



XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste

27 a 30 de novembro de 2012 – João Pessoa – PB



CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE HIDROAMBIENTAL ATRAVÉS DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO: ESTUDO EM MUNICÍPIOS PARAIBANOS

José Ribamar Marques de Carvalho – PPGRN/UFCA

Wilson Fadlo Curi – PPGRN/UFCA

Contextualização

- Regime pluviométrico marcado por grande anormalidade de chuvas.
- O Estado da Paraíba tem cerca de 90% do seu território situado na região semiárida do Nordeste.
- Base eminentemente cristalina, com grande variabilidade temporal e espacial das chuvas, variando entre 300 mm anuais na região do Cariri e 1600 mm na região Litorânea do Estado.
- Intervenções pelo homem.
- Exploração da indústria canavieira.
- Perspectiva de crescimento da agroindústria.
- Transposição do Rio São Francisco.
- Ausência de políticas públicas mas alinhadas à necessidade dos múltiplos usos.

Problemática e Objetivo

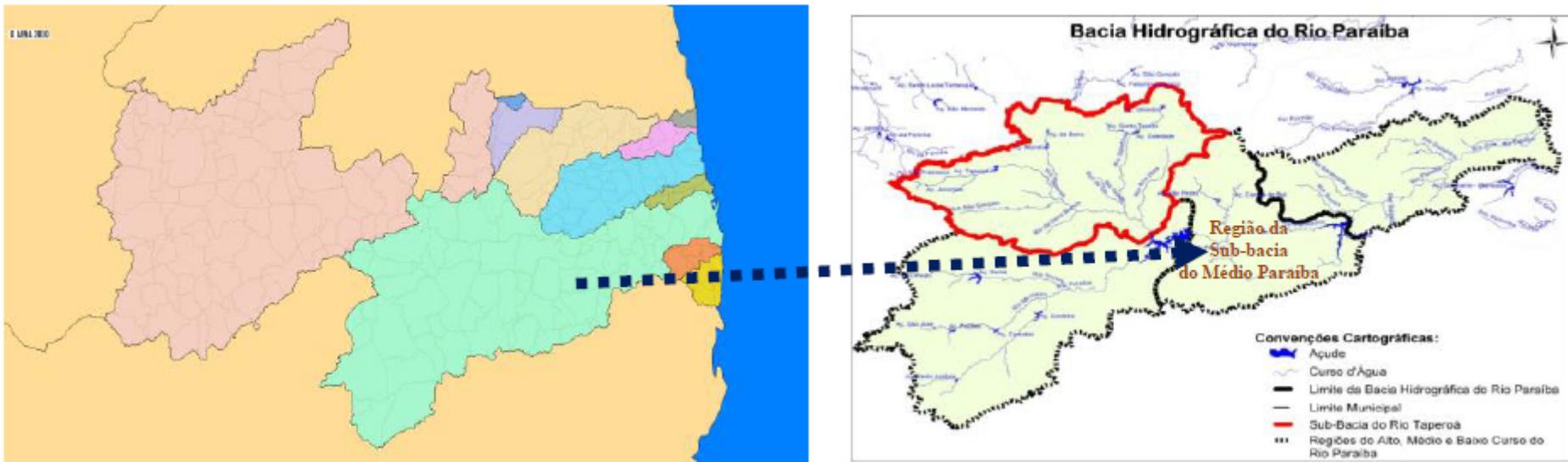
- **Problema:** Como estabelecer uma metodologia baseada no uso de indicadores e na análise multicritério capaz de identificar a situação hidroambiental de municípios?
- **Objetivo:** Propor um índice de sustentabilidade hidroambiental baseado o uso de indicadores e na análise multicritério capaz de identificar a situação de municípios paraibanos.

Procedimentos Metodológicos

- Quanto a sua finalidade - pesquisa aplicada
- Quanto aos objetivos - exploratória e descritiva.
- Quanto aos procedimentos - documental.
- Quanto à natureza - quantitativa.

