

HIERARQUIZAÇÃO DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS PARA PROMOVER A SUSTENTABILIDADE DO RECURSO ÁGUA

Daniel Costa dos Santos¹; Marllon Boamorte Lobato²; Rosilete Busato³

Resumo – Entre as possíveis ações de conservação de água em um edifício é importante apresentar o uso racional da água, o qual inclui o uso de dispositivos economizadores, medição individualizada, comprometimento dos usuários e fontes alternativas de água como o uso de água de chuva e de água cinza. Este trabalho apresenta um estudo de caso desenvolvido em um edifício padrão em Curitiba, Paraná, Brasil, onde inicialmente é discutida a avaliação da aplicabilidade das ações. Após a avaliação é apresentada a hierarquização das ações de conservação da água sob o ponto de vista da viabilidade econômica, benefício e risco para aplicação ao edifício no intuito de promover a sustentabilidade do recurso água. O estabelecimento desta hierarquização é muito importante como uma ferramenta auxiliar ao planejamento de ações de conservação da água em edifícios. O objetivo deste trabalho é apresentar uma aplicação do Sistema de Apoio à Decisão, (Decision Support System – DSS) para a hierarquização de ações de conservação da água, em um edifício, visando a economia de água. O DSS utilizado foi a Análise Multicritério, especificamente o Método ELECTRE III.

Abstract – Among possible water conservation actions in a building, it is important to point out rational use of water which includes the use of saver devices, individual measure, make users aware and alternative water sources like reuse of rain water and graywater. This work presents a case study developed in a standard building in Curitiba, Paraná, Brazil, initially discuss the evaluation of actions applicability. After the evaluation this works introduce the priority of the water conservation actions from the point of view of economic viability, beneficial and risks to building appliance to promote the sustainability of water sources. The establishment of this priority is very important like an auxiliary tool for the planning of buildings water conservation actions. The aim this work is presents a application of the Decision Support System (DSS) to establishing priority of water conservation actions on a building to save water. The DSS used is Multicriteria Analysis, specifically ELECTRE III Method.

Palavras-Chave: água de chuva, água cinza, ELECTRE III, multicritério.

INTRODUÇÃO

A CONSERVAÇÃO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES

“Conservação da Água” é aqui admitida como um conjunto de ações que propiciam a economia de água, seja nos mananciais, seja no sistema público de abastecimento de água, seja ainda nas habitações. Restringindo ao cenário das habitações, é oportuno destacar que, com relação

¹ Universidade Federal do Paraná – Departamento de Hidráulica e Saneamento – Centro Politécnico – Curitiba – PR. Fone: (0XX41) 361-3434. E-mail: dsantos@cce.ufpr.br

² Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Curso de Engenharia Ambiental – Parque Tecnológico – Curitiba – PR. CEP: 80910-201. Fone: (0XX41) 271-1789. Fax: (0XX41) 271-2361. E-mail: marllon.lobato@pucpr.br

³ Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR. E-mail: rbusato@sanepar.com.br

à tipologia das ações de economia, as mesmas podem ser de uso racional de água e de utilização de fontes alternativas.

As ações de uso racional são basicamente de combate ao desperdício quantitativo, como a priorização do uso de aparelhos sanitários economizadores de água, o incentivo à adoção da medição individualizada, a conscientização do usuário para não desperdiçar água no ato do seu uso, a detecção e controle de perdas de água no sistema predial de água fria e o estabelecimento de tarifas inibidoras do desperdício, entre outras.

Já a utilização de fontes alternativas consta de utilizar fontes opcionais àquelas normalmente disponibilizadas às habitações. Destacam-se a água cinza, a água da chuva, a água mineral envasada e a água distribuída em caminhões pipa. Convém salientar que a consideração destas fontes como alternativas partiu da premissa que a fonte principal refere-se ao sistema público de abastecimento de água.

A GESTÃO DO USO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES

A respeito das ações em nível domiciliar voltadas para a promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos, salienta-se a premência da gestão adequada do uso da água nas edificações, gestão esta que deve abordar tanto o aspecto quantitativo quanto o aspecto qualitativo deste insumo. Neste sentido, cabe discorrer sobre algumas ações que estão em pleno andamento através de várias iniciativas que têm sido engendradas pela sociedade e pelo poder público.

