

SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS POR AUXÍLIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

Miguel Silvestre da Silva Sobrinho (UCAM)
miguel silvestre silva@hotmail.com

Thiago de Carvalho Gomes (UCAM)
tcg_carvalho@yahoo.com.br

Antonio Guedes Soares Jr. (UCAM)
agsoares@iff.edu.br

Milton Erthal Jr. (UCAM)
miltonerthal@hotmail.com



A água é um recurso natural fundamental a vida, no entanto, está se tornando cada vez mais escassa. A poluição dos recursos hídricos, ocasionada pela falta de saneamento básico, compromete seu uso e pode vincular doenças. Geralmente, as comunidades interioranas não são atendidas por serviço de coleta e tratamento de efluentes líquidos, comprometendo a qualidade dos recursos hídricos. O objetivo deste trabalho foi de selecionar alternativas de tratamento do esgoto para comunidades rurais do município de Campos dos Goytacazes. O método AHP de auxílio multicritério à decisão foi usado para selecionar sistemas de tratamento para comunidades pequenas, médias e grandes. As alternativas propostas foram: o descarte direto no ambiente, sumidouros, fossas sépticas, ETE secundária e ETE terciária. Os critérios usados na seleção foram: custo de implantação, custo de manutenção, custo operacional, dano ambiental e custo da área. O software IPÊ foi usado na análise dos dados. O resultado sugerido pelo método AHP foi de construção de sumidouros para comunidades de até 100 pessoas. Nas comunidades de até 400 pessoas, o mais apropriado seria a construção de fossas sépticas, enquanto que para as grandes comunidades, até 4000 pessoas, a sugestão foi a construção de uma ETE secundária. Os resultados mostram que o método de tratamento do esgoto está relacionado ao número de indivíduos atendidos. Estes dados podem ser úteis para auxiliar políticas públicas de saneamento básico à comunidades interioranas.

Palavras-chaves: águas residuárias; análise multicritério; método AHP

1. Introdução

A água é fundamental para a manutenção da vida, sendo considerada como um fator primordial na formação das aglomerações humanas (TCHOBANOGLIOUS; SCHROEDER, 1987). A água é um recurso natural muito abundante na crosta terrestre. Dos 1.370 milhões km³ da água disponível, mais de 99% não é economicamente aproveitável por ser salgada ou estar congelada. Outra grave constatação é que apenas 10% da água doce existente é aproveitável para o abastecimento público (FUNASA, 2004). A Figura 1 abaixo mostra a distribuição da água na natureza.

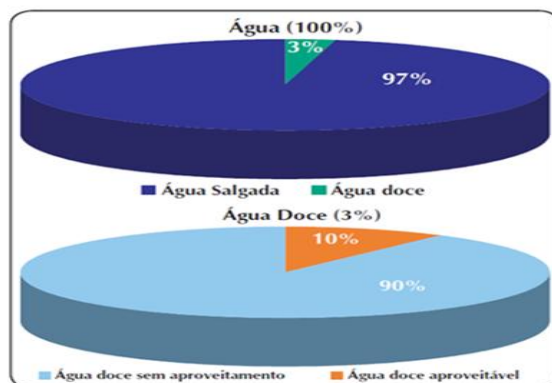


Figura 1 – Quantitativo de água salgada, água doce e água doce aproveitável na crosta terrestre.
Fonte: FUNASA (2004).

Países pobres e ricos são afetados pela falta, mal uso e má distribuição da água explorável. Estima-se que 1,1 bilhões de pessoas não têm acesso a água potável em quantidade suficiente. Este quadro tende a se agravar a médio e longo prazo devido ao desmatamento, mal uso do solo, poluição e efeito estufa. A água pode ser o “petróleo” do futuro e especialistas em segurança mundial afirmam que algumas guerras serão desencadeadas pelo acesso a água (SCALZO, 2007).

Na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada no ano de 2000, se evidenciou a falta de políticas públicas neste setor. Dados apresentados pelo Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS) em 2002, revelaram que o serviço de água atende a, aproximadamente, 90 milhões de pessoas no Brasil. Isso significa que a metade dos brasileiros não consumiam água tratada, principalmente a população de baixa renda. A destinação final de efluentes líquidos residenciais apresenta quadro ainda mais grave, onde apenas 6% do esgoto é tratado, dando ao país um dos piores índices da América Latina (ECHEVENGUÁ, 2006).

