 2002 publicou 5 artigos. Os segundos autores que mais publicaram foram Garriga, Liu, e Sullivan com 4 publicações entre 2002 e 2021 (Tabela 3).



**IV SUSTENTARE & VII WIPIS**  
**WORKSHOP INTERNACIONAL**  
**Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos**  
 de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SUSTENTARE FLO CAMPINAS

Apoio: Agência das Bacias PCJ

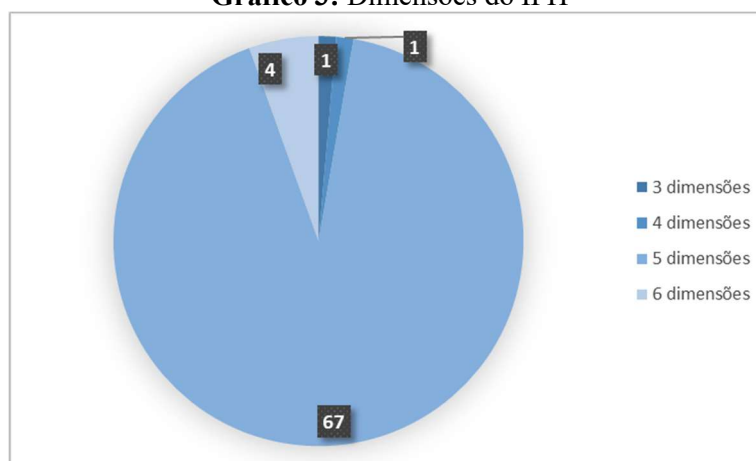
**Tabela 3:** Autores com maior número de publicações sobre IPH

Autor	Frequência
Jemmali, H.	5
Garriga, R.G.	4
Liu, W.	4
Sullivan, C.A	4
Ari, I.R.D.	3
Gong, L.	3
van der Vyver, C.	3
Zhao, M.	3

#### 4.2 Mudanças nas dimensões usadas na aplicação do IPH

A formulação do IPH proposto por Sullivan identifica cinco dimensões (Recurso, Acesso, Capacidade, Uso e Ambiente). Entre os textos selecionados 92% seguiu este padrão (Gráfico 3). Dos quatro artigos com seis dimensões, três são os resultados de pesquisas publicadas nos anos 2013, 2015 e 2019 por um grupo de pesquisadores que estão monitorando a pobreza hídrica no México. Um outro autor, Kini (2017) opta por organizar o IPH com seis dimensões em um estudo aplicado à Burkina Faso.

**Gráfico 3:** Dimensões do IPH





# IV SUSTENTARE & VII WIPIS

## WORKSHOP INTERNACIONAL

### Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

**EVENTO  
GRATUITO  
TOTALMENTE  
ONLINE**

Realização:



SUSTENTARE  
FOZ DE IGUAÇU



WIPIS

Apoio:



Agência das Bacias PCJ



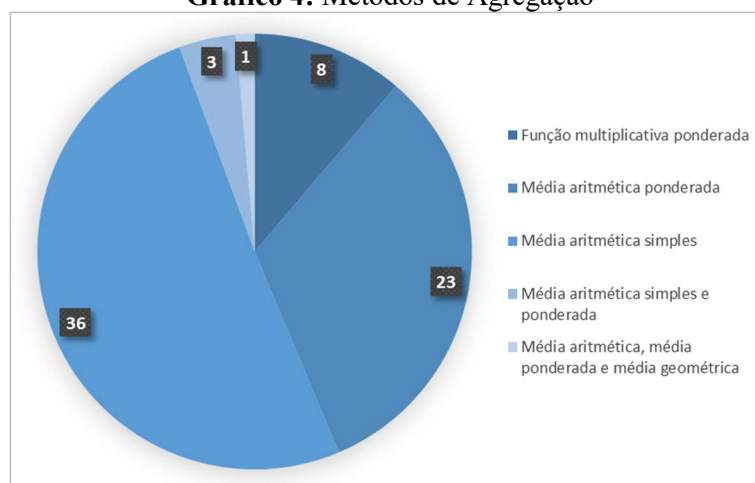
COMITÊS PCJ

### 4.3 Mudanças nos métodos de agregação

A elaboração de um índice composto para medir algo que não é diretamente mensurável se depara com alguns desafios metodológicos, quais: seleção de variáveis e indicadores, métodos de agregação e técnicas de ponderação.