É o caso, do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), administrado pelo governo brasileiro, cujo objetivo geral é a promoção do uso racional da água no sistema de abastecimento público. Não obstante, na qualidade de objetivos específicos, salienta-se o intuito de definir e implantar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais que propiciem uma real economia de água. Neste sentido, o programa estabelece estratégias de combate ao desperdício de água em nível da bacia hidrográfica, do sistema público de abastecimento de água e dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.

Outro exemplo a ser citado é o Programa de Uso Racional da Água (PURA), o qual prevê um conjunto de ações no intuito da promoção do uso racional da água em nível dos sistemas prediais. O PURA é um programa resultado da parceria Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), Universidade de São Paulo e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, o qual prevê ações no intuito de conservação da água em nível residencial. Este programa teve início em 1996, conforme GONÇALVES, OLIVEIRA (1997), e foi concebido para atender objetivos como o desenvolvimento de produtos que propiciem o uso da água de forma eficiente, o desenvolvimento de modelos para mensurar a influência decorrente do uso de aparelhos

sanitários economizadores de água sobre a magnitude da demanda de água nas edificações e a elaboração de documentação técnica e institucional visando embasar ações do programa.

No Programa de Gestão do Uso da Água nas Edificações, PGUAE, (SANTOS, 2001), há a previsão da gestão qualitativa e quantitativa da água. Para tanto, este programa prevê ações como Caracterização do Consumo de Água, Caracterização das Ações de Economia de Água, Avaliação da Aplicabilidade Integrada das Ações de Economia de Água e a Confecção do Plano de Gestão de Uso de Água. Tal programa apresenta a seguinte estrutura:

1º Caracterização do Consumo de Água

A caracterização do consumo de água trata do estabelecimento e da organização de um conjunto de procedimentos visando a caracterização temporal e funcional do consumo de água. A caracterização temporal baseia-se no levantamento do histórico do consumo, enquanto a funcional é aqui admitida como a parametrização do consumo em função dos diversos usos e desperdícios pertinentes na edificação.

2º Caracterização das Ações de Economia de Água

A caracterização das ações de economia de Água trata da definição e concepção das mesmas para o estabelecimento dos benefícios, riscos e custos associados. O benefício é avaliado em função da potencial economia de água em nível predial e da bacia hidrográfica, enquanto o risco abrange os riscos sanitários possíveis relacionados às medidas como o uso da água cinza e da água da chuva. Por fim, os custos econômicos associados são referentes a implantação, operação e manutenção das ações.

3º Avaliação da Aplicabilidade e Hierarquização das Ações de Conservação de Água

Considerando as ações de conservação de água já caracterizadas, faz-se necessário avaliar a aplicabilidade destas em função dos requisitos qualitativos e quantitativos impostos pelos usos previstos e da análise da relação custo-benefício-risco referente a tais ações. A relação custo-benefício é trabalhada via análise de viabilidade econômica enquanto o risco é avaliado em função do potencial de exposição do usuário, em especial, no caso da utilização das águas das fontes alternativas.

Avaliada a aplicabilidade de cada ação de conservação de água, para aquelas efetivamente aplicáveis faz-se necessário hierarquizá-las quanto a preferência de aplicação ao longo do tempo. Para tanto, consta importante a utilização de Sistemas de Apoio a Decisão serão fundamentais para

a posterior confecção do Plano de Gestão do Uso da Água nas Edificações. Isto posto, o PGUAE admite a Análise Multicritério, especificamente o método Electre III, como o Sistema de Apoio a Decisão referencial para a condução do processo de hierarquização. Tal definição fundamenta-se no fato do referido método ser usado em estudos de otimização de sistemas relacionados à água.

4º Sistema para Confecção do Plano de Gestão de Uso de Água

Nesta última fase do Programa, após caracterizados os usos e as ações de economia avaliada a aplicabilidade de cada ação, torna-se possível propor um planejamento otimizado que promova a economia esperada e garanta a segurança sanitária. Para tanto, é previsto a organização de um conjunto de procedimentos que permitirá a análise da aplicabilidade integrada das ações, da economia obtida e do risco sanitário associado. O resultado desta análise embasará portanto a confecção do Plano de Gestão do Uso da Água.

SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO (Decision Support System – DSS)

Segundo KEEN (1991), os sistemas de apoio à decisão são desenvolvidos no intuito de auxiliar, os gerentes e profissionais, a melhorarem sua eficácia e produtividade. Segundo o autor, o objetivo deste sistema não é substituir o julgamento do profissional decisor, mas sim auxiliá-lo neste julgamento, isso porque o sistema não automatiza o processo decisório, além de não impor ao decisor uma sequência de análise. Existe uma grande variedade de modelos de análise de decisão, os quais partem desde os métodos clássicos como os Estatísticos Descritivos até os modelos econômicos e de otimização clássicos. Atualmente denominam-se métodos clássicos de análise os métodos de análise multicritério/multiobjetivo, os sistemas de inteligência artificial e sistemas especialistas (NETTO et al., 2001).

Segundo NETTO et al. (2001), a abordagem proposta pelas análises multicritério procura resolver problemas de decisão que possuem mais de um objetivo, onde as incertezas se apresentam em inúmeros patamares e de vários tipos, formando um complexo quadro destes objetivos. Existem muitos métodos multicriteriais de apoio à decisão, dentre eles ressalta-se a família ELECTRE. A sigla ELECTRE, no idioma francês significa, Elimination Et Choix Traduisant la Realité cuja tradução é: Representação da realidade por eliminação e escolha.

Quanto às problemáticas, atendidas pelos métodos da família ELECTRE, MAYSTRE, PICTET e SIMOS (2002) citam as seguintes: a problemática □ de apoio na escolha da(s) melhor(es) ações, onde encontram-se as aplicações dos métodos ELECTRE I e IS; a problemática □ que apóia a triagem das ações segundo normas pré-estabelecidas, através do ELECTRE TRI e

finalmente a problemática \square , a qual tem como objetivo o ordenamento das ações segundo uma ordem de preferência decrescente, utilizando os métodos ELECTRE II, III e IV.

No entanto, conforme já comentado, o PGUAE visa estabelecer um plano de gestão de águas em edificações, ou seja, analisar as possibilidades existentes de ações de economia da água e hierarquizá-las, segundo alguns critérios. Por tal motivo optou-se pela utilização do método de análise multicritério ELECTRE III, pois o problema se enquadra no tipo de problemática γ , anteriormente descrita.

MATERIAIS E MÉTODOS

ELECTRE III

As várias versões da família ELECTRE, se baseiam em um mesmo conceito fundamental, mas diferem na sua operacionalização (BUCHANAN e SHEPPARD, 1998). O método ELECTRE compara as ações **a** e **b**, par a par, através das seguintes relações: (BUCHANAN e SHEPPARD, 1998)

aPb **a** é estritamente preferível a **b**, se $g(a) > g(b) + p$

aQb **a** tem preferência fraca a **b**, se $g(b) + q < g(a) \leq g(b) + p$

aIb **a** é indiferente a **b**, se $g(b) - q \leq g(a) \leq g(b) + q$

Observar que g é o valor geral da ação, p o limite de preferência e q o limite de discordância. Através destes limites é estabelecida uma relação de hierarquização denotada por **S**, onde uma ação **aSb**, ou seja, a ação “**a** é, no mínimo, tão bom quanto **b**” ou “**a** não é pior que **b**”. Esta relação deverá ser analisada para cada critério j , desta maneira a notação é, **aS_jb** (**a** é, no mínimo, tão bom quanto **b**, para o critério j) (BUCHANAN e SHEPPARD, 1998).

Partindo-se desta análise, torna-se necessário determinar o quão forte é a afirmação **aSb**, esta determinação é realizada através do chamado índice de concordância “**C**”, para um par de ações **a, b** $\in A$. O índice $C(a, b)$ (índice de concordância para as ações **a** e **b**) é definido pela fórmula 1 (BUCHANAN e SHEPPARD, 1998):

$$C(a, b) = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^n k_j \cdot c_j(a, b) \quad (1)$$

onde:

$C(a, b)$ – índice de concordância das ações **a** e **b**;

k – soma dos pesos de todos os critérios;

k_j – peso do critério j , para $j = 1, 2, 3, \dots, n$;

$c_j(a,b)$ – índice de concordância das ações a e b , sob o critério j .