O contato do homem com águas poluídas pode provocar algumas doenças como a cólera, diarreia, dengue, hepatite, esquistossomose, leptospirose, amebíase, teníase, giardíase e tantas outras infecções parasitárias (FUNASA, 2004). Uma das formas de se minimizar este problema é o tratamento do esgoto através de diferentes métodos como: estações de tratamento primária, secundária e terciária, fossas sépticas e sumidouros.

Os planejamentos de recursos hídricos devem ser avaliados sob uma perspectiva sistêmica e integrada ao seu meio. Com isso, se faz necessário analisar aspectos ambientais, sociais, técnicos e econômicos. Neste sentido, a pesquisa operacional, através dos métodos de auxílio à decisão, vem sendo utilizada para selecionar alternativas de sistema de tratamento de efluentes líquidos (ZUFFO; REIS; SANTOS; CHAUDHRY, 2002).

2. Objetivos

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a melhor alternativa de tratamento do esgoto gerado por pequenas, médias e grandes comunidades rurais, localizadas no município de Campos dos Goytacazes, RJ. Cinco alternativas de tratamento de efluentes líquidos residenciais foram comparadas segundo critérios técnicos, econômicos e ambientais.

3. Revisão de literatura

3.1 Saneamento Básico

3.1.1. História do Saneamento Básico

Os primeiros registros de galerias de esgotos construídas foram nas cidades de Nipur (Índia) e na Babilônia, a 3.750 a.c. Em 3.100 a.c. já se empregavam manilhas cerâmicas para essa finalidade. Na Roma Imperial faziam-se ligações diretas das casas com os canais de coleta de águas residuárias, porém este procedimento não era obrigatório aos moradores de Roma, de modo que, somente algumas residências possuíam essa benfeitoria, o que favorecia a freqüentes ciclos de epidemia na população local (NUVOLARI, 2003).

A falta de conhecimento sobre saneamento básico afetava de forma trágica a saúde pública do ambiente urbano na Europa. No século XIX, em decorrência de sucessivas epidemias, a Inglaterra foi pioneira em pesquisas e adotar medidas saneadoras, como as estações de tratamento de esgoto (ETEs). Na França, em 1882, Jean Louis Mouras descobre o princípio de funcionamento de uma fossa séptica (ANDRADE NETO, 1997). Nesta mesma década os americanos inauguraram sua primeira estação experimental de tratamento de seus esgotos (NUVOLARI, 2003).

Na cidade de São Paulo, em 1933, o engenheiro J.P. de Jesus Netto, chamou a atenção sobre a intensa poluição das águas do rio Tietê, alertando sobre o perigo de infecções que poderia afligir as populações ribeirinhas. Nas cidades brasileiras, salvo casos isolados, só a partir da década de 70 começaram a ocorrer avanços na área de saneamento (NUVOLARI, 2003).

3.1.2 Dano Ambiental

É uma alteração negativa do meio ambiente, ocasionado por pessoas, governos ou empresas. No Brasil, apenas 48% do esgoto é coletado, e somente 32% desse volume é tratado, a maioria dos resíduos é enterrado, ou lançado diretamente em rios, contaminando o solo e os corpos hídricos (VAZ, 2009).

A ausência de coleta e tratamento dos esgotos gera contaminação ambiental, favorece a ocorrência de doenças e diminui a qualidade de vida da população. A população tem direito não somente ao saneamento básico, mas, principalmente, ao saneamento ambiental que visa o aproveitamento do meio ambiente para obter um bom saneamento (VAZ, 2009).

O sistema de fornecimento de água para o abastecimento público é composto por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, que destina-se a produção e distribuição de água potável canalizada para a população, sendo de responsabilidade do poder público,

entretanto pode ser administrada em regime de concessão ou permissão (FUNASA, 2004). São considerados como elementos constituintes de um sistema de abastecimento de água, as seguintes unidades: manancial, captação, adução, tratamento, reservação, rede de distribuição, estações elevatórias e ramal predial, (FUNASA, 2004). A escolha do processo de tratamento da água esta relacionada à análise de suas características física, química e biológica.

