A IMPORTÂNCIA DOS DIFERENTES ATORES NA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

The importance of different actors for water conservation in buildings

Vianna, Jorge Thiago[1]; Sant'Ana, Daniel[2]

[1] Exército Brasileiro, Comissão Regional de Obras/3, Porto Alegre-RS, Brasil, jorgethiagovianna@gmail.com.
[2] Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília-DF, Brasil, dsantana@unb.br

RESUMO

Este artigo avalia a importância relativa entre atores e seus respectivos critérios para a tomada de decisão durante a aplicação de métodos de conservação de água em edificações, avaliando todo o contexto. Assim, foram utilizados como atores a sociedade, governo, concessionária e meio ambiente. Os critérios de comparação foram, na sociedade, o investimento do cidadão, a vontade de implantar uma tecnologia nova e o *payback* simples; no meio ambiente foi a redução da exploração dos recursos hídricos, a variação da qualidade do corpo hídrico e sua variação de enquadramento segundo a Resolução CONAMA nº 357. Na concessionária, foram avaliados o lucro e a economia na operação da estação de tratamento de esgoto; por fim, no governo, foi avaliado o comprometimento mensal da renda do cidadão. Entre os resultados destaca-se a importância pelo valor econômico do bem a investir, a baixa vontade de implantar dispositivos de conservação de água e a crença que os rios são capazes de captarem maiores taxas de esgoto sem piorar seu estado.

Palavras-chave: Conservação de água; Critérios; Comparação.

ABSTRACT

This article assesses the relative importance of the actors and their respective criteria for decision-making when implementing water conservation methods in buildings, assessing the entire context. Thus, the actors used were society, government, concessionaire and the environment. The comparison criteria were, in society, citizen investment, the willingness to implement a new technology and simple payback; in the environment, the criteria were the reduction in the exploitation of water resources, the variation in the quality of the water body and its classification according to CONAMA nº 357. In the concessionaire, the profit and savings in the operation of the sewage treatment plant were assessed; finally, in the government, the monthly commitment of the citizen's income was assessed. Among the results, the importance of the economic value of the asset to be invested, the low willingness to implement water conservation devices and the belief that rivers are capable of capturing higher rates of sewage without worsening their condition stand out.

Keywords: *Water conservation; Criteria; Comparison.*

1. INTRODUÇÃO

As ações para a conservação de água, em particular, a melhoria do sistema de água potável e de tratamento dos esgotos são complexas e cara. Em 2019, houve um investimento em saneamento de 0,16% do PIB brasileiro (ABDIB, 2019a), inferior ao máximo histórico de 0,45% em 1981 (ABDIB, 2019b). Entretanto, os países com pleno atendimento em saneamento investem na ordem de 10% do seu PIB, o que proporciona uma redução de custos na área da saúde entre U$3 (para os que pouco investem em saneamento) e U$34 (altos valores investidos em saneamento) por dólar investido (Christian-Smith *et al.*, 2012). Tal comparação mostra que, apesar de um investimento inicial alto, os investimentos em pesquisa e tecnologia para a área de saneamento tendem a ser amortizados por outros setores, em geral, na saúde e qualidade de vida.

DOI: https://doi.org/10.46421/sispred.v4.7944

As mudanças climáticas, o crescimento populacional e o aumento do consumo per capita têm provocado o incremento da demanda por água nas cidades. Por outro lado, a disponibilidade hídrica não acompanhou esta tendência, provocando a escassez hídrica nas cidades. Tal fato ocorreu devido as variações no regime de chuvas associado às altas temperaturas, pelo fenômeno climático El Niño (Araújo *et al.*, 2016) e pelas alterações no Planeta provocadas pelo homem.

Na busca de soluções para a escassez hídrica, diversos estudos - (Mandal *et al*., 2011), (Willis *et al*., 2013), (Liaw e Chiang, 2014), (Leal, 2013) e (Pacheco e Campos, 2017) - pesquisaram o uso de alternativas isoladas em uma edificação, enquanto os mais recentes analisaram os sistemas múltiplos, com diversos critérios de comparação.