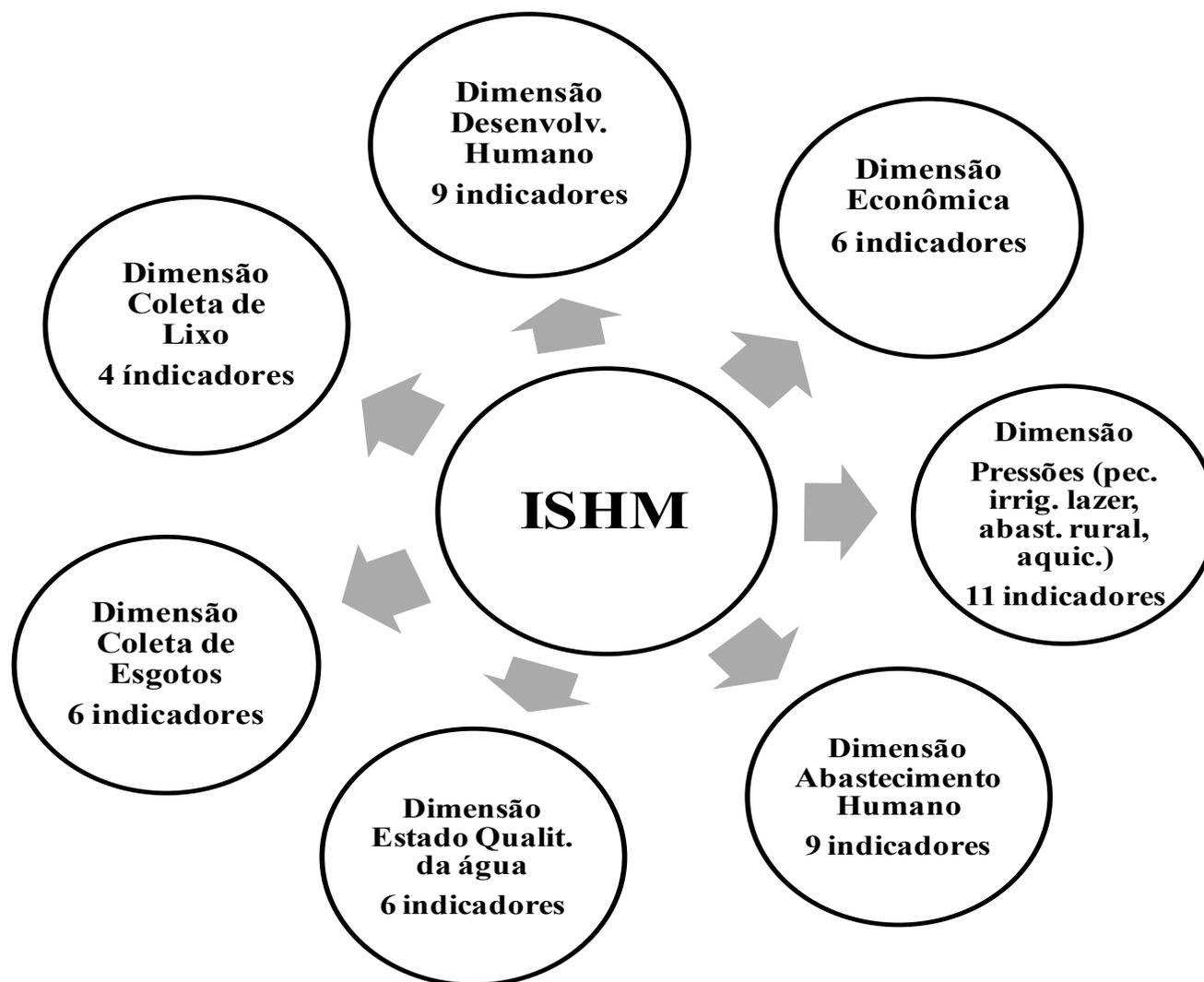
Procedimentos Metodológicos

A viabilidade metodológica foi testada através de um estudo de caso particular na Sub-Bacia do Médio Curso do Rio Paraíba.



Escopo Geográfico: 19 municípios

Crítérios de exclusão de 4 municípios (Alcantil, Caturité, Gado Bravo e Santa Cecília) devido à falta de informações de alguns indicadores o que inviabilizou a comparação entre os demais municípios.



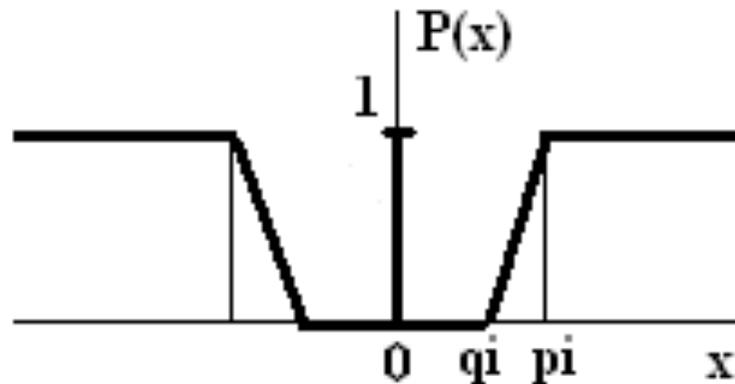
- ✓ Foram escolhidos 51 indicadores (critérios) – pesos iguais
- ✓ A escolha dos indicadores - entendimento subjetivo dos autores
- ✓ Os parâmetros dos critérios (indicadores) foram calculados a partir do uso da Estatística Descritiva (Medida de Posição Quartis).