Nesta revisão sistemática da literatura foi dada especial atenção aos métodos de agregação. A formulação inicial do IPH sugere a agregação das dimensões através da média aritmética ponderada. Como resumido no Gráfico 4, 51% das publicações utilizaram a média aritmética simples, 32% optaram para a média aritmética ponderada e 11% para a média geométrica ponderada. Os restantes adotaram mais de uma técnica de ponderação.

**Gráfico 4:** Métodos de Agregação



Nota: Neste gráfico não foi incluído o artigo de Sullivan (2002) e foi excluído um texto cuja técnica de agregação divergia das demais.

A agregação pela média aritmética apresenta alguns benefícios pela simplicidade do método, pela transparência nos cálculos e pela facilidade de leitura e interpretação por parte de não especialistas (NARDO et al., 2005). Porém pressupões que as preferências sejam independentes, ou sejam que seja possível calcular a contribuição marginal de cada dimensão separadamente e calcular o índice final pela soma das contribuições individuais (GARRIGA; PÉREZ- FOGUET, 2010; PÉREZ-FOGUET; GARRIGA, 2011). Além disso, a média aritmética como método de agregação permite sempre que haja compensação entre as componentes, característica nem sempre apropriada. Enfim, se for usada a média aritmética ponderada, os pesos não estão de fato indicando a importância relativa de cada dimensão, mas representam a taxa de substituição entre as dimensões (GARRIGA; PÉREZ- FOGUET, 2010).

Para superar estas limitações, na literatura do IPH foi proposta a média geométrica. Esta opção foi adotada somente em nove trabalhos da amostra desta revisão (Quadro 3).

**Quadro 3:** Publicações com uso da média geométrica ponderada no cálculo do IPH

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Publicação</b>	<b>Ano</b>
Jaren e Mondal	Assessing Water Poverty of Livelihood Groups in Peri-Urban Areas around Dhaka under a Changing Environment	Water (Switzerland)	2021
Jemmali e Sullivan	Understanding water conflicts in the MENA region: A comparative analysis using a restructured Water Poverty Index	The Routledge Handbook on the Middle East Economy	2021
Kallio, Guillaume, Kummu e Virrantaus	Spatial Variation in Seasonal Water Poverty Index for Laos: An Application of Geographically Weighted Principal Component Analysis	Social Indicators Research	2018
Kini	Inclusive water poverty index: a holistic approach for helping local water and sanitation services planning	Water Policy	2017
Jemmali e Abu-Ghunmi	Multidimensional analysis of the water-poverty nexus using a modified Water Poverty Index: a case study from Jordan	Water Policy	2016
Jemmali e Matoussi	A multidimensional analysis of water poverty at local scale: application of improved water poverty index for Tunisia	Water Policy	2013
Pérez-Foguet e Garriga	Analyzing Water Poverty in Basins	Water Resources Management	2011
Garriga e Pérez Foguet	Application of a revised Water Poverty Index to target the water poor	Water Science and Technology	2011

#### 4.4 Mudanças nos métodos de ponderação

Na proposta inicial do IPH, mesmo sendo apresentado como índice ponderado, foram atribuídos pesos iguais a todas as dimensões. Esta escolha foi seguida em metade das publicações selecionadas (Tabela 4). Entre as técnicas de ponderação, prevalecem a Análise de Componente Principal, tradicional ou dinâmica (15%) e os métodos multicritérios (11%).

**Tabela 4:** Métodos de ponderação usados no cálculo do Índice de Pobreza Hídrica

<b>Método</b>	<b>Frequência</b>
Pesos iguais	37
Análise de Componente Principal	10
Métodos Multicritério (Hierárquico, Delphi, Entropia)	8
Com e sem ponderação	5
Pesos calculados com base em opinião de especialistas/entrevistas	3
Análise de Componente Principal Dinâmica	1
Outros	9
<b>Total</b>	<b>73</b>



#### 4.5 Estudos aplicados no Brasil

Na seleção de publicações examinadas, o IPH foi aplicado em 31 países ou conjunto de países diferentes, com a China sendo objeto de bem 19 pesquisas (Tabela 5).

**Tabela 5:** Distribuição geográfica dos estudos aplicados do IPH

Localidade	Frequência	Localidade	Frequência
China	19	Colômbia	1
Nepal	6	Bangladesh	1
México	5	Egito	1
África do Sul	4	Estados Unidos	1
Irã	4	Jordânia	1
Índia	3	Laos	1
Indonésia	3	Nigéria	1
Kenya	3	Peru	1
MENA	3	Taiwan	1
<b>Brasil</b>	<b>2</b>	Tanzânia	1
Bangladesh	1	Tunísia	1
Burkina Faso	1	Vários países	7

Dois foram os trabalhos aplicados ao Brasil, em 2019 e 2020, em dois locais em regiões diferentes do país (Quadro 4).