3.2. Importância do Saneamento Básico

O saneamento básico está diretamente relacionado à saúde do homem. O saneamento atua no abastecimento de água através da captação, tratamento e abastecimento das redes de distribuição, coleta e tratamento de esgoto sanitário e tratamento de resíduos sólidos (TUROLLA, 2002).

Nos últimos anos o Brasil alcançou melhorias em relação ao saneamento básico, no entanto, somente uma parcela da população é atendida, demonstrando que estamos longe de nos tornarmos modelo para outros países. Atualmente, cerca de 90% da população urbana brasileira é atendida com água potável e 60% com redes coletoras de esgoto. O déficit, que ainda existe, está localizado, basicamente, nos bolsões de pobreza, ou seja, nas favelas, nas periferias das cidades, na zona rural ou no interior. Na maioria das cidades brasileiras a coleta e disposição final inadequada do lixo, são consideradas um grande problema ambiental e de saúde pública. A melhoria das condições de saneamento está associada ao aumento da expectativa de vida da população, ao aumento da produtividade dos trabalhadores e a diminuição da mortalidade infantil, havendo estimativas que a cada R\$ 1,00 investido em saneamento, possibilita economizar R\$ 4,00 em medicina curativa (TUROLA, 2002). No Brasil as doenças associadas à falta de saneamento básico é mais freqüente em áreas pobres (DI BERNARDO, 2005).

3.2 Tratamento de esgoto em Campos dos Goytacazes

O esgoto bruto gerado pelos domicílios da cidade de Campos dos Goytacazes chega as Estações de Tratamento escoando por gravidade ou com o auxílio de estações elevatórias, que bombeiam o esgoto de um nível mais baixo para um nível mais alto, propiciando o escoamento por gravidade.

Atualmente existem quatro estações de tratamento de esgotos (ETE) em operação em Campos dos Goytacazes, todas administradas pela empresa concessionária Água do Paraíba (ÁGUAS DO PARAÍBA, 2009).

4. Processo de Tratamento de Esgoto

O esgoto gerado pode ser lançado diretamente sobre a superfície ou sob o solo, nos chamados sumidouros, lançados diretamente nos mananciais hídricos ou ser submetido a algum tipo de tratamento, em fossas sépticas e estações de tratamento de esgotos (ETE). Os processos mais usados foram descritos a seguir.

4.1. ETE

4.1.1. Fase Primária

O tratamento preliminar constituído de gradeamento, desarenação e mensuração, para remover sólidos decantáveis. É um processo essencial para que as etapas seguintes sejam

eficientes. O lodo é gerado nesta etapa e pode ser usado como adubo agrícola depois de fermentado (ÁGUAS DO PARAÍBA, 2009).

4.1.2. Fase Secundária

O efluente segue por uma tubulação até a câmara divisora de vazão, chega ao Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA). Nesse reator, grande parte da matéria orgânica é metabolizada por bactérias anaeróbias. Para que isto aconteça, o esgoto fica retido aproximadamente dez horas no interior do reator. Este processo também pode ser realizado em reservatórios profundos, com a desvantagem de depender de tempo para metabolizar a matéria orgânica da água. O resultado desta etapa é a formação do gás metano, que pode ser usado na geração de energia e lodo retido no fundo. O gás metano deve ser queimado antes de ser lançado na atmosfera por um queimador localizado na parte superior do reator (BORSOI; CAMISÃO; LANARI; TORRES; GOMES, 2011).

4.1.3. Fase Terciária

Nesta fase, o efluente é floculado para facilitar a decantação dos sólidos em suspensão. A adição de cloreto férrico, por exemplo, é misturada em três câmaras denominadas floculadores. Este procedimento facilita a aglutinação da matéria orgânica ainda presente. Após essa fase, o efluente está com 90% de recuperação em relação às suas características originais, é filtrado. Durante a filtração, o esgoto é conduzido aos filtros, compostos por camadas de brita e areias de mais de uma granulimetria. Após essa unidade de tratamento, o esgoto já está com uma purificação de cerca de 95% (SALAZAR, 2010).

O efluente filtrado é conduzido ao tanque de desinfecção para eliminar microorganismos patogênicos. Este procedimento é frequentemente realizado com o dióxido de cloro, o qual não causa efeito nocivo ao meio ambiente. Em sua última etapa segue para as lagoas de estabilização, onde o fósforo e o nitrogênio serão assimilados do meio e pode ser lançado em um manancial hídrico receptor (BORSOI; CAMISÃO; LANARI; TORRES; GOMES, 2011).