CATEGORIA/ DIMENSÃO	Código	CRITÉRIO/INDICADOR	Parâmetros da Função Tipo V	
			q	p
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO DESENVOLVIMENTO HUMANO	Critério 1	Taxa de Analfabetismo da população de 15 anos ou mais	21,6	35,2
	Critério 2	Taxa de Mortalidade Infantil	10,6	20,1
	Critério 3	IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal)	54,0	61,0
	Critério 4	Expectativa de Vida ao Nascer	58,3	62,12
	Critério 5	Quantidade de estabelecimentos de saúde	5	12
	Critério 6	Taxa de hospitalização por desidratação em menores de 5 anos	2,3	15,6
	Critério 7	Taxa de mortalidade infantil por diarreia (por 1.000 nascidos vivos)	0	5
	Critério 8	População coberta pelo Programa de Saúde da Família (PSF)	90	98
	Critério 9	Relação entre população urbana e rural	42	63
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AOS INDICADORES ECONÔMICOS	Critério 10	PIB <i>per capita</i> em reais	4130	10147
	Critério 11	Receitas de impostos e transferências de recursos	5000000	9000000
	Critério 12	Despesa total com saúde	206981807	252604478
	Critério 13	Despesa total com saúde por habitante	212	350
	Critério 14	Transferência SUS por habitante	98	104
	Critério 15	Tarifa Média de Água (R\$/m³)	1,90	2,00
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ABASTECIMENTO HUMANO	Critério 16	População total	6000	10000
	Critério 17	Densidade demográfica	21	50
	Critério 18	Precipitação média anual	700	900
	Critério 19	Índice de consumo de água %	50	70
	Critério 20	Índice de atendimento urbano de água (%)	70	90
	Critério 21	Índice de perdas na distribuição (%)	25	40
	Critério 22	% abastecimento por rede geral	0	0
	Critério 23	% de abastecimento por poço nascente	10	20
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO ÀS PRESSÕES DA IRRIGAÇÃO, PECUÁRIA, ABASTECIMENTO RURAL, AQUICULTURA E LAZER	Critério 24	% Outra forma de abastecimento de água	25	40
	Critério 25	Outorga p/irrigação (m³/h)	0	0
	Critério 26	Outorga p/abast.rural (m³/h)	0	0
	Critério 27	Outorga p/abast. urbano (m³/h)	0	0
	Critério 28	Outro tipo de outorga (m³/h)	0	0
	Critério 29	Número de bovinos	2900	5000
	Critério 30	Número de equinos	190	300
	Critério 31	Número de assininos	219	700
	Critério 32	Números de muares	50	200
	Critério 33	Número de suínos	500	700
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO A COLETA DE ESGOTOS	Critério 34	Número de caprinos	1000	5000
	Critério 35	Número de ovinos	1000	2000
	Critério 36	% rede sanitária via esgoto	20	40
	Critério 37	% rede sanitária via fossa séptica	10	15
	Critério 38	% rede sanitária via fossa rudimentar	25	45
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ATENDIMENTO DE COLETA DE LIXO	Critério 39	% rede sanitária via vala	5	15
	Critério 40	% rede sanitária via rio ou lago	0,5	1,00
	Critério 41	% que não dispõe de instalação sanitária	10	20
	Critério 42	% de lixo coletado	30	50
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ESTADO QUALITATIVO DA ÁGUA	Critério 43	% lixo queimado	20	30
	Critério 44	% lixo enterrado	40	70
	Critério 45	% lixo jogado	15	30
DESEMPENHO DO SISTEMA QUANTO AO ESTADO QUALITATIVO DA ÁGUA	Critério 46	Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual %	150	200
	Critério 47	Incidência das análises de cloro residual fora do padrão	17	40
	Critério 48	Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez %	35	70
	Critério 49	Incidência das análises de turbidez fora do padrão	10	20
	Critério 50	Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais %	20	50
	Critério 51	Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão %	0	1,0

Os parâmetros dos indicadores foram calculados a partir do uso da Estatística Descritiva (Medida de Posição Quartis).

Procedimentos Metodológicos

Método Promethee II - função de preferência tipo V -> função critério de preferência linear com zona de indiferença, onde entre q_i e p_i a intensidade das preferências aumenta linearmente. Fora deste intervalo, as preferências são iguais.

