

II-145 - SISTEMA DE APOIO À DECISÃO (SAD) UTILIZANDO MÉTODOS MULTIOBJETIVO E MULTICRITÉRIO APLICADO À GESTÃO DE LODOS DE FOSSAS SÉPTICAS

Bernardo Souza Cordeiro⁽¹⁾

Engenheiro Civil e Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília – UnB. Analista de Sistemas de Saneamento na Superintendência de Projetos da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB.

Reynaldo Pena Lopes Júnior

Engenheiro Civil pela UnB, Especialista em Engenharia de Software pela Unicamp e Mestre em Engenharia Aeronáutica e Mecânica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Auditor do Tribunal de Contas da União – TCU.

Sebastião Gazolla Costa Júnior

Administrador de empresas pela Universidade Católica de Brasília. Pós-graduado em Desenvolvimento de Softwares. Servidor da Câmara Legislativa do Distrito Federal.

Marco Antonio Almeida de Souza

Engenheiro Químico pela Universidade Federal do Paraná – UFPr. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo - ESC/USP. PhD pela Universidade de Birmingham, na Inglaterra. Professor aposentado e Pesquisador Sênior do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da UnB. E-mail: maasouza@unb.br

Endereço⁽¹⁾: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB. Av. Sibipiruna, Lotes 13/21, Ed. Rio São Francisco, 1º Andar, Águas Claras – Brasília/DF, CEP: 71.928-720. Tel: (61) 3213-7125 fax: (61) 3213-7360 E-mail: bernardounb@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a apresentação de um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) voltado à gestão de lodos de fossas e tanques sépticos, denominado SAD-SEPTAGE. Trata-se de um programa computacional baseado em métodos multiobjetivo e multicritério, capaz de indicar e selecionar, para localidades e situações urbanas, as alternativas de gestão de lodos de fossas sépticas que melhor atendam a critérios estabelecidos de acordo com a realidade local e com as preferências dos atores envolvidos. O intuito principal foi a obtenção de uma ferramenta de apoio simplificada e útil para auxiliar o gestor no planejamento de ações referentes a esses lodos em um município ou região.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de fossa séptica, métodos multiobjetivo, gestão, apoio à decisão.

INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento das civilizações e com a tendência da concentração populacional em zonas urbanas, a necessidade de ações em saneamento aumentou. Seja pelo crescimento da preocupação ambiental ou por problemas de saúde pública, a coleta e o tratamento de águas residuárias são colocados no topo das agendas de discussão nas sociedades modernas, sobretudo nos países em desenvolvimento.

No Brasil, a realidade da área de saneamento apresenta diversos contrastes. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB (2008), publicada pelo IBGE, pouco mais da metade dos municípios brasileiros (55,2%) dispõem de coleta por rede de esgotamento sanitário. Desse total, apenas 51,7% tratam o esgoto coletado, sendo o restante lançado em estado bruto diretamente em rios, lagos ou no mar.

Por outro lado, nos municípios em que os esgotos não são coletados, cerca de 44,8%, deveriam idealmente estar sendo usados sistemas alternativos de tratamento. De fato, de acordo com a pesquisa supracitada, quase a totalidade dessas localidades utilizam fossas sépticas, fossas secas ou algum tipo de fossa rudimentar para destinar seu esgoto.

Considerando esses dados, percebe-se a importância e a abrangência que os sistemas de tratamento individual, em especial as fossas sépticas, têm no contexto do saneamento brasileiro. Sejam por aspectos econômicos, técnicos ou até mesmo políticos, a ausência de redes de coleta forçou que se adotasse essa solução em grande parte das residências brasileiras. Entretanto, além do aspecto de saúde pública, sua importância do ponto de vista ambiental também é extremamente relevante. Isso porque esses sistemas, quando mal operados e seus resíduos dispostos de forma inadequada, geram impactos significativos.

Ao longo dos meses de funcionamento, as fossas sépticas¹ geram diversos resíduos, provenientes do esgoto, e que são retidos em seu interior. Esses resíduos, genericamente chamados de lodos de fossa, devem ser removidos periodicamente, para não comprometerem o funcionamento do sistema. Nessas ocasiões, o conteúdo das fossas é bombeado, retirando todo sólido e líquido presente.

Os lodos de fossas sépticas contêm grande quantidade de nutrientes, material orgânico e podem conter patógenos e diversos outros poluentes. No entanto, é prática comum em países em desenvolvimento, como o Brasil, o lançamento indiscriminado de toneladas de lodos de fossas em redes de drenagem pluvial, corpos d'água ou terrenos baldios. Também é comum seu uso agrícola sem os cuidados e orientações pertinentes (Strauss e Montangero, 2004).

Diante dessa problemática, percebe-se que deve haver um planejamento sistemático no que se refere às atividades ligadas aos lodos de fossas sépticas. A complexidade e abrangência do problema, a existência de múltiplos interessados e as diversas alternativas disponíveis reforçam a necessidade de ferramentas que auxiliem a elaboração de planos que cumpram, no mínimo, os objetivos de proteção ambiental e sanitária.