Oviedo-Ocaña *et al.* (2018) avaliaram a viabilidade econômica do emprego de reúso de águas cinzas e do aproveitamento da água de chuva em casas de renda baixa em Bucaramanga. Os benefícios da alternativa de aplicação do aproveitamento da água de chuva em bacias sanitárias em 984 edificações residenciais de Lipari, no sul da Itália foram analisados por Campisano *et al*. (2017) pelo payback. Um estudo de caso em um condomínio com 1.729 casas, no México, foi proposto por García-Montoya *et al*. (2016). Foi utilizado o custo anual e consumo de água potável como as duas funções objetivas pelo método multicritério. Usando o ELECTRE III, Lobato (2005) levantou dados de consumo e comparou as alternativas pelos critérios: custo de implantação e operação, alcance do abastecimento, período de retorno, risco microbiológico, impacto no sistema e redução do consumo per capita

Batista *et al.* (2015) estudou as alternativas de conservação de água comparando com critérios investimento inicial, manutenção, tempo de resposta, rejeição da população, redução de consumo e eficiência do método.

Nesse cenário da diminuição da demanda de água, a quantidade de líquido presente no esgoto diminui, mas a quantidade de poluentes permanece inalterada, já que as finalidades permaneceram as mesmas, ocasionando um aumento na concentração de sólidos (Oron *et al*., 2014). Diante desta conjuntura, as estações de tratamento de esgoto (ETE) devem ter sua capacidade de recepção de esgoto ampliada e implantadas melhorias na eficiência dos processos de remoção dos poluentes.

Numa visão macro, surgem alguns atores[1]: a sociedade, o governo, o meio ambiente e a companhia de saneamento. A sociedade é o usuário final, necessitando da água para suas ações essenciais e dependente do valor da fatura de água e esgoto.

O meio ambiente sofre os impactos das modificações que a sociedade produz na expansão populacional e com o consumo exagerado e desordenado de recursos naturais. Estes impactos desequilibram o sistema, causando mudanças climáticas e provocam a escassez de recursos naturais. Neste contexto, a companhia de saneamento não consegue manter a oferta de água, necessitando de frequentes investimentos e mudanças operacionais na rede; enquanto a sociedade sofre com o desconforto térmico, eventos catastróficos e a falta de água, seja pelo rodízio ou racionamento; ambos autorizados pelo governo, que, momentaneamente, não conseguiu cumprir sua função constitucional de garantir saneamento básico (BRASIL, 1988).

1 Os atores são aqueles que conseguem influenciar a decisão, mas também podem sofrer as consequências das decisões (Damian *et al.*, 2010).

Em virtude do alto consumo e das mudanças climáticas, a companhia de saneamento necessita investir em novas captações de água e manobras operacionais. Diante disso, ocorre a diminuição da vazão dos rios. Tais alterações acarretam uma maior despesa, criando uma pressão sob a tarifação. Além disto, há a necessidade de estudos nos efluentes das ETE para garantir que a vazão de deságue atenda as normas, sem degradar o meio ambiente.

Neste cenário complexo, existe o governo, tentando cumprir suas funções constitucionais, garantindo, simultaneamente, o bem-estar, o desenvolvimento nacional, a igualdade, a redução das desigualdades sociais e regionais, protegendo o meio ambiente e fiscalizando a exploração dos recursos hídricos (BRASIL, 1988). Para tanto, ele realiza campanhas educacionais, promove incentivos para a sociedade ou para a concessionária, flexibiliza normas, autoriza aumento de tarifas, entre outros. Assim, diversas decisões são estudadas no intuito de prover o menor dano colateral a qualquer uma das partes.

Diante dos diversos interesses citados, a solução ideal seria equilibrar os interesses de todas as partes, favorecendo a cooperação entre si e sem conflitos (Freeman e McVea, 2001). Entretanto, a solução ideal nem sempre é possível num mundo real, havendo a necessidade de flexibilizações dos interessados até um ponto em que não haja mais como alterar a proposta de solução sem provocar conflitos.

O meio ambiente, apesar de não ser um tomador de decisão, sofre reações às ações do homem e, em virtude disto, é apontado por alguns autores como um *stakeholder* da visão moderna corporativa (Ashley, 2002). No intuito de preservar o meio ambiente a fim de garantir qualidade a população atual e futura, surge a necessidade da economia dos recursos naturais, sem frear o desenvolvimento da sociedade e sem esgotar os recursos naturais, os quais serão usados por outras gerações no futuro.

A companhia de saneamento pode vir a ter seu processo gerencial e operacional modificado dependendo das ações de conservação de águas implantadas. Possíveis aumentos das despesas com o tratamento de esgoto (devido a sua maior concentração) ou a diminuição das receitas (com a venda de um menor volume de água) podem acontecer, obrigando a empresa a replanejar seus processos, sejam com ajustes finos ou robustos. Tais fatores podem resultar num prejuízo à companhia, sendo necessário a compensação financeira por meio de ajustes nas tarifas, afetando o equilíbrio de todo o sistema.