Os valores para o índice de concordância c_j , são dados pela função linear por partes 2 a saber (BUCHANAN e SHEPPARD,1998):

$$c_j(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } g_j(a) + q_j \geq g_j(b) \\ 0 & \text{se } g_j(a) + p_j \leq g_j(b) \\ \frac{q_j + g_j(a) - g_j(b)}{p_j - q_j} & \text{nos demais casos} \end{cases} \quad (2)$$

A Figura 1 apresenta as relações citadas anteriormente.

Na análise multicriterial, realizada pelo método ELECTRE, além do índice de concordância definimos o índice de discordância, o qual mede o quanto se discorda da afirmação aSb . Neste ponto surge uma das inovações do método ELECTRE III, com a introdução de um novo limite, o chamado limite de veto v . O limite de veto v é aquele valor tal que a partir dele a afirmação aSb é refutada, ou seja, não existe possibilidade de a ser, no mínimo, tão bom quanto b , neste caso ocorre que $g_j(b) \geq g_j(a) + v_j$. O índice de discordância é determinado a partir da função linear por partes 3 apresentada abaixo (BUCHANAN e SHEPPARD,1998).

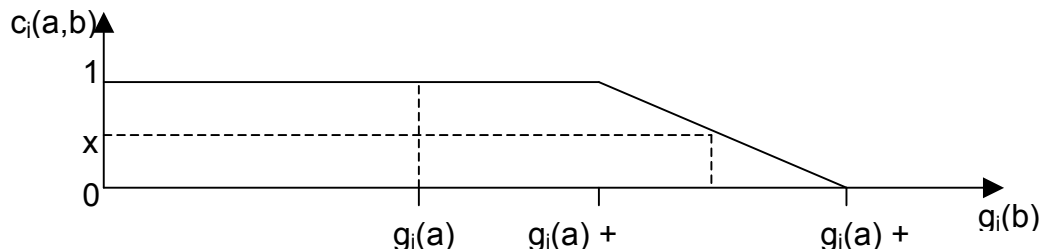


FIGURA 1 – Gráfico de construção de um índice de concordância
Fonte: adaptado de MAYSTRE, PICTET e SIMOS (1994)

$$d_j(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } g_j(a) + v_j \leq g_j(b) \\ 0 & \text{se } g_j(a) + p_j \geq g_j(b) \\ \frac{g_j(b) - g_j(a) - p_j}{v_j - p_j} & \text{nos demais casos} \end{cases} \quad (3)$$

A Figura 2 apresenta as relações citadas anteriormente.

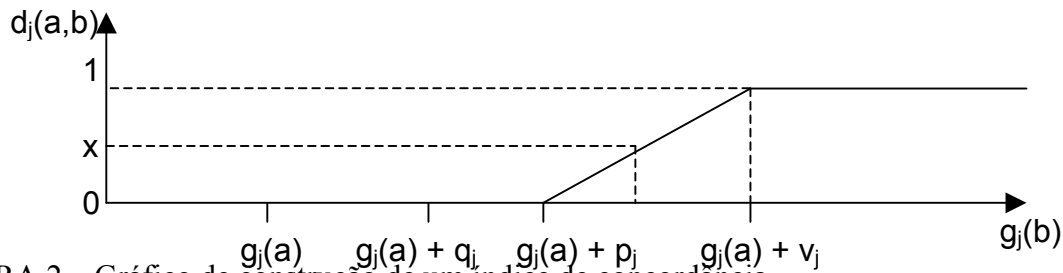


FIGURA 2 – Gráfico de construção de um índice de concordância

Fonte: adaptado de MAYSTRE, PICTET e SIMOS (1994)

Ao contrário da concordância, um critério de discordância é suficiente para o descarte da hierarquização da ação. Agora, com os dois índices calculados, concordância e discordância, é possível determinar a matriz de credibilidade de hierarquização, a qual mede quão forte, levando-se em conta a concordância e a discordância, é a afirmação aSb . A fórmula 4 é utilizada para o cálculo do índice de credibilidade para cada par de ações a, b (BUCHANAN e SHEPPARD, 1998).

$$S(a, b) = \begin{cases} C(a, b), & \text{se } d_j(a, b) \leq C(a, b) \forall j \\ C(a, b) \cdot \prod_{j \in J(a, b)} \frac{1 - d_j(a, b)}{1 - C(a, b)}, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (4)$$

onde:

$J(a, b)$ – é o conjunto de critérios para os quais ocorre $d_j(a, b) > C(a, b)$.