Nesse sentido, uma metodologia de apoio à decisão pode ser entendida genericamente como uma ferramenta que auxilia os decisores, dando instruções e orientações sobre etapas a serem cumpridas para se chegar à escolha de alternativas coerentes com os objetivos propostos. E essa ferramenta naturalmente deve conter técnicas específicas para lidar com toda essa complexidade mencionada. Nesse contexto, surgem os métodos multiobjetivo e multicritério, que são técnicas matemáticas criadas para auxiliar na escolha de alternativas de compromisso com as diversas dimensões que normalmente existem dos problemas do mundo real. Para viabilizar o uso desses métodos, é usual recorrer à conveniência de programas computacionais.

É com foco nessa realidade que se apresenta neste trabalho um Sistema de Apoio à Decisão (SAD), desenvolvido em linguagem de programação estruturada e baseado em métodos multiobjetivo e multicritério, para avaliação de alternativas de gestão de lodos de fossas sépticas. Não se pretende com esse programa obter-se uma ferramenta definitiva à questão da análise de alternativa para gestão desses lodos, mas sim dar um passo em direção à melhoria da tomada de decisão nesse setor e fomentar a discussão dessa temática tão relevante nos dias atuais.

MÉTODOS MULTIOBJETIVO E MULTICRITÉRIO

A tomada de decisão é um processo inerente às atividades dos seres humanos. Mesmo em simples atividades do cotidiano, defronta-se com ocasiões em que devem ser feitas escolhas para que seja definido o curso de uma situação. Durante esse processo, surgem mais de um critério de comparação entre as alternativas ou opções que se dispõe. Na medida em que se aumenta a complexidade e a importância da decisão a ser tomada, a quantidade de alternativas possíveis e de critérios de avaliação cresce consideravelmente. Também aumenta o número de pessoas e instituições com interesses nesse processo decisório.

Em situações como a descrita anteriormente, uma comparação simples ou intuitiva não é suficiente para garantir a escolha de uma alternativa apropriada do ponto de vista global. Também não se garante que os

¹Do ponto de vista técnico, é comum considerar como **fossas sépticas** apenas os sistemas projetados e construídos de modo a funcionar de fato como reatores anaeróbios de tratamento individual de esgotos. Entretanto, faz-se aqui necessário considerar essa terminologia de forma mais genérica, abrangendo os diversos tipos de fossas existentes, pois os lodos gerados tem sua gestão feita de forma conjunta, independente do tipo de fossa. Além disso, é uma nomenclatura mais próxima do entendimento dos decisores e da população.

objetivos a que a intervenção se propõe sejam satisfeitos. Faz-se necessário, então, métodos de análise que consigam abordar o problema levando em conta essa complexidade.

Os métodos multiobjetivo e multicritério são técnicas de apoio à decisão que permitem comparar alternativas disponíveis considerando, simultaneamente, diversos aspectos de um problema, sejam eles políticos, sociais, ambientais, técnicos, econômicos, entre outros. Também possibilitam a incorporação de preferências e aspirações das diversas partes envolvidas no problema.

Devido à grande diversidade de métodos existentes, para elaboração do SAD-SEPTAGE utilizou-se alguns que já possuem aplicação difundida em engenharia, principalmente nas áreas de saneamento e recursos hídricos, além de relativa simplicidade operacional. São eles: TOPSIS, Programação de Compromisso, ELECTRE III e AHP. A seguir, é apresentada uma descrição sucinta de cada método utilizado.

MÉTODO DA PROGRAMAÇÃO DE COMPROMISSO

A Programação de Compromisso, do inglês *Compromise Programming*, é um método interativo com articulação progressiva de preferências. Segundo Goicoechea *et al.* (1982), é uma técnica de “proximidade espacial”, ou seja, identifica as alternativas que estão mais próximas de uma condição ideal do sistema, que não necessariamente é factível. Esse conjunto de alternativas pode ser chamado de *soluções de compromisso*.

De acordo com Goicoechea *et al.* (1982), uma maneira de construir a solução ideal é concebendo um vetor com as mesmas dimensões das alternativas. Nesse vetor, cada elemento corresponde ao valor máximo entre todas as alternativas para um determinado critério. Entretanto, muitas vezes o máximo valor oferecido pelas alternativas para um determinado critério não necessariamente constitui a condição ideal nas aspirações dos atores. Pode-se então, de outra maneira, construir esse “vetor ótimo” levando em conta as aspirações dos atores para com o sistema.

Para se definir um conjunto de soluções não dominadas, deve-se calcular a distância LS que cada alternativa se encontra em relação à solução ideal. Segundo Goicoechea *et al.* (1982), uma das mais comuns formulações usadas para isso é a apresentada na equação 1.

$$L_S = \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i^S |f_i^* - f_i(x)|^S \right)^{1/S} \quad \text{equação (1)}$$

Sendo: f_i^* - solução ideal para o critério avaliado

$f_i(x)$ - valor obtido pela alternativa para o critério avaliado

S - parâmetro para verificação da sensibilidade, sendo que $1 \leq S \leq \infty$

α_i - peso atribuído ao i -ésimo critério

n - número de critérios

Deve-se lembrar de que os valores da matriz de avaliação devem sofrer uma normalização antes do uso dessa formulação, para evitar problemas com ordem de magnitude dos critérios e com suas dimensões.

Aplicada a equação 1 a todas as alternativas, o conjunto das soluções de compromisso é encontrado nas alternativas que apresentam a mínima distância L_S para o conjunto de pesos α_i dados.