4.2. Fossas sépticas de câmara única

Consistem geralmente de uma câmara, que tem a função de permitir a sedimentação, o armazenamento dos sólidos sedimentáveis (lodo) e sua digestão, que ocorre em ambiente sem oxigênio. Após essa decomposição, é gerado um gás natural, além de pequenas quantidades de gás sulfídrico, mercaptanas e escatóis. Esse sistema é adequado para atender residências ou condomínios isolados (NUVOLARI, 2003).

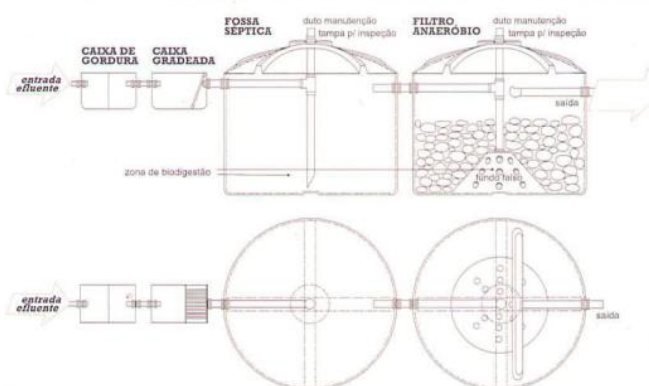


Figura 2 – Detalhamento funcional da fossa séptica
 Fonte – Rotoplas

4.3. Sumidouros

Os efluentes que saem da fossa séptica geralmente são lançados em um sumidouro, mas para isso a taxa de absorção do solo tem que ser igual ou superior a 40L/m² dia, característica de solos argilas arenosas, e/ou siltosas, variando areia argilosa ou silte argiloso de cor amarela, vermelha ou marrom.

Para construir um sumidouro pode-se utilizar alvenaria de tijolos, blocos, ou pedra ou ainda por anéis pré-moldados de concreto, no entanto é necessário que haja furos na parede lateral e o fundo deve estar livre para possibilitar a infiltração. A lateral externa e o fundo devem estar preenchidos com pedra britada para facilitar a absorção do fluido pelo solo. As lajes de cobertura dos sumidouros devem ser de concreto armado, com uma abertura de inspeção tendo no mínimo 0,60m, com tampões hermeticamente fechados.

O volume do sumidouro deve ser estimado considerando a taxa de infiltração do solo, o que também influencia na distância que o mesmo deve ter dos poços de abastecimento segundo (NUVOLARI, 2003).

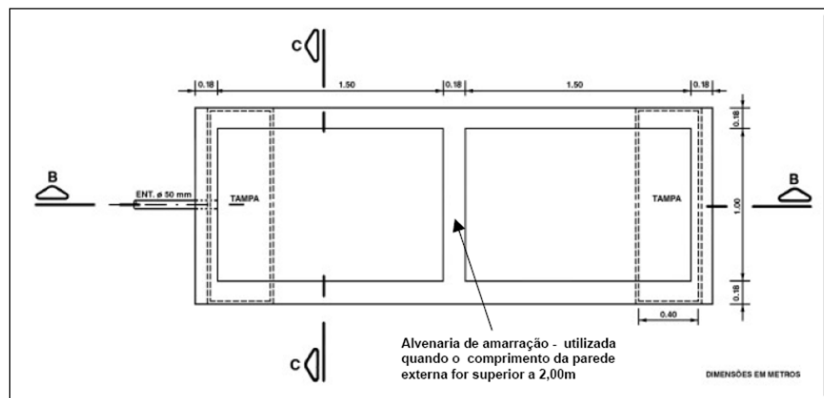


Figura 3 – Planta baixa do detalhamento construtivo do sumidouro
 Fonte – CEHOP

4.4. Lançamento do esgoto direto no meio ambiente

O lançamento de esgoto sanitário sem prévio tratamento em mananciais hídricos pode ser uma ameaça à saúde humana, no entanto nem sempre isso é uma verdade, depende da relação entre a carga poluente e a vazão do corpo d'água, podendo a variação da qualidade não ser significativa, nessa circunstância não seria necessário um dispendioso sistema de tratamento de esgoto, o mesmo vale para cidades à beira mar (FERRETE; BORGES; ROSOLEN; LEMOS, 2007). No entanto essa prática é desaconselhável, devendo ser feita de maneira criteriosa após um pré-tratamento, o nível de tratamento vai depender da análise das condições locais. (NUVOLARI, 2003).