Assim, nota-se uma lacuna na bibliografia em relação aos critérios de comparação das tecnologias de conservação de água. Com isso, esta pesquisa tem por objetivo determinar os pesos dos atores no processo de decisão em conservação de água nas edificações.

2. METODOLOGIA

De posse dos critérios da Tabela 1, dois públicos-alvo distintos foram consultados: a sociedade em geral e os especialistas, como professores de universidades, especialistas e gestores de diversos órgãos públicos e setoriais, ambos por meio de envio de *link* com perguntas. Cada pergunta continha uma breve explicação sobre seu tema, a exemplo da pergunta 2 no texto.

As perguntas dos questionários estão abaixo e foram definidas com respostas objetivas de múltipla escolha. Cada participante recebeu o questionário solicitando que avaliasse a importância de cada critério, que foi computado por meio da Escala de *Likert,* que

representam valores de 0 (não importante) a 5 (muito importante) para pontuar de acordo com a importância/relevância da resposta. Buscando facilitar a compreensão e visualização dos pesos, eles foram homogeneizados.

Tabela 1 – Critérios de julgamento

ATOR	CRITÉRIO DE JULGAMENTO
SOCIEDADE	Investimento do cidadão
	Payback simples
	Vontade de implantar
MEIO AMBIENTE	Redução da exploração de RH
	Enquadramento do corpo hídrico
	DBO no corpo hídrico
EMPRESA DE SANEAMENTO	Lucro
	Custo do tratamento
GOVERNO	Comprometimento da renda familiar

Fonte: Autores (2025)

1. Qual grau de importância você atribui à redução da exploração de recursos hídricos por meio do emprego das tecnologias de conservação de água em edificações?
2. As tecnologias de conservação de água podem alterar a vazão e a DBO do esgoto de entrada na ETE e, por consequência, também do seu lançamento nos rios. Considerando essa informação, qual importância você atribui à possível variação da DBO em um rio? (DBO é a demanda bioquímica de oxigênio. Quanto maior seu valor, maior a concentração de matéria orgânica na água)
3. Considerando as classes das águas definidas na resolução nº357 do CONAMA, você acredita que um corpo hídrico possa ter seu enquadramento modificado em função do novo lançamento das ETE em decorrência da implantação de alternativas de conservação de água? Sim, não ou sem resposta
4. As tecnologias de conservação de água podem alterar a vazão e a eficiência dos reatores das ETE, o que altera os custos de tratamento do esgoto antes do lançamento nos rios. Considerando essa informação, qual grau de importância você atribui ao custo do tratamento do esgoto?
5. A implantação das tecnologias de conservação de água pode diminuir o faturamento da concessionária de saneamento. Isso ocorre em função da diminuição da receita de água e aumento dos custos com tratamento, em função do volume de esgoto não faturado. Diante disso, qual grau de importância você atribui à necessidade de a concessionária manter seu equilíbrio financeiro, ou seja, receitas maiores que suas despesas?
6. Ordene as assertivas abaixo, da mais importante para menos importante:
    a. Quanto vou gastar para instalar um método de conservação de água?

b. Em quanto tempo vou recuperar meu investimento?

c. Vai diminuir o consumo de água do Planeta?

d. Quero experimentar alguma alternativa de conservação de água?

e. A implantação irá modificar o valor da minha fatura de água em quantos reais?

3. RESULTADOS

Os questionários aplicados precisavam possuir uma representatividade adequada frente a realidade populacional brasileira, hoje com 213 milhões de habitantes (IBGE, 2022). Utilizando o conceito do escore z, foi possível determinar o erro e a confiança de um estudo tendo por base a quantidade de amostras utilizadas, conforme Tabela 2.

Por ocasião do encerramento do questionário, foi calculado a margem de erro e este valor aplicado no peso de cada critério, com valores maiores e menores, verificando a variabilidade da resposta em função da amostra coletada.

Foi enviado o mesmo questionário para a sociedade e para os especialistas, apenas divididos em momentos distintos para controlar o número de preenchimentos e a formação. O questionário para os especialistas teve 1539 convites enviados por e-mail, sendo apenas 165 preenchidos completamente para pessoas do foco acadêmico e para a sociedade 142 preenchidos. O foco da primeira parte foi as pessoas da área acadêmica ou que atuassem na área de conservação de água ou similar, sendo separados dos demais. O questionário teve a política de manter os entrevistados anônimos. Para este número de respostas recebidas (165), o erro da amostra num grau de confiança de 99 % foi de 11%, conforme tabela 2, válida para uma amostra qualquer.