MÉTODO TOPSIS

Segundo Vergara *et al.* (2004), o método TOPSIS (*Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution*) possui similaridade com a Programação de Compromisso. É também um método de “proximidade

espacial” e que procura a proximidade de uma solução positiva ideal (aqui chamada PIS – *Positive Ideal Solution*). Entretanto, o TOPSIS incorpora na análise o desejo se estar “longe” de uma solução negativa ideal (NIS – *Negative Ideal Solution*). É importante lembrar que “positivo” ou “negativo” não são aqui utilizados no seu sentido matemático. Então, nesse método, procura-se uma solução que esteja o mais próximo possível de uma solução idealmente satisfatória ou desejável e, simultaneamente, o mais afastado possível de uma solução idealmente insatisfatória ou indesejável.

Vergara *et al.* (2004) enumeram cinco passos para a aplicação do TOPSIS. O primeiro é separar os critérios em que o aumento é desejável ($f_j(x)$ - Vetor dos critérios com comportamento crescente) daqueles em que a diminuição do valor gera maior benefício ($f_i(x)$ - Vetor dos critérios com comportamento decrescente). O segundo passo é calcular os vetores da solução negativa ideal (f^-) e da positiva ideal (f^*). Então, no terceiro passo, calculam-se as distâncias normalizadas em relação à PIS, chamada d_s^{PIS} , e à NIS, d_s^{NIS} , conforme as equações 2 (a) e (b).

$$d_s^{PIS} = \left\{ \sum_{j=1}^J w_j^S \left[\frac{f_j^* - f_j(x)}{f_j^* - f_j^-} \right]^S + \sum_{i=1}^I w_i^S \left[\frac{f_i(x) - f_i^*}{f_i^- - f_i^*} \right]^S \right\}^{1/S} \quad (a)$$

equações (2)

$$d_s^{NIS} = \left\{ \sum_{j=1}^J w_j^S \left[\frac{f_j(x) - f_j^-}{f_j^* - f_j^-} \right]^S + \sum_{i=1}^I w_i^S \left[\frac{f_i^- - f_i(x)}{f_i^- - f_i^*} \right]^S \right\}^{1/S} \quad (b)$$

- Onde: f_i^* - solução ideal para o critério crescente avaliado
 f_j^* - solução ideal para o critério decrescente avaliado
 $f_i(x)$ - valor obtido pela alternativa para o critério crescente avaliado
 $f_j(x)$ - valor obtido pela alternativa para o critério decrescente avaliado
 S - parâmetro para verificação da sensibilidade, sendo que $1 \leq S \leq \infty$
 w_i - peso atribuído ao i -ésimo critério
 w_j - peso atribuído ao j -ésimo critério
 J - número total de critérios com comportamento crescente
 I - número total de critérios com comportamento decrescente

O quarto passo é o cálculo do chamado *Coefficiente de Similaridade*, que representa o quanto a alternativa em questão se aproxima da solução positiva ideal. Ele se encontra entre 0 e 1, e é calculado como mostra a equação 3.

$$C^* = \frac{d_s^{NIS}}{d_s^{PIS} + d_s^{NIS}} \quad \text{equação (3)}$$

O quinto e último passo é o ordenamento das alternativas, que é feito a partir do Coeficiente de Similaridade. A alternativa com C^* mais próximo de 1 é considerada a mais apropriada, ou seja, mais próxima da solução positiva ideal e, simultaneamente, mais afastada da solução ideal negativa.

MÉTODOS DA SÉRIE ELECTRE

O ELECTRE, do francês *ELimination Et Choix Traduisant la Réalité* (Tradução da Realidade por Eliminação e Escolha), é uma das principais e mais utilizadas séries de métodos da escola europeia de análise de decisão.

Algumas das versões do método são ELECTRE I até IV, ELECTRE IS e ELECTRE TRI. A Tabela 1 mostra algumas características desses métodos.

Tabela 1 – Versões do ELECTRE e algumas características

Versão do ELECTRE	Primeira Referência	Tipo de Critério	Uso de Pesos	Tipo de Problema
I	1968	Simples	Sim	Seleção
II	1973	Simples	Sim	Ordenação
III	1978	Pseudo	Sim	Ordenação
IV	1982	Pseudo	Não	Ordenação
IS	1985	Pseudo	Sim	Alocação
TRI	1992	Pseudo	Sim	Classificação

Serão discutidos apenas os aspectos básicos das versões ELECTRE I, II e III, sendo que essa última foi utilizada na elaboração do SAD-SEPTAGE.

Segundo Souza (2007), uma das principais inovações trazidas pelos métodos ELECTRE diz respeito às mudanças na forma de se considerarem as situações de preferência. Tradicionalmente, havia certa rigidez. As situações de comparação possíveis eram a preferência estrita e a indiferença. Com o advento do ELECTRE, foram incorporados diferentes níveis de preferência e a incomparabilidade, situações possíveis no mundo real. Também, as relações de preferências não são transitivas, ou seja, se a é preferido em relação a b , e b é preferível a c , não necessariamente a é preferível a c .

O ELECTRE I tem como idéia gerar um subconjunto de alternativas preferidas (não-dominadas), com um certo grau tolerável de rejeição em relação a alguns critérios. (Gershon *et al.*, 1982, apud Braga e Gobetti, 2002). Esse subconjunto é conhecido como *kernel* (cerne).