5. Método AHP

Criado no final dos anos 70, por Saaty, o método AHP (Analytic Hierarchy Process) tem por objetivo tratar de problemas complexos de escolha de maneira simples, facilitando o processo de decisão (OLIVEIRA; MARTINS; LIMA; COSTA, 2010). Este método caracteriza-se como uma ferramenta da Pesquisa Operacional focado na resolução de

problemas complexos de decisão que envolvem mais de um critério para selecionar alternativas viáveis. O problema deve ser dividido em níveis hierárquicos, facilitando, assim, o entendimento e a evolução da estrutura conforme a complexidade da situação analisada (MACHADO; GOMES; CHAUVEL, 2003).

Segundo Salomon (2002), um método de auxílio à decisão multicritério, como o próprio nome diz, trabalha em situações em que são considerados mais de um critério. Estes métodos utilizam a mesma ferramenta principal, a matriz de decisão, esta representa o desempenho das alternativas. O AHP é utilizado no Auxílio Multicritério à Decisão (AMD), e tem como base três princípios: Construção de hierarquias; Priorização; e Consistência lógica (COSTA; MOLL, 1999).

De acordo com Abreu et al. (2000), o AHP, por ser um instrumento de apoio em problemas de decisão, é realizado em duas fases: na construção da hierarquia e na avaliação. A primeira fase é a estruturação do problema e a segunda, consiste em uma comparação paritária, ou seja, par a par, entre critérios e subcritérios se for o caso. O AHP é um método eficaz para a tomada de decisão, pois ele identifica a melhor opção dentro das alternativas possíveis e ajuda na determinação de prioridades, considerando aspectos quantitativos e qualitativos (BESTEIRO; PAIVA; MIUCCIATO; BUENO; SALOMON, 2009).

6. Metodologia

O trabalho constituiu no levantamento de custos das alternativas propostas para o tratamento de esgoto sanitário e aplicação do método multicritério de auxílio a decisão AHP com o programa YPE.

O levantamento de custos foi referente as etapas de implantação, operação e manutenção dos sistemas propostos, que consistiram em sumidouro, fossa séptica, ETE secundária, ETE terciária e também o descarte direto no meio ambiente. Os custos foram baseados na capacidade das alternativas para atender 100, 400 e 4000 pessoas. Para o sumidouro foi feito o dimensionamento, onde foi estimada a capacidade, levantado todo o material necessário e feito orçamentos no comércio regional para então se fazer a composição de preço. Os custos referentes à fossa séptica foram estimados com base na capacidade do sistema onde, preliminarmente, foi feito dimensionamento e o seu orçamento com base em uma cotação da empresa Rotoplas, fabricante de conjunto fossa séptica com filtro anaeróbio utilizando tecnologia de ponta. Os custos relativos as ETEs, foram levantados junto ao corpo técnico vinculado à empresa Águas do Paraíba. Para o descarte direto foi cotado no comércio local tubo de PVC de 100 mm e mão de obra para instalar o mesmo.

A Figura 4 mostra como o problema foi formulado e estruturado. Abaixo do objetivo geral do trabalho estão descritos os critérios e subcritérios do problema. As caixas na parte de baixo da Figura 4 estão as alternativas de destinação dos efluentes gerados, assim especificados: Alt 1 = ETE completa; Alt 2 = ETE sem etapa terciária; Alt 3 = fossa séptica; Alt 4 = sumidouro; Alt 5 = descarte direto no ambiente.