Após a determinação da matriz de credibilidade são realizadas duas pré-classificações, sendo uma ascendente e outra descendente. Primeiramente determina-se um valor \square o qual será o máximo valor da matriz de credibilidade ($\square = \text{Max } S(a, b)$), define-se, então, um coeficiente de “relaxamento” para \square , através da fórmula $\square - s(\square)$, em seguida pega-se o valor, para cada critério, da credibilidade e compara-se com \square , formando então a matriz $Q(A)$, onde tem-se somente os valores 0 e 1, sendo 0 para credibilidade nula e 1 para alta credibilidade. Desta matriz retira-se a ação melhor classificada, tendo assim a chamada 1ª etapa da destilação descendente. Repete-se o processo para o conjunto das demais ações, excluindo-se a ação previamente classificada e ao final das destilações tem-se a pré-classificação descendente. Para a classificação ascendente utiliza-se o mesmo processo, com a diferença que em cada etapa retira-se a ação pior classificada. Realizadas as duas pré-classificações determina-se a classificação final, a qual será a interseção das duas anteriores (VINCKE, 1992). Para a definição do ranqueamento final são apresentadas as seguintes regras de classificação (MAYSTRE, PICTET e SIMOS, 1994):

- Se **a** é preferível a **b**, dentro das duas pré-classificações, então **a** será preferível a **b** no ranqueamento final;
- Se **a** é equivalente a **b**, em uma das pré-classificações, mas ela é preferível na outra, então **a** é preferível a **b**;
- Se **a** é preferível a **b** em uma das pré-classificações, mas na outra pré-classificação **b** é preferível a **a**, então as duas ações serão incomparáveis entre si.

EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO

Para o presente trabalho, foram utilizadas algumas ações e critérios de avaliação, sendo que esses últimos terão o peso de avaliação de 25% cada, definidos pelos autores do trabalho. Cabe salientar que o exemplo não apresenta todas as ações que serão avaliadas pela pesquisa, pois o seu objetivo é apenas ilustrar o método de Análise Multicritério ELECTRE III.

Definição das Ações e dos Critérios

As ações escolhidas, para exemplificar o método ELECTRE III, foram as seguintes: utilização de águas cinzas, utilização de aparelhos economizadores de água como arejadores e redutores de pressão, além da troca de bacias sanitárias de 12 L por bacias sanitárias de 6 L. Quanto aos critérios, foram definidos, a saber: economia de água gerada, tempo de retorno, porcentagem de aproveitamento de água ofertada pela ação e risco sanitário. Sendo o risco sanitário um critério qualitativo, o mesmo deve ser quantificado, conforme consta na Tabela 1. Esta classificação foi definida baseada na experiência dos autores e demais profissionais consultados. Definidas as ações e os critérios atribuiu-se pesos aos critérios.

Tabela 1 – Classificação do risco sanitário

RISCO	VALOR
SEM RISCO	0,00
RISCO FRACO	0,25
RISCO MÉDIO	0,50
RISCO ALTO	0,75
INUTILIZÁVEL	1,00

A Tabela 2 apresenta os valores das ações segundo cada critério, bem como o peso dos critérios escolhidos. Com relação aos valores das ações, a economia é em termos de volume mensal de água economizado. O retorno consta do período em que o investimento é amortizado, enquanto o percentual de aproveitamento refere-se ao quanto de volume de água economizado é efetivamente utilizado. Para o presente trabalho foram atribuídos os mesmos valores para todos os critérios, ou seja, 25%. O risco sanitário foi considerado médio, apesar do sistema de utilização de água cinza concebido dispor de tratamento da mesma.

A Tabela 3 apresenta os limites de indiferença, de preferência e de veto, para cada critério, definidos pelos autores do trabalho.