Para se determinar o *kernel*, deve-se primeiramente definir os pesos associados a cada critério. Esses pesos são estabelecidos pelos decisores e, com eles, calculam-se as equações 4.

$$\begin{aligned} W^+ &= \sum_{i \in I^+} \alpha_i \\ W^- &= \sum_{i \in I^-} \alpha_i \\ W &= \sum_{i \in I} \alpha_i \end{aligned} \quad \text{equações (4)}$$

Onde: α_i = Peso atribuído a um critério i
 W^+ = soma dos pesos dos critérios em que i é superior a j ;
 W^- = soma dos pesos dos critérios em que i é equivalente a j ;
 W = soma dos pesos dos critérios em que i é inferior a j .

O passo seguinte na execução do método é a introdução dos conceitos de concordância e discordância. A concordância entre duas alternativas i e j é a tendência do decisor em escolher a alternativa i em detrimento da j . O índice de concordância representa essa grandeza matematicamente (equação 5), e varia de 0 a 1. Segundo Braga e Gobetti (2002), é conveniente construir uma *matriz de concordância*, onde um elemento $C(i,j)$ está localizado na linha i e na coluna j . O índice de discordância representa o desconforto ou rejeição que o decisor tem em escolher uma alternativa i em lugar de uma j . É definido conforme a equação 6 e, de maneira semelhante ao índice de concordância, deve-se montar também uma *matriz de discordância*.

$$C(i, j) = \frac{W^+ + \frac{1}{2}W^-}{W^+ + W^- + W} \quad \text{equação (5)}$$

$$D(i, j) = \max_{k \in I^+} \frac{[z(j, k) - z(i, k)]}{R^*} \quad \text{equação (6)}$$

Onde: $Z(j, k)$ = avaliação de cada alternativa i e j para o critério k em uma escala pré-definida pelos decisores;
 R^* = maior valor da escala numérica adotada.

Por fim, podem-se definir os índices ou valores limites p e q , que variam entre 0 e 1. O valor p representa o índice de concordância mínima aceitável pelo decisor, e o q representa a discordância máxima permitida. Uma alternativa é preferida em relação a outra apenas se $C(i, j) \geq p$ e $D(i, j) \leq q$. Caso contrário, o método não permite compará-las. A partir disso, é possível se construir um gráfico de preferências relativas entre todas as alternativas, que auxiliará na definição do *kernel*. O *kernel* é encontrado levando em conta as seguintes afirmativas (Braga e Gobetti, 2002):

1. Nenhuma alternativa no *kernel* domina alternativa que também está no *kernel*.
2. Toda alternativa fora do *kernel* é dominada por pelo menos uma alternativa do *kernel*.

Com isso, encontram-se as alternativas preferidas para os limites específicos p e q . As alternativas fora do *kernel* são desconsideradas nas etapas seguintes do processo decisório.

O método ELECTRE II é uma extensão do I, e produz um ordenamento completo das alternativas. Para isso, executa-se o ELECTRE I com duas estruturas de preferência: uma forte e uma fraca. Na estrutura forte, usam-se valores exigentes para os limites de preferência, sendo um valor relativamente alto de p (mais próximo de 1) e um valor baixo de q (mais próximo de zero). Na preferência fraca, utilizam-se valores de p e q com certo nível de relaxamento. Então, realizam-se as chamadas classificações regressivas e progressivas, e o ordenamento entre as alternativas é feito a partir da média aritmética dessas duas classificações encontradas (Braga e Gobetti, 2002).

Segundo Braga e Gobetti (2002), a classificação progressiva pode ser realizada por processo iterativo. Ele se inicia selecionando os *kernels* nos gráficos de preferência forte e fraca, respectivamente chamados de C e A . Então, nessa primeira iteração $t=0$ selecionam-se as alternativas de C que também não são dominadas em A , e para cada uma delas atribui-se o valor $v'(x) = t + 1$ (número t da iteração mais 1). Então, essas alternativas selecionadas são retiradas da análise e repetem-se esses procedimentos novamente até não haver mais alternativas. Os valores de $v'(x)$ constituem a classificação progressiva de cada alternativa.

A classificação regressiva é feita revertendo-se as relações de preferência entre todos os elementos dos gráficos de preferência forte e fraca. Então, é obtida para cada elemento uma classificação igual à $v'(x)$ feita na classificação progressiva, porém aqui é chamada de $a(x)$. A classificação regressiva é realizada calculando os valores com a expressão $v''(x) = I + a_{\max} - a(x)$, sendo que a_{\max} é o valor máximo de $a(x)$. O ordenamento final das alternativas é feito pelo cálculo de um $m(x)$, que é a média aritmética dos v' e v'' de cada alternativa. A alternativa com menor valor de $m(x)$ é a preferida, e a ordem de prioridade entre todas elas é estabelecida de forma crescente com o $m(x)$.

O método ELECTRE III é um método multiobjetivo amplamente difundido e usado em situações de incerteza. É considerado um aperfeiçoamento das versões anteriores. Nele, além das noções de preferência p e de indiferença q , introduz-se o conceito de veto v . O veto representa a possibilidade de o decisor, por algum motivo, ignorar a comparação entre duas alternativas. Define-se $i_m(a)$ como o valor do critério m atribuído para a alternativa a , e $q(\cdot)$, $p(\cdot)$ e $v(\cdot)$ como, respectivamente, as funções de indiferença, preferência e veto. Sabendo que as alternativas são avaliadas duas a duas, há quatro situações possíveis: indiferença, preferência fraca, preferência forte e incomparabilidade. Matematicamente, essas situações são definidas conforme as inequações 7 para um critério decrescente (Cordeiro Netto *et al.*, 1993).