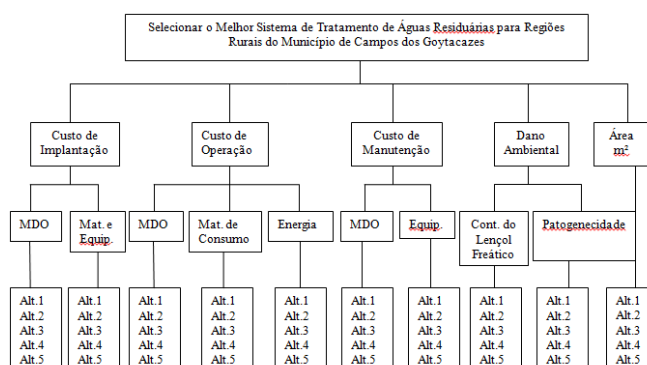


Figura 4 – Estrutura hierárquica do problema proposto, mostrando o objetivo central, os critérios e os subcritérios estabelecidos.

7. Resultados

O custo para implantação e manutenção de sumidouros em residência (usamos o valor médio de quatro pessoas por casa), foi estimado para atender 100 pessoas, que corresponde a 25 residências, 400 pessoas ou 100 residências e 4000 pessoas equivalente a 1000 residências, conforme pode ser verificado na Tabela 1.

Capacidade	Un.	Valor R\$ Custo de Implantação	Custo de Manutenção R\$ (esgotamento anual)
100 pessoas	Sumidouro	R\$ 32.885,50	R\$ 1.000,00
400 pessoas	Sumidouro	R\$ 131.542,00	R\$ 4.000,00
4000 pessoas	Sumidouro	R\$ 1.315.420,00	R\$ 40.000,00

Tabela 1 – Custo de implantação e manutenção anual de sumidouros para diferentes populações e diferentes capacidades

A Tabela 2 mostra os valores totais do custo de implantação e manutenção em residência (usamos o valor médio de quatro pessoas por casa), de um sistema de fossa séptica para atender 100 pessoas, 400 pessoas e 4000 pessoas.

Quantidade	Unidade	Capacidade	Valor R\$ Custo de Implantação	Custo de Manutenção R\$ (esgot. anual)
01	Sistema de fossas sépticas e filtro anaeróbio	100 pessoas	R\$ 30.981,08	R\$ 120,00
05	Sistema de fossas sépticas e filtro anaeróbio	400 pessoas	R\$ 110.674,32	R\$ 650,00
10	Sistema de fossas sépticas e filtro anaeróbio	4.000 pessoas	R\$ 1.088.743,20	R\$ 6.500,00

Tabela 2 – Custo de implantação e manutenção anual de uma fossa séptica para diferentes populações e diferentes capacidades

As Tabelas 3 e 4 mostram os custos totais de implantação e manutenção de uma ETE secundária e terciária, respectivamente, para 100, 400 e 4.000 pessoas. Os resultados mostram que, apesar do custo de implantação possuir os mesmos valores, o custo de operação e manutenção da ETE terciária são mais elevados.

Capacidade	Valor R\$ Custo de Implantação	Custo de Manutenção R\$ (esgot. anual)	Valor R\$ Custo de Operação	Custo de Área de Implantação R\$
100 pessoas	176.593,80	R\$ 7.200,00	R\$ 3.010,00	R\$ 25.000,00
400 pessoas	195.450,54	R\$ 7.500,00	R\$ 3.878,34	R\$ 74.997,00
4.000 pessoas	246.585,95	R\$ 12.725,64	R\$ 7.321,00	R\$ 183.326,00

Tabela 3 – Custo de implantação, manutenção anual, operação e área de implantação de uma unidade ETE secundária para diferentes populações e diferentes capacidades

Capacidade	Valor R\$ Custo de Implantação	Custo de Manutenção R\$ (esgot. anual)	Valor R\$ Custo de Operação	Custo de Área de Implantação R\$
100 pessoas	R\$ 202.907,80	R\$ 9.000,00	R\$ 4.900,00	R\$ 25.000,00
400 pessoas	R\$ 228.604,71	R\$ 11.244,00	R\$ 6.925,00	R\$ 74.997,00
4.000 pessoas	R\$ 296.182,83	R\$ 19.687,44	R\$ 12.118,75	R\$ 183.326,00

Tabela 4 – Custo de implantação, manutenção anual, operação e área de implantação de uma unidade ETE terciária para diferentes populações e diferentes capacidades

Com base na utilização do AHP, as Tabelas 5, 6 e 7 mostram os resultados encontrados do melhor sistema de tratamento de esgoto para 100, 400 e 4.000 pessoas, respectivamente.