Tabela 2 – Valores dos critérios das ações

	Economia (L)	Retorno (meses)	Porcentagem de Aproveitamento	Risco Sanitário
Utilização de Águas Cinzas	21600	24	95,7	0,5
Aparelhos Economizadores de Água	5931	3	100	0
Troca de Aparelhos Sanitários	10800	5	100	0
Pesos dos Critérios	25	25	25	25

Tabela 3 – Valores dos limites do ELECTRE III

	Economia (L)	Retorno (meses)	Porcentagem de Aproveitamento	Risco Sanitário
Indiferença (q)	10000	10	50	0,50
Preferência (p)	25000	20	70	0,75
Veto (v)	30000	30	95	1,00

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam, respectivamente, matrizes de concordância, de discordância e de credibilidade da análise.

Tabela 4 – Matriz de concordância

	Utilização de Águas Cinzas	Aparelhos Economizadores de Água	Troca de Aparelhos Sanitários
Utilização de Águas Cinzas	-	0,75	0,77
Aparelhos Economizadores de Água	0,91	-	1,00
Troca de Aparelhos Sanitários	0,99	1,00	-

Tabela 5 – Matriz de discordância

	Utilização de Águas Cinzas	Aparelhos Economizadores de Água	Troca de Aparelhos Sanitários
Utilização de Águas Cinzas	-	0	0
Aparelhos Economizadores de Água	0	-	0
Troca de Aparelhos Sanitários	0	0	-

Tabela 6 – Matriz de credibilidade

	Utilização de Águas Cinzas	Aparelhos Economizadores de Água	Troca de Aparelhos Sanitários
Utilização de Águas Cinzas	-	0,75	0,77
Aparelhos Economizadores de Água	0,91	-	1,00
Troca de Aparelhos Sanitários	0,99	1,00	-

O resultado mostra que, para os limites de indiferença, preferência e veto impostos, não houve discordância quanto uma ação ser tão boa quanto a outra, conforme Tabela 5. O que hierarquizou as ações foi o grau de concordância entre elas. Pela Tabela 4, observa-se que o valor de 0,99 para a concordância, de que a ação de troca de aparelhos sanitários é no mínimo tão boa quanto a utilização de águas cinzas, indica que esta afirmação é mais correta do que a afirmação de que a utilização de águas cinzas é no mínimo tão boa quanto a troca de aparelhos, cujo valor de concordância é de 0,77, por exemplo.

Os Gráficos 1, 2 e 3 apresentam a pré-ordenação ascendente, descendente e final respectivamente