Indiferença:	$i_m(b) < i_m(a) + q(i_m(a))$	
Preferência fraca:	$i_m(a) + q(i_m(a)) < i_m(b) < i_m(a) + p(i_m(a))$	inequações (7)
Preferência forte:	$i_m(a) + p(i_m(a)) < i_m(b)$	
Incomparabilidade:	$i_m(a) + v(i_m(a)) < i_m(b)$	

No método ELECTRE III, também são calculados, para cada critério, índices de concordância entre as alternativas, conforme as equações 8. Segundo Cordeiro Netto *et al.* (1993), aqui esse índice indica o grau de confiança com que se afirma que a alternativa a é tão boa quanto a alternativa b . Então, é construída uma matriz de concordâncias para o critério m , semelhante ao que é feito para o ELECTRE I.

$$\begin{aligned} C_m(a,b) &= 0 & \text{se} & i_m(a) + p(i_m(a)) \geq i_m(b) \\ C_m(a,b) &= 1 & \text{se} & i_m(a) + q(i_m(a)) \leq i_m(b) \\ C_m(a,b) &\text{ é linear} & \text{se} & i_m(a) + q(i_m(a)) < i_m(b) < i_m(a) + p(i_m(a)) \end{aligned} \quad \text{equações (8)}$$

Também é criada nesse método uma *matriz de discordância*. Os índices de discordância, que compõem essa matriz, variam entre 0 e 1 e medem, para cada critério, o grau de desconfiança ou desconforto em se afirmar que uma alternativa a é tão boa quanto uma b . Os elementos dessa matriz são calculados conforme as equações 9.

$$\begin{aligned} D_m(a,b) &= 0 & \text{se} & i_m(a) + p(i_m(a)) \leq i_m(b) \\ D_m(a,b) &= 1 & \text{se} & i_m(a) + v(i_m(a)) \geq i_m(b) \\ D_m(a,b) &\text{ é linear} & \text{se} & i_m(a) + p(i_m(a)) < i_m(b) < i_m(a) + v(i_m(a)) \end{aligned} \quad \text{equações (9)}$$

No ELECTRE III há, adicionalmente, o cálculo de um índice de credibilidade, que permite a construção de uma *matriz de credibilidade*. Isso é feito utilizando os valores das matrizes de concordância e discordância para um determinado critério m . Segundo Cordeiro Netto *et al.* (1993), o índice de credibilidade mostra com que medida uma “alternativa a desclassifica a alternativa b ”, ou a verossimilhança com a qual o decisor escolhe a alternativa a em detrimento da b .

O primeiro passo na construção da matriz de credibilidade é o cálculo de uma *matriz de concordância global*, que calcula um índice geral da concordância entre duas alternativas levando em conta todos os critérios simultaneamente. Esse cálculo é feito conforme a equação 10.

$$C(a,b) = \sum_{m=1}^I C_m(a,b) \cdot w_m \quad \text{equação (10)}$$

Onde: w_m é o peso atribuído ao critério m , sendo que $\sum_{m=1}^I w_i = 1$.

O próximo passo é definir $L(a,b)$, que é o conjunto dos critérios em que o índice de discordância é maior que o de concordância global, ou seja, $D_m(a,b) \geq C(a,b)$. Se esse conjunto é vazio, o valor do índice de credibilidade é igual ao do índice concordância, $Cr(a,b) = C(a,b)$. Caso contrário, o índice de credibilidade é dado pela equação 11.

$$Cr(a,b) = C(a,b) \cdot \prod_{i \in L(a,b)} \frac{[1 - D_m(a,b)]}{[1 - C(a,b)]} \quad \text{equação (11)}$$

A partir do índice de credibilidade, o ordenamento das alternativas é realizado com apoio de um algoritmo de “destilação” apresentado por Skalka *et al.* (1992, *apud* Cordeiro Netto *et al.*, 1993).

MÉTODO AHP

O método AHP, do inglês *Analytic Hierarchy Process* ou Método Analítico Hierárquico, é um método multiobjetivo e multicritério apresentado por Saaty (1991). De acordo com Gomes *et al.* (2004), é talvez o método multiobjetivo e multicritério mais difundido e usado no mundo. É um método que se baseia na construção de hierarquias, no estabelecimento de prioridades entre alternativas e na consistência lógica.

O primeiro passo do método é o estabelecimento de uma hierarquia entre os objetivos, sub-objetivos e critério, de modo que possam ser visualizadas facilmente as relações hierárquicas existentes, de preferência na forma de um diagrama (Gomes *et al.*, 2004).

De acordo com Saaty (1991), o próximo passo é estabelecer a estrutura de julgamentos ou preferências relativa a um dado critério a_{ij} , considerando as alternativas duas a duas. Isso é feito comparando todas as alternativas i e j , conforme a escala mostrada na Tabela 2.