Classificação	Sistema de Tratamento
1º	Sumidouro
2º	Fossa Séptica
3º	ETE Secundária
4º	ETE Terciária
5º	Descarte Direto

Tabela 5 – Melhor sistema de tratamento para uma população de 100 pessoas

Classificação	Sistema de Tratamento
1º	Fossa Séptica
2º	Sumidouro
3º	ETE Secundária
4º	ETE Terciária
5º	Descarte Direto

Tabela 6 – Melhor sistema de tratamento para uma população de 400 pessoas

Classificação	Sistema de Tratamento
1º	ETE Secundária
2º	ETE Terciária
3º	Fossa Séptica
4º	Sumidouro
5º	Descarte Direto

Tabela 7 – Melhor sistema de tratamento para uma população de 4.000 pessoas

Como pode ser observado na Tabela 5, a melhor opção para o atendimento a 100 pessoas foi o sumidouro, tendo como segunda opção a fossa séptica. Já para o atendimento a 400 pessoas, a Tabela 6 mostra que a melhor opção, após o uso do método AHP seria a fossa

séptica e em seguida o sumidouro. Para o atendimento a 4.000 pessoas, a Tabela 7 exibe que as escolhas seriam de primeiramente ETE Secundária e em seguida ETE Terciária. Em todos os resultados, observou-se que o descarte direto apareceu como a última opção.

A Tabela 8 mostra um resultado final com os 1º lugares encontrados para populações pequenas, médias e grandes.

População	Sistema de Tratamento (1º lugar)
100 pessoas	Sumidouro
400 pessoas	Fossa Séptica
4.000 pessoas	ETE Secundária

Tabela 8 – Melhor resultado encontrado para diferentes populações

8. Discussão/Conclusão

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que nas áreas periféricas do município de Campos dos Goytacazes, a melhor alternativa de tratamento de águas residuárias, para uma população de 100 pessoas, é a implantação de sumidouros, devido ao baixo custo de implantação, operação e manutenção. No entanto para uma população de 400 pessoas, temos como melhor opção de tratamento, a implantação de fossa séptica, por apresentar melhor viabilidade econômica, e não causar dano ambiental tão considerável em comparação com o descarte direto ou sumidouro. Porém quando se estabeleceu o cenário para 4.000 pessoas, pode-se notar a vantagem apresentada das estações de tratamento com relação aos outras alternativas. No entanto é válido ressaltar que foi dado um maior peso ao critério dano ambiental, o que colocou o descarte direto como a pior alternativa para todos os cenários estudados.

O crescimento da procura por água para o desenvolvimento das atividades humanas tem conduzido ao surgimento de conflitos pelo seu uso, exigindo o desenvolvimento de alternativas que possam atender aos diversos interesses envolvidos (MIERZWA, 2004).

O saneamento ambiental representa um fator determinante tanto da sustentabilidade econômica, quanto socioambiental. Admite-se que as deficiências no tratamento de esgoto comprometam tanto o meio ambiente, quanto a saúde pública, desencadeando danos ambientais, que podem gerar efeitos de curto, médio e longo prazo (WAGNER; BELLOTO, 2008).

A destinação dos efluentes sanitários passou a ser uma preocupação desde que as pessoas começaram a ser organizadas em cidades, a partir de então começaram a surgir benfeitorias que buscaram mitigar os problemas relacionados ao esgoto (NUVOLARI, 2003). No mundo contemporâneo, o crescimento populacional agrava o problema da destinação final dos efluentes sanitários, que, se não forem devidamente tratados, propiciam surtos de doenças humanas. Este problema tende a se agravar em países em desenvolvimento, onde o crescimento populacional é mais acentuado apesar dos poucos investimentos em infraestrutura urbana (NUVOLARI, 2003).

Referências

ABREU, L. M.; GRANEMANN, S. R.; GARTNER, I.; BERNARDES, R. S. Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: construção do método AHP. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 4, n. 2, p. 257-262. Campina Grande, 2000.

ÁGUAS DO PARAÍBA. *Obras e realizações.* Disponível em: [HTTP://aguasdoparaiba.com.br/index.php?id=1](http://aguasdoparaiba.com.br/index.php?id=1). Acesso em: 10 dez.2009.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre. *Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: Experiência brasileira.* Rio de Janeiro ABES, 1997, 301p.