**Quadro 4:** Locais estudados nos artigos brasileiros

Autores	Ano	Área estudada
Senna, Maia e Medeiros	2019	Bacia hidrográfica do rio Seridó (Rio Grande do Norte e Paraíba)
Guimarães e Ferreira	2020	Macaé - Rio de Janeiro

Podemos observar que as duas áreas estudadas são de regiões diferentes, assim como foram as técnicas de coleta de dados, os métodos de agregação e ponderação (Quadro 5).

**Quadro 5:** Métodos de agregação e de ponderação aplicados nos artigos brasileiros

Autores	Método de Agregação	Método de Ponderação
Senna, Maia e Medeiros	Análise de Componente Principal	Média aritmética ponderada
Guimarães e Ferreira	Pesos iguais	Média aritmética simples

Além dos métodos de agregação e ponderação serem divergentes, as descrições das dimensões usadas para calcular o índice são diferentes (Quadro 6).



**Quadro 6:** Dimensões e variáveis selecionadas nos artigos brasileiros

Dimensão	Senna, Maia e Medeiros	Guimarães e Ferreira
Recurso	Média anual de chuva (mm.year)	Avaliação da qualidade da água
	Chuva regular por capita (hm)	Avaliação da quantidade da água fornecida (suficiente para a família)
Acesso	Acesso da população a água tratada (%)	Avaliação da forma do abastecimento de água nos domicílios
Capacidade	IPH-M	Variáveis relacionadas à renda das famílias
	Taxa de alfabetização da região (%)	
	População Economicamente Ativa (%)	
Uso	Uso doméstico da água por capita (m)	Usos prioritários da água
	Uso da água para irrigação (m)	
	Água para abastecimento animal (m)	
Ambiente	Área com vegetação natural (%)	Avaliação da integridade física das localidades em termos de alagamentos e enchentes e sua frequência
	Total de fósforo (mg.L)	

Senna, Maia e Medeiros (2019) estimam o índice de pobreza hídrica de 24 cidades localizadas na bacia hidrográfica do rio Seridó, nos estados de Paraíba e Rio Grande do Norte. Calcularam três versões do IPH: uma com peso igual nas cinco dimensões, seguindo a versão inicial de Sullivan e duas aplicando a Análise de Componente Principal para identificar os pesos de cada dimensão, das quais uma usando as cinco dimensões usuais e uma usando as três dimensões que resultaram ser as mais relevantes (ou seja com pesos maiores). As três dimensões mais relevantes foram: uso, capacidade e acesso.

Os resultados obtidos permitiram às autoras avaliar as características do IPH. Em particular, reconheceram a vantagem em calcular a média ponderada das três dimensões mais importantes para o recorte geográfico selecionado porque conseguiu facilitar a identificação dos municípios em situação mais crítica.

Além disso, o uso da média aritmética ponderada permite identificar facilmente qual é a dimensão mais frágil no município, facilitando o direcionamento de ações ou investimento para combater a pobreza hídrica.

Guimarães e Ferreira (2020) estimaram o IPH para as comunidades Ilha Colônia Leocádia e Ilha da Caieira localizadas na bacia hidrográfica do Rio Macaé no Rio de Janeiro a partir dos resultados de uma pesquisa de campo com uma amostra de 116 domicílios. O questionário foi elaborado seguindo a metodologia do IPH e permitiu definir 9 indicadores para as 5 dimensões. A estimativa do IPH ocorreu aplicando pesos iguais a cada subíndice, seguindo a formulação inicial de Sullivan. A aplicação do IPH permitiu caracterizar as causas da grave pobreza hídrica da Ilha Colônia Leocádia que estão relacionadas aos problemas de acesso à água e saneamento. Diversamente, para o loteamento Ilha da Caieira foi estimada uma baixa

pobreza hídrica favorecida pela existência da infraestrutura de distribuição de água e coleta de esgoto e melhores condições econômicas dos residentes.

Segundo Guimarães e Ferreira (2020), o IPH permite a comparação entre diversas localidades, a identificação das regiões prioritárias na definição de ações de políticas públicas que visam uma boa gestão dos recursos hídricos, de modo a atender a demanda atual e futura da população.