Tabela 2 - Escala de preferências no método AHP (Saaty, 1991, adaptada)

Intensidade de importância	Significado	Descrição
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência ou juízo favorece fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com o mais alto grau de segurança.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Segundo Saaty (1991), para os elementos a_{ji} dominados, o valor de preferência atribuído é o inverso, ou seja, $a_{ji} = 1 / a_{ij}$. Com esses valores, pode-se construir uma matriz onde cada elemento é o valor a_{ij} correspondente ao grau de preferência em se escolher uma alternativa i no lugar de uma j , como mostrado na equação 12. O decisor deverá realizar $n(n-1)/2$ comparações para cada critério, sendo que n é o número total de alternativas.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad \text{equação (12)}$$

Essa matriz pode ser normalizada de acordo com a equação 13,

$$\bar{v}_i(A_j) = a_{ij} / \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad \text{equação (13)}$$

Onde: $\bar{v}_i(A)$ = elemento a_{ij} normalizado.

A partir da matriz normalizada, o *vetor de prioridades* de uma determinada alternativa para o critério em avaliação pode ser determinado com a equação 14. Esse vetor expressa a preferência que uma alternativa tem frente a todas outras em um determinado critério. Quanto maior seu valor, melhor é considerada a alternativa, e a soma dos vetores de cada uma delas é igual a 1.

$$\bar{v}_k(A_i) = \sum_{j=1}^n \bar{v}_i(A_j) / n \quad \text{equação (14)}$$

Onde: n é o número de alternativas avaliadas.

O passo seguinte é o estabelecimento de uma estrutura de preferências entre os itens de cada nível hierárquico, de maneira semelhante ao que foi feito para as alternativas. Deve-se compará-los dois a dois levando em conta a opinião do decisor e também a escala da Tabela 2 e calcular então os vetores de prioridade entre critérios.

Após esses passos, o ordenamento das alternativas é feito utilizando a equação 15 para calcular o índice \bar{f} de todas alternativas. As alternativas com maior \bar{f} são consideradas melhores.

$$\bar{f}(A_j) = \sum_{i=1}^m \bar{w}_i(C_i) \cdot \bar{v}_i(A_j) \quad \text{equação (15)}$$

Onde: $A_j = j$ -ésima alternativa avaliada

$\bar{w}_i(C_i)$ = vetor de prioridades entre critérios

Segundo Gomes *et al.* (2004), após a aplicação do método AHP pode-se realizar um teste para se verificar a consistência da solução encontrada. Considerando n o número de alternativas comparadas e w o vetor de prioridade entre os critérios, λ_{\max} é definido como o autovetor da matriz de decisão A e é calculado conforme a equação 16.

$$\lambda_{\max} = \left(\frac{1}{n} \right) \sum \frac{v_i(A \times w)_i}{w_i} \quad \text{equação (16)}$$

O Índice de Consistência (IC) é então calculado com a equação 17 e, se o seu valor encontrado for menor que 0,1, a solução encontrada é consistente.

$$IC = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)} \quad \text{equação (17)}$$

DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE APOIO À GESTÃO DE LODOS DE FOSSAS SÉPTICAS

A base para o desenvolvimento do SAD-SEPTAGE foi a metodologia de apoio à gestão de lodos de fossas sépticas desenvolvida por Cordeiro (2012). Neste item é apresentada tal metodologia. Para facilitar a compreensão, elaborou-se o fluxograma da Figura 1 e seus processos foram divididos em “passos”, conforme enumeração e descrição a seguir².

Passo 1: Definição do problema local e dos objetivos do plano de gestão. Consiste em uma formalização das circunstâncias encontradas na localidade em estudo.

Passo 2: Primeira parte da atividade de coleta de dados. Aqui, busca-se ampla compreensão da situação local e das questões que a influenciam. É uma etapa essencial no levantamento de possíveis soluções para o problema vivenciado. Os dados que podem ser de relevância são classificados em: (1) sanitários; (2) geográficos; (3) socioeconômicos; (4) culturais; (5) políticos; (6) legais e (7) de infraestrutura urbana.

Passo 3: Continuação da coleta de dados. Neste passo são definidos os atores, que são pessoas ou grupos envolvidos direta ou indiretamente na escolha das alternativas de gestão ou no processo de decisão. Alguns podem ser previamente sugeridos, como: (1) a companhia local de saneamento ambiental; (2) a população; (3) as companhias de limpeza de fossas; (4) agências e órgãos (federais, estaduais e/ou municipais) com interesses em saneamento e na conservação do meio ambiente; (5) órgãos e secretarias de saúde e (6) grupos de empreendedores que utilizam o lodo de fossa como insumo, como por exemplo, para fins agrícolas, e que têm interesses em adquiri-lo.

² Maior detalhamento dos passos e exemplos podem ser obtidos em Cordeiro (2010).

Passo 4: Formulação das alternativas de gestão aplicáveis à localidade em estudo. Caso o número de alternativas disponíveis seja excessivamente grande, deve-se realizar uma triagem de alternativas inferiores. Algumas condições para eliminação imediata de alternativas podem ser as seguintes: (1) impedimentos legais; (2) custos proibitivos; (3) alta necessidade de área para sua implantação; (4) demanda de insumos (produtos químicos, e similares); (5) equipamentos que demandam peças ou componentes de difícil obtenção; (6) restrições culturais e (7) impedimentos físicos ou logísticos da localidade.