BESTEIRO, A. M.; PAIVA, G.; MIUCCIATO, V.; BUENO, J.; SALOMON, V. A. P. *A Utilização do método AHP para traçar, como ferramenta para o auxílio a decisão de um candidato, a escolha de um curso de engenharia.* Anais... VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende, 2009.

BORSOI, Z.; CAMISÃO, M. L.; LANARI, N.; TORRES, S.; GOMES, S. M. *Tratamento de esgotos: tecnologias acessíveis.* Disponível em: <http://www.baraoemfoco.com.br/barao/noticias/ete/tecnologias.htm>. Acesso em 25 de abril de 2011.

COSTA, H. G.; MOLL, R. N. *Emprego do método de Análise Hierárquica (AHP) na seleção de variedades para o plantio de cana-de-açúcar. Gestão e Produção.* v. 6, n. 3, p. 243-256. 1999.

DI BERNARDO, L. *Métodos e Técnicas de Tratamento de Água.* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL & LUIZ DI BERNARDO, 2 V, Rio de Janeiro, 1993 (2005).

ESHEVENGUA, Ana. *Brasil.* Disponível em: www.ecoacao.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=371&Itemid=39. Acessado em 15 nov 2009.

FERRETE, J. A.; BORGES, E. A.; ROSOLEN, V. S.; LEMOS, J. C. VI-247 - *Risco de contaminação ambiental por esgotos domésticos e resíduos sólidos em lotes do assentamento de reforma agrária ezequias dos reis, município de Araguari (MG).* 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Setembro de 2007.

FUNASA. *Manual do Saneamento.* 3. Ed. Ver – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

MACHADO, E. P.; GOMES, L. F. A. M.; CHAUVEL, M. A. *Avaliação de estratégias em marketing de serviços: um enfoque multicritério.* Revista de Administração Mackenzie. Ano 4, n. 2, p. 61-85. 2003.

MIERZWA, J. C. *Uso de águas residuárias na agricultura – O caso do Brasil,* 2004.

NUVOLARI, A. *Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso agrícola.* FATEC-SP/ CEEETEPS, São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 2003.

OLIVEIRA, L. R.; MARTINS, E. F.; LIMA, G. B. A.; COSTA, H. G. *Análise da estratégia sustentável nas organizações com auxílio do método AHP.* VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói, 2010.

SALAZAR, R. B. *Métodos de avaliação econômica aplicáveis em projetos de infraestrutura urbana: um estudo em projetos de saneamento básico em Goiânia.* Tese de Mestrado. Faculdades Alves Faria. p. 70, 2010.

SALOMON, V. A. P. *Auxílio à decisão para a adoção de políticas de compras. Produto e Produção.* vol. 6, n. 1, p. 01-08, 2002.

SCALZO, M. *A água é o próximo petróleo: A poluição e o desperdício estão acabando com esse recurso natural precioso e finito. Segundo especialistas, a água será o pivô das próximas guerras. Prepare-se para poupar e cuidar melhor desse tesouro antes que ele evapore.* Disponível em: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/conteudo_240521.shtml, 2007.

TCHOBANOGLIOUS, G.; SCHROEDER, E.D. *Water Quality Management.* Addison-Wesley Publishing Company. Ed. Longman. 768 p. 1987.

TUROLLA, Frederico A. *Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas.* Texto para discussão Nº 922. ISSN 1415-4765. Brasília Dez. 2002.

VAZ, A. J. *A Importância da Rede Coletora de Esgoto na Promoção da Qualidade Sócio-Ambiental.* Universidade do Estado do Rio de Janeiro. RJ, 2009. Disponível em: http://egal2009.easypanners.info/area07/7446_Vaz_Alexssandra_Juliane.pdf Acesso em: 29 Jan. 2010.

WAGNER, A. G.; BELLOTO, V. R. *Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário: Análise Econômica de Alternativas para Municípios Litorâneos - Estudo de Caso – Balneário Camboriú e Itajaí (SC), Brasil.* Revista da Gestão Costeira Integrada. p. 93-108, 2008.

ZUFFO, A. C.; REIS, L. F. R.; SANTOS, R. F.; CHAUDHRY, F. H. *Aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento de recursos hídricos.* Revista Brasileira de Recursos Hídricos. vol. 7, n. 1, p. 81-102, 2002.