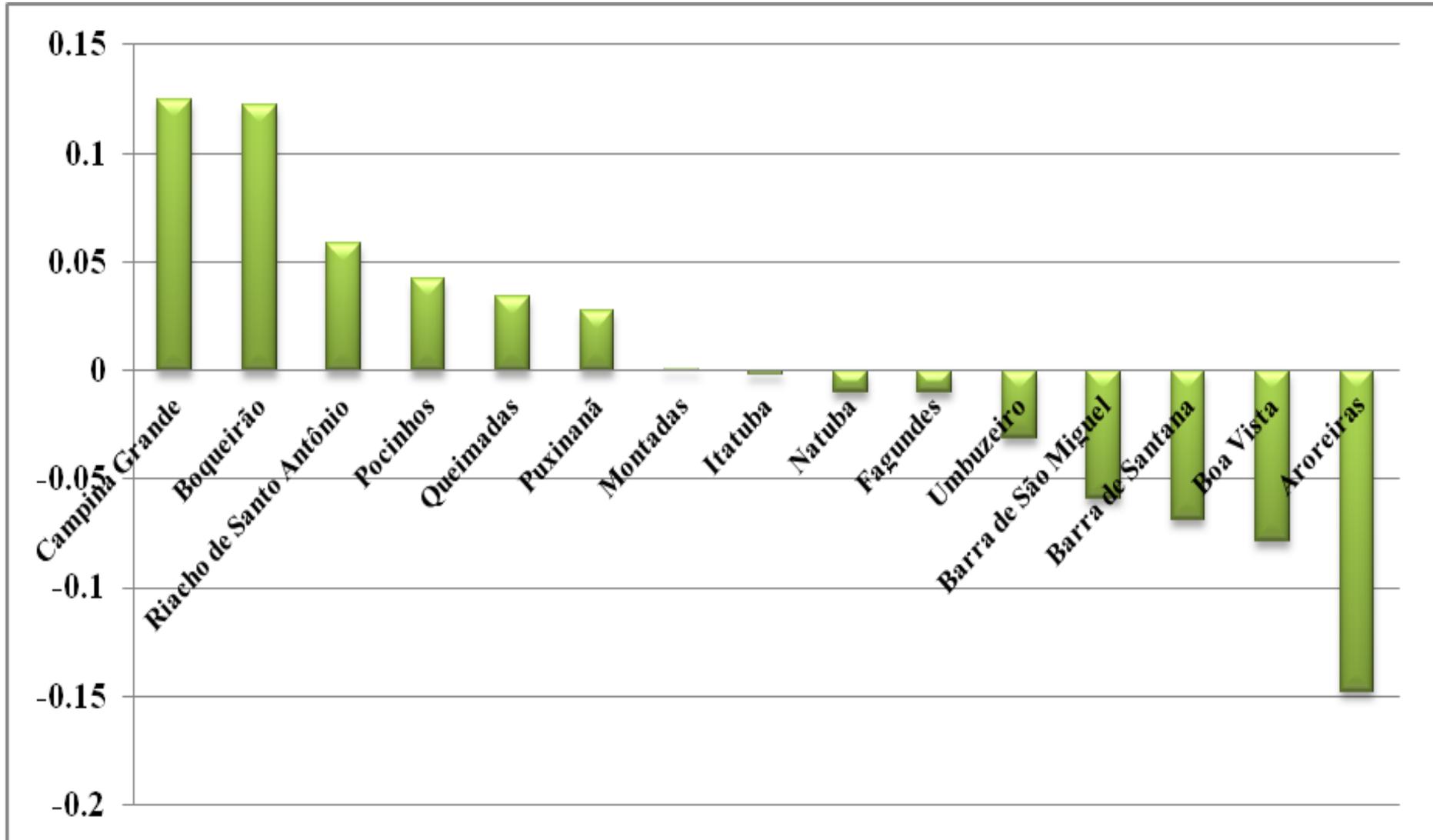


O programa PRADIN (Programa para Apoio à Tomada de Decisão baseada em Indicadores) versão 3.0 foi usado para gerar os relatórios das análises paritárias.