Passo 5: Definição dos critérios que serão usados para a comparação entre as alternativas.

Passos 6 e 7: Montagem da matriz de avaliação, cujos dados são usados para alimentar os métodos multiobjetivo e multicritério e realizar o ordenamento das alternativas utilizando esses métodos. A recomendação é que sejam utilizados mais do que um desses métodos disponíveis, preferencialmente no mínimo três deles, e que se faça um cotejamento dos resultados obtidos.

Passos 8 e 9: Consulta a especialistas e/ou atores, para tentar obter a confirmação da solução de compromisso para o caso local. Caso a solução se mostre satisfatória, prossegue-se para a elaboração do plano local de gestão dos lodos de fossa séptica. Caso contrário, prossegue-se para o Passo 10.

Passos 10, 11, 12 e 13: Retroalimentação no processo decisório. É necessária uma investigação do motivo da insatisfação dos especialistas e/ou atores. Deve-se verificar se há modificações a fazer no sistema de maneira que os resultados atinjam as expectativas estabelecidas inicialmente. Pode-se modificar, por exemplo, as tecnologias de tratamento de lodos utilizadas nas alternativas, os recursos financeiros a serem empregados na gestão e até mesmo a revisão de etapas anteriores da própria metodologia, caso tenha ocorrido alguma falha. Por exemplo, uma maior destinação de recursos financeiros que possibilite a execução de alternativas mais caras ou aquisição de maior área de terreno para implantação pode gerar uma mudança significativa na avaliação e satisfazer as expectativas dos atores ou especialistas. Se há modificações, elas são implementadas (Passo 11) e volta-se às etapas iniciais de descrição do sistema.

Se for constatado no Passo 10 que não há modificações a serem feitas, deve-se verificar se os atores estão dispostos a modificar suas preferências e/ou reavaliar suas exigências. Se a resposta for negativa, conclui-se que a conjuntura atual da localidade não é favorável às propostas de gestão fornecidas pela metodologia.

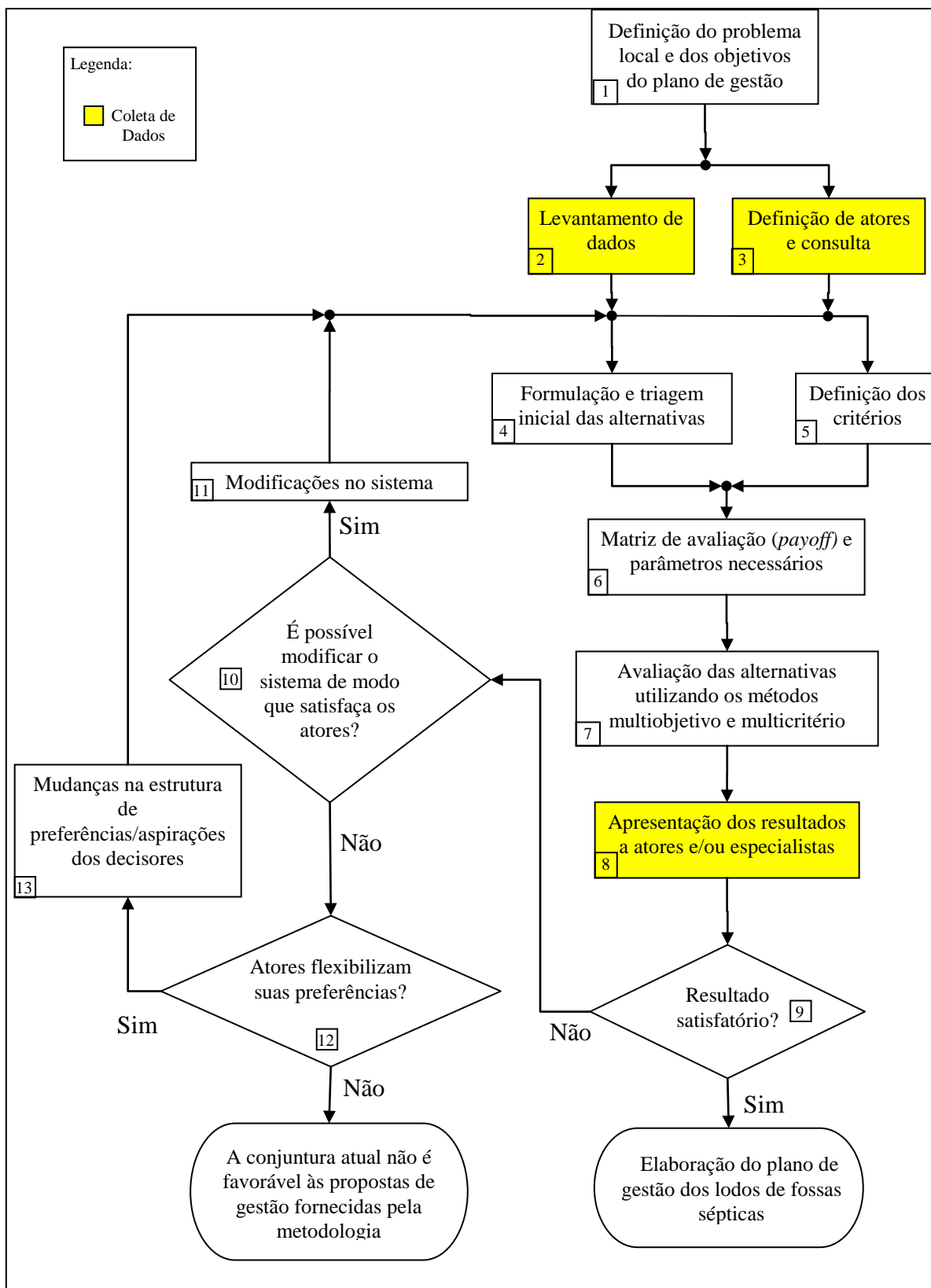


Figura 1. Fluxograma da metodologia de apoio (Cordeiro, 2010)