Tabela 2 – Confiabilidade de valores estatísticos padrões

GRAU DE CONFIANÇA (%)	MARGEM DE ERRO (%)	NÚMERO DE PESQUISAS VÁLIDAS
99	11	138
	10	167
	9	206

Fonte: Autores (2025)

A primeira pergunta verificou a formação de cada entrevistado, sendo 54% de doutores, 20% mestres e 18% pós-graduados. Na pergunta da importância da redução da exploração dos recursos hídricos, 75% citaram que era muito importante e 22% que era importante, ficando um acumulado de 97%. Esta resposta comprova a necessidade de estudos sobre o tema.

A Tabela 3 demonstra os valores obtidos, ficando um equilíbrio entre a maioria dos critérios, com destaque para preocupação com o comprometimento da renda familiar.

Nas respostas dos questionários enviados pelo grupo da sociedade obteve-se 142 preenchimentos completos. Para este número de respostas recebidas, o erro foi de 11% para o grau de confiança de 99 %, com o resultado apresentado na Tabela 3 e Tabela 4.

A primeira pergunta priorizada pela sociedade é relativa ao investimento, tendo uma preponderância em relação ao valor absoluto. Em segundo lugar a modificação do valor da conta de água também se destaca, mostrando o pensamento financeiro da população em geral.

Tabela 3 – Resultado do questionário

CRITÉRIO DE JULGAMENTO	Peso Especialista (%)	Peso Sociedade (%)
Investimento do cidadão	-	22,0
Payback simples	16,5	15,90
Vontade de implantar	-	14,30
Redução da exploração de RH	17,6	15,40
Enquadramento do corpo hídrico	-	14,0
DBO no corpo hídrico	17,0	-
Balanço final	14,4	-
Custo do tratamento	16,6	-
Comprometimento da renda familiar	17,9	18,5

Fonte: Autores (2025)

Na comparação entre os resultados dos pesos entre especialistas e sociedade, nota-se uma diferença de pesos na redução da exploração dos recursos hídricos, tendo relação direta com o nível de conhecimento de educação ambiental. Este valor ratifica a necessidade de campanhas educacionais em massa.

Tabela 4 – Pesos dos objetivos e critérios homogeneizados

ATOR	CRITÉRIO DE JULGAMENTO	PESO DO OBJETIVO	PESO
SOCIEDADE	Investimento do cidadão	32,98	13,38
	Payback simples		10,92
	Vontade de implantar		8,68
MEIO AMBIENTE	Redução da exploração de RH	32,11	11,15
	Enquadramento do corpo hídrico		8,52

	DBO no corpo hídrico		12,44
EMPRESA DE SANEAMENTO	Balanço final	22,72	10,55
	Custo do tratamento		12,17
GOVERNO	Comprometimento da renda familiar	12,20	12,20

Fonte: Autores (2025)

4. CONCLUSÃO

O resultado obtido demonstra que a sociedade está preocupada com o investimento nas alternativas de conservação de água, não tendo vontade significativa de implantar as ações, sendo uma análise praticamente financeira. O peso do comprometimento de renda, custo de tratamento e DBO no corpo hídrico são similares, mas a componente referente a empresa de saneamento ocupa a penúltima posição mostrando sua pouca importância nos estudos de apoio a decisão.

O meio ambiente e a sociedade respondem por 65% do peso dos estudos, caracterizando sua importância nos estudos. Apesar disso, nota-se que ainda há uma cultura que os rios apresentam grande capacidade de captação de esgotos, formalizada pelo baixo peso no enquadramento do corpo hídrico.

Os pesos apresentados podem ser utilizados em estudos futuros para análise da melhor solução ou comparação entre alternativas, tratando o problema com a complexidade real dele, sendo sugerida uma análise multicritério multiobjetivo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INFRAESTRUTURA E INDÚSTRIAS DE BASE (ABDIB). **Saneamento**. Câmara dos Deputados. 2019a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INFRAESTRUTURA E INDÚSTRIAS DE BASE (ABDIB). (2019b). **Comissão Especial – Saneamento**. Comissão Especial do Saneamento, p.1–12. 2019b.