## 5. Considerações Finais

A revisão sistemática permite concluir que o IPH continua relevante, vinte anos depois da sua primeira aplicação, e sem grandes mudanças metodológicas. Acredita-se que isso seja explicado pela flexibilidade implícita na formulação inicial. Mais do que impor a escolha de um conjunto de indicadores, a equipe de Sullivan optou para descrever as dimensões que devem compor o índice para que seja um instrumento completo, ou o mais completo possível, de gestão de recursos hídricos. As escolhas das variáveis, ou indicadores, de cada dimensão devem variar de acordo com o local de aplicação do índice. Esta escolha metodológica explica a manutenção das cinco dimensões do IPH em 92% dos textos revisados.

Com relação à técnica de agregação foi encontrada uma maior heterogeneidade de alternativas. A agregação sem pesos continua prevalecendo provavelmente por ser operacionalmente mais simples e por facilitar a interpretação dos resultados por parte de não especialistas. Quem opta por algum critério de ponderação está dividido entre aplicar pesos resultantes de pesquisa com usuários ou especialistas ou aplicar técnicas estatísticas do tipo Análise de Componentes Principais. Ambas as escolhas dificultam a comparabilidade dos resultados no tempo ou entre recortes, onde a técnica de Análise de Componentes Principais é mais complexa para o público leigo.

A revisão realizada permite também ressaltar a finalidade do IPH como instrumento de avaliação e orientação na gestão da água. Com as suas cinco dimensões alia informações relacionadas à acessibilidade física e econômica à água, aos usos alternativos deste recursos e aos impactos ambientais da ação humana.

Difere por concepção e finalidade de outros índices que também avaliam pobreza e carências no acesso à água, como o Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) por exemplo. O IPM é uma medida da pobreza multidimensional e tem como finalidade última a identificação detalhada dos componentes da pobreza para então auxiliar na elaboração de políticas que visam reduzir o número de pobres ou aliviar a intensidade da pobreza.

O IPH, por sua vez, mesmo incluindo a palavra pobreza no seu nome, tem como finalidade orientar a gestão de recursos hídricos, numa abordagem holística, onde dimensão econômica, social e ambiental estão presentes ao mesmo tempo. Pode-se então dizer que o enfoque do IPH é mais geral, macro, quando comparado com o IPM que limita a atenção ao bem-estar humano imediato. Dadas as suas características e sua difusão em estudos acadêmicos, estranha-se a presença incipiente de pesquisas aplicadas à realidade brasileira.

## 6. Referências bibliográficas

- ALKIRE, S.; FOSTER, J.; SETH, S.; SANTOS, M. E.; ROCHE, J. M.; BALLON, P. *Multi-dimensional poverty measurement and analysis*. Oxford: Oxford University Press, 2015.
- BOLAND, A.; CHERRY, A. G.; DICKSON, R. *Doing a systematic review: A Student's Guide*. 2a ed., Londres: SAGE Publications Ltd., 2017.
- CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A.; SILVA, R. *Metodologia Científica*. 6ª ed. São Paulo: Pearson, 2006.
- CHEN, T. T.; HSU, W. L.; CHEN, W. K. An Assessment of Water Resources in the Taiwan Strait Island Using the Water Poverty Index. *Sustainability*, v. 12, n. 6, p. 23-51, 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.3390/su12062351>.
- CHO, D. I.; OGWANG, T. Water Poverty Index. In MICHALOS, A. C. (Ed.) *Encyclopedia of quality of life and well-being research*. Dordrecht: Springer, pp.7003-7008, 2014. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5\\_3703](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5_3703)
- FRACALANZA, A.; JACOB, A.; EÇA, R. Environmental justice and water resources governance practices: re-introducing issues of equality to the agenda. *Ambiente & Sociedade*, v. 16, n. 1, p. 3-4, 2013.
- GARRIGA, R. G.; PÉREZ-FOUGUET, A. Improved Method to Calculate a Water Poverty Index at Local Scale. *Journal of Environmental Engineering*, n. 136, p. 1287-1298, 2010.
- GUIMARÃES, E.; FERREIRA, M. I. Na contramão dos objetivos do desenvolvimento sustentável: avaliação da pobreza hídrica na região estuarina do rio Macaé, Macaé/RJ. *Saúde e Sociedade*, v. 29, n. 2, p. 3-6, 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-12902020190070>.
- JAREN, L. S.; MONDAL, M. S. Assessing Water Poverty of Livelihood Groups in Peri-Urban Areas around Dhaka under a Changing Environment, *Water*, n. 13, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/w13192674>
- JEMMALI, H.; SULLIVAN, C. A. Understanding water conflicts in the MENA region: A comparative analysis using a restructured Water Poverty Index. Em HAKIMIAN, H. (ed.) *The Routledge Handbook on the Middle East Economy*. New York: Routledge, 2021, p. 150-164.
- JEMMALI, H.; ABU-GHUNMI, L. Multidimensional analysis of the water-poverty nexus using a modified Water Poverty Index: a case study from Jordan. *Water Policy*, n. 18, p. 826-843, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.2166/wp.2016.147>
- JEMMALI, H.; MATOUSSI, M.S. A multidimensional analysis of water poverty at local scale: application of improved water poverty index for Tunisia. *Water Policy*, n. 15, p. 98-115, 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.2166/wp.2012.043>
- KALLIO, M.; GUILLAUME, J. H. A.; KUMMU, M.; VIRRANTAUS, K. Spatial Variation in Seasonal Water Poverty Index for Laos: An application of geographically weighted principal component analysis. *Social Indicators Research*, v. 140, n. 3, p. 1131-1157, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11205-017-1819-6>.
- KINI, J. Inclusive water poverty index: a holistic approach for helping local water and sanitation services planning. *Water Policy*, v. 19, n.4, p. 758-772, 2017. Doi: <https://doi.org/10.2166/wp.2017.075>