Municípios/Dimensões	Dimensões e Ranking do Índice de Sustentabilidade Hidroambiental Multicritério														Ranking Final do ISHM			
	Dim1	Pos	Dim2	Pos	Dim3	Pos	Dim4	Pos	Dim5	Pos	Dim6	Pos	Dim7	Pos	ISHM	Pos	Flx+	Flx-
Aroeiras	-0,0635	12	0.0000	7	-0.2183	14	-0.1916	14	-0.2202	14	-0.1161	12	-0.2143	14	-0.1478	15	7.4	22.2
Barra de Santana	0,0000	9	-0.0774	9	-0.2738	15	-0.0065	8	-0.1726	11	-0.3393	15	0.0952	7	-0.0686	13	9.7	16.5
Barra de São Miguel	0,0516	5	-0.1845	10	-0.1032	9	-0.0455	11	-0.1607	10	-0.0089	11	-0.0952	10	-0.0595	12	9.7	15.6
Boa Vista	0,1746	3	-0.2440	13	-0.2143	13	-0.0227	10	-0.1964	12	0.0179	8	0.1071	6	-0.0784	14	12.1	20.0
Boqueirão	0,3016	2	0.4762	2	0.1706	3	0.0552	6	0.2857	2	0.1161	2	0.1607	4	0.1218	2	21.7	9.5
Campina Grande	0,0992	4	0.6309	1	0.4286	2	-0.3539	15	0.2976	1	0.4554	1	0.3571	2	0.1246	1	29.2	16.8
Fagundes	-0,3214	14	-0.5298	15	-0.0159	7	0.0065	7	-0.2143	13	-0.0089	9	0.3571	1	-0.0105	9	11.4	12.4
Itatuba	-0,4484	15	0.0476	5	-0.1310	10	0.1266	4	0.2202	4	0.0446	4	-0.0357	9	-0.0021	8	14.4	14.7
Montadas	-0,0397	10	-0.0119	8	-0.0238	8	0.2597	1	0.1190	6	0.0357	5	-0.6250	15	0.0007	7	14.5	14.4
Natuba	-0,0516	11	-0.2321	12	-0.1389	11	0.2078	2	-0.4345	15	-0.1875	14	-0.2024	13	-0.0105	10	13.3	14.4
Pocinhos	-0,1389	13	0.3750	3	-0.0040	6	-0.1364	12	0.2024	5	0.0268	6	0.1250	5	0.0420	4	15.1	10.9
Puxinanã	0,0357	6	-0.1845	11	0.0714	5	0.1201	5	0.2381	3	0.0179	7	0.2143	3	0.0273	6	14.4	11.6
Queimadas	0,0119	8	0.0476	6	0.5794	1	-0.1786	13	-0.0298	9	-0.0089	10	0.0000	8	0.0336	5	17.3	14.0
Riacho de Santo Antônio	0,3690	1	0.3095	4	0.0794	4	0.1753	3	0.0179	8	0.0804	3	-0.1071	11	0.0588	3	16.1	10.2
Umbuzeiro	0,0198	7	-0.4226	14	-0.2063	12	-0.0162	9	0.0476	7	-0.1250	13	-0.1369	12	-0.0315	11	10.0	13.2

Dimensão 1 - Desenvolvimento Humano; Dimensão 2 - Econômica; Dimensão 3 - Abastecimento Humano; Dimensão 4 - Pressões da Irrigação, Pecuária, Abastecimento Rural e Aquicultura; Dimensão 5 - Coleta de Esgotos; Dimensão 6 - Coleta de Lixo; Dimensão 7 - Estado Qualitativo da Água.

Ranking Final



Considerações Finais

- **Percebe-se que este método apresenta sensibilidade à variação dos parâmetros utilizados devido aos tipos de critérios gerais adotados pelo método, bem como pelas funções de utilidade e pesos dos indicadores.**
- **As variações obtidas em cada dimensão apresentam resultados com níveis bem próximos, o que demonstra que muito embora a situação em alguns municípios seja superior aos demais, ainda necessitam de esforços tanto dos órgãos gestores governamentais, quanto da sociedade civil em busca da melhoria desses cenários.**

Considerações Finais

- **A ordenação obtida através do método desse método enfatiza a grande desigualdade existente entre os municípios localizados nessa região.**
- **Pode-se concluir que apesar da dificuldade da consideração de variáveis ambientais, econômicas e sociais em estudos com essa natureza, os resultados podem fornecer informações relevantes e capazes de subsidiar a elaboração de políticas públicas sustentáveis principalmente no contexto da gestão hídrica contribuindo para a discussão dessa temática.**

Limitações e Sugestões para Trabalhos Futuros

- **Outros indicadores poderiam ter sido considerados na análise ou excluídos (análise subjetiva);**
- **Fragilidade na definição dos pesos iguais dos indicadores;**
- **Resultados mais consistentes podem ser obtidos desde que seja incluída a participação dos atores sociais na ponderação e escolha dos indicadores, ou ainda no uso de outras funções de preferência adotadas pelo método Promethee II.**

Muito obrigado!

Agradecimentos



Contato: profribamar@gmail.com