ARAÚJO, I.M.M. DE.; NASCIMENTO, M.M.B.; OLIVEIRA, A.G.R. DA C. Recursos hídricos e saúde humana: impactos industriais e estratégias de manejo e proteção ambiental no município de Goiana/PE. R. Inter. Interdisc. **INTERthesis**, v.13, n.3, p.163–181, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.5007/1807-1384.2016v13n3p163.

ASHLEY, P. (2002). ***Ética e responsabilidade social nos negócios***. São Paulo: Saraiva. 300p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília: Senado Federal, 1988. https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_03.07.2019/CON1988.asp. Acesso em 16 de Junho de 2021.

EGITO, T. B. do; FONTANA, M. E.; MORAIS, D. C. Selection of water conservation alternatives in urban areas using the multicriteria approach. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 209–221, 2015. DOI: 10.5902/2236117017935.

CAMPISANO, A; D'AMICO, G; MODICA, C. Water Saving and Cost Analysis of Large-Scale Implementation of Domestic Rain Water Harvesting in Minor Mediterranean Islands. **Water, v.**9, n.12, e.916, 2017.DOI: https://doi.org/10.3390/w9120916.

CHRISTIAN-SMITH, J.; HEBERGER, M.; ALLEN, L. **Urban Water Demand in California to 2100**: Incorporating Climate Change. California: Pacific Institute, 2012 p.61. http://www.pacinst.org/reports/urban_water_demand_2100/%5Cnhttp://www.pacinst.org/wp-content/uploads/2013/02/full_report38.pdf.

PRÉVE, A. D.; MORITZ, G. O.; PEREIRA, F. M.; **Organização, processos e tomada de decisão**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC; Brasília: CAPES/UAB, 2010. 186p. ISBN: 978-85-7988-096-4.

FREEMAN, R.E.E.; MCVEA, J. A Stakeholder Approach to Strategic Management. **SSRN Electronic Journal**, 2001. p.32. DOI: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.263511.

GARCÍA-MONTOYA, M.; SENGUPTA, D.; NÁPOLES-RIVERA, F.; PONCE-ORTEGA, J.M.; EL-HALWAGI, M.M. Environmental and economic analysis for the optimal reuse of water in a residential complex. **Journal of Cleaner Production** v.130, n.1, p.82–91, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.109

LEAL, B. L. **Viabilidade de reúso de águas cinza, estudo de caso em condomínio vertical em Cuiabá-MT**. 2013. 79 f. Dissertação – (Mestrado em Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

Liaw, C.H.; Chiang, Y.C. (2014). Framework for assessing the rainwater harvesting potential of residential buildings at a national level as an alternative water resource for domestic water supply in Taiwan. **Water,** v.6, n.10, p.3224-3246. DOI: https://doi.org/10.3390/w6103224.

LOBATO, M.B. **Sistema de hierarquização de ações de conservação da água em edificações com aplicação do método ELECTRE III.** 2005. 284 f. Dissertação – (Mestrado em Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MANDAL, D.; LABHASETWAR, P.; DHONE, S.; DUBEY, A.S.; SHINDE, G.; WATE, S. Water conservation due to greywater treatment and reuse in urban setting with specific context to developing countries. **Resources, Conservation and Recycling,** v.55, n.3, p.356–361, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.11.001.

ORON, G.; ADEL, M.; AGMON, V.; FRIEDLER, E.; HALPERIN, R.; LESHEM, E.; WEINBERG, D. Greywater use in Israel and worldwide: Standards and prospects. **Water Research,** v.58, n.1, p.92–101, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.03.032.

OVIEDO-OCAÑA, E.R.; DOMINGUEZ, I.; WARD, S.; RIVERA-SANCHEZ, M.L.; ZARAZA-PEÑA, J.M. Financial feasibility of end-user designed rainwater harvesting and greywater reuse systems for high water use households. **Environmental Science and Pollution Research**, v.25, p.19200–19216, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-017-8710-5.

PACHECO, G.C.R.; CAMPOS, M.A.S. Economic feasibility of rainwater harvesting systems: A systematic literature review. **Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA**, v.66, n.1, p. 1–14, 2017. DOI: https://doi.org/10.2166/aqua.2016.048.

WILLIS, R.M.; STEWART, R.A.; PANUWATWANICH, K.; WILLIAMS, P.R.; HOLLINGSWORTH, A.L. Quantifying the influence of environmental and water conservation attitudes on household end use water consumption. **Journal of Environmental Management,** v.92, n.8, p. 1996–2009, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.03.023.