**IV SUSTENTARE & VII WIPIS**  
**WORKSHOP INTERNACIONAL**  
**Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos**  
 de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SUSTENTARE FURG CAMPINAS

Apoio: Agência das Bacias PCJ, COMITÊS PCJ

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MOURA JÚNIOR, J. F.; SARRIERA, J. C. As relações entre pobreza e bem-estar: uma revisão sistemática. *Estudos Interdisciplinares em Psicologia*, v. 8, n. 2, p. 100-125, 2017. Doi: 10.5433/2236-6407.2016v8n2p100

NADEEM, A. M.; CHEO, R.; SHAOAN, H. Multidimensional Analysis of Water Poverty and Subjective Well-Being: a case study on local household variation in Faisalabad, Pakistan. *Social Indicators Research*, v. 138, n. 1, p. 207-224, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11205-017-1652-y>.

NARDO, M.; SAISANA, M.; SALTELLI, A.; TARANTOLA, S.; HOFFMAN, A.; GIOVANNINI, E. *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. OECD statistics working paper, 2005.OECD, Statistics Directorate, Paris.

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, v. 10, n. 89, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>

PÉREZ-FOUGUET, A.; GARRIGA, R. G. Analyzing Water Poverty in Basins. *Water Resource Management*, n. 25, p. 3595-3612, 2011. Doi: <http://doi.org/10.1007/s11269-011-9872-4>

PRINCE, B. C.; JURAN, L.; SRIDHAR, V.; BUKVIC, A.; MACDONALD, M. C. A statistical and spatial analysis of water poverty using a modified Water Poverty Index. *International Journal of Water Resources Development*, p. 1-18, 2020. Doi: <http://doi.org/10.1080/07900627.2020.1768829>

PRISMA – Preferred Report Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses. *PRISMA Flow Diagram*, 2020. Disponível em: <https://prisma-statement.org/prismastatement/flowdiagram.aspx> Acesso em 12 maio de 2022.

SEN, A. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SENNA, L. D.; MAIA, A. G.; MEDEIROS, J. D. F. The use of principal component analysis for the construction of the Water Poverty Index. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 24, e19, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.241920180084>.

SULLIVAN, C. Calculating a Water Poverty Index. *World Development*, v. 30, n. 7, pp. 1195–1210, 2002.

SULLIVAN, C. A.; MEIGH, J. R.; FEDIW, T. *Derivation and testing the Water Poverty Index: Phase: Final Report May 2002*, Volume 1 - Overview, 2002a. Centre for Ecology and Hydrology (CEH), Wallingford and the Department for International Development, London.

SULLIVAN, C. A.; MEIGH, J. R.; FEDIW, T. *Derivation and testing the Water Poverty Index: Phase: Final Report May 2002*, Volume 2 - Technical Appendices I, 2002b. Centre for Ecology and Hydrology (CEH), Wallingford and the Department for International Development, London.

UN – United Nations. *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em 22 de jun. de 2022.