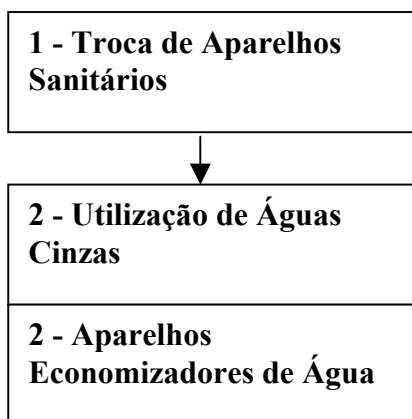


Gráfico 1: Destilação Ascendente

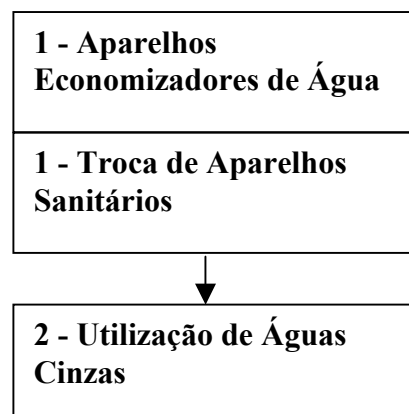


Gráfico 2: Destilação Descendente

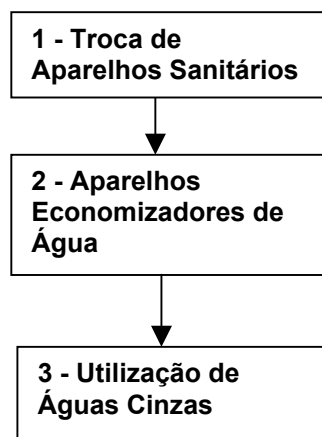


Grafico 3: Hierarquização Final

Os Gráficos de classificação ascendente e descendente apresentados mostram que no primeiro a utilização de águas cinzas é equivalente à utilização de aparelhos economizadores de água, porém na segunda classificação os aparelhos economizadores de água são melhores classificados que a utilização de águas cinzas, resultando, na classificação final, que os aparelhos economizadores de água são preferíveis à utilização de águas cinzas. Com relação à troca de aparelhos sanitários e a utilização de águas cinzas, nas duas classificações a primeira é preferível à segunda, resultando em um melhor ranqueamento, na classificação final, da troca de aparelhos sanitários. Quanto a troca de aparelhos sanitários e os aparelhos economizadores de água, a primeira ação é preferível à segunda, na classificação final, devido ao fato de que na classificação ascendente a troca de aparelhos sanitários é melhor classificada que os aparelhos economizadores e na classificação descendente ocorre uma equivalência das duas.

CONCLUSÃO

Portanto, a hierarquia encontrada é primeiro a substituição das bacias sanitárias convencionais por aquelas de 06 L/descarga, seguido da utilização dos aparelhos economizadores como arejadores e redutores de pressão e, por último, a utilização de sistemas de águas cinzas. Tal hierarquia identificada pelo Método ELECTRE III, pode ser explicada ao observar a Tabela 2. Comparando a ação de utilização das bacias de 06 L/descarga com a ação de utilização dos aparelhos economizadores, é fato que enquanto a primeira apresenta maior economia de água por mês, a segunda apresenta menor período retorno. Como a utilização das bacias de 06 L/descarga é preferível, logo indica o Método ELECTRE III que a economia de água é um critério mais impactante neste caso, ainda que tenha o mesmo peso que o período de retorno. No entanto, ao comparar-se a utilização da bacia de 06 L/descarga com o sistema de água cinza, percebe-se que

esse último apresenta grande economia, grande período de retorno e risco médio em relação ao primeiro. Pois indica o Método ELECTRE III que o grande período de retorno e o risco apresentados pela utilização da água cinza tornam essa ação menos atrativa que a utilização das bacias. Essa constatação igualmente vale para o comparativo entre a utilização de aparelhos economizadores e o sistema de água cinza.

Tais constatações devem embasar as diretrizes para o gerenciamento do uso da água em edifícios. Neste sentido, é possível organizar um plano de implantação das ações de conservação da água ao longo do tempo, além de um programa de monitoramento, operação e manutenção. Isto, certamente, possibilitará a economia da água para a promoção do uso sustentável dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUCHANAN J., SHEPPARD P., *Project Ranking Using Electre III*, apresentado na 33rd Annual Conference ORSNZ, download realizado de www.esc.auckland.ac.nz/Organisations/ORSNZ/conf33/papers/p58.pdf em 6 Março 2004.
- GONÇALVES, O.M.; OLIVEIRA, L.H. *Methodology for the Development of an Institutional and Technological Water Conservation Program in Buildings*. CIB-W62 Symposium Water Supply and Drainage for Buildings. Yokohama Japan. 1997
- KEEN, P. G. W. Análise de valor: como justificar sistemas de apoio à decisão. In: SPRAGUE JR., R. H.; WATSON, H. J. *Sistema de Apoio à Decisão*. Tradução de: Anna Beatriz Gonçalves Rodrigues Silva. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. p. 76 – 96.
- MAYSTRE, L. Y.; PICTET, J.; SIMOS, J. *Méthodes multicritères ELECTRE*. 1. ed. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 1994.
- NETTO, O. de M. C.; SOUZA, M. A. A. de; LOPES JÚNIOR, R. P. Retrospectiva da análise tecnológica das alternativas para pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. In: CHERNICHARO, C. A. de L. (Coord.). *Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios: coletânea de trabalhos técnicos*. Belo Horizonte: [s.n.], 2001. v. 2. p. 253 – 272.
- SANTOS, D.C. *Programa de Gestão do Uso da Água nas Edificações*. Projeto de Pesquisa UFPR/CNPq. Curitiba, 2001.