DESCRIÇÃO DOS DADOS E INFORMAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA

Na geração das alternativas de gestão de lodos de fossas sépticas, para viabilizar e facilitar a elaboração de um programa computacional, a composição dessas alternativas é feita a partir de quatro partes básicas. A primeira dessas partes é a forma de **coleta dos lodos**, a segunda é o **transporte**, a terceira é o **condicionamento/tratamento** e, finalmente, a quarta parte é a **destinação final/aproveitamento**³. Deve-se notar que, nesse esquema, o desaguamento de lodos é incluído como uma forma de condicionamento ou tratamento, e que as várias formas possíveis de aproveitamento do lodo estão consideradas em conjunto com as formas de destinação final. A seguir, é dado o exemplo de uma alternativa que envolve todas essas etapas: os lodos podem ser coletados por caminhões limpa-fossa (Parte 1), transportados pelos próprios caminhões até um poço de descarga, que o transporta em seguida até uma ETE (Parte 2). A ETE trata o resíduo (Parte 3) e o lodo final, posterior ao tratamento, é encaminhado para uso agrícola (Parte 4). A composição de uma alternativa é ilustrada na Figura 2.

Recomenda-se realizar a triagem das alternativas geradas pelo processo combinatório descrito, eliminando as que sejam nitidamente inviáveis. Mesmo assim, quando o número de alternativas restantes ainda é muito grande, é possível separar apenas as alternativas que se apresentem superiores para continuar a análise.

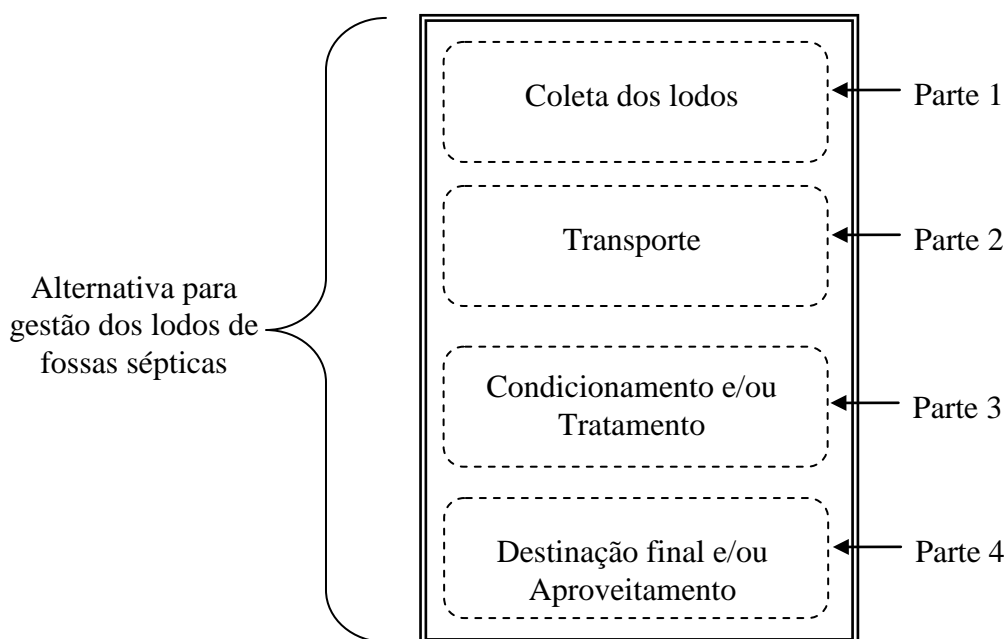


Figura 2. Composição de uma alternativa genérica (Cordeiro, 2010)

A definição dos critérios, no Passo 5 da metodologia, consiste na escolha de elementos que possam viabilizar a comparação entre alternativas. Esses critérios, ao serem aplicados à análise do problema, devem refletir o quanto cada alternativa satisfaz os objetivos do plano de gestão, estabelecidos anteriormente.

Para a metodologia apresentada, optou-se por levantar critérios de uma maneira genérica ou global, de possível aplicação em localidades variadas. A ideia é que se tenha uma listagem inicial e, caso as particularidades de um determinado local exijam, critérios podem ser acrescentados ou retirados. Os critérios gerais de avaliação escolhidos para a metodologia de apoio à gestão de lodos de fossas sépticas são apresentados na Tabela 3. Ao todo, foram selecionados 8 critérios.

³Cordeiro (2010) apresenta levantamento detalhado das opções para partes que compõem as alternativas de gestão do lodo de fossas sépticas.

Tabela 3. Síntese dos critérios para avaliação multiobjetivo e multicritério para gestão de lodos de fossas sépticas

Objetivos		Critérios
Econômicos - financeiros	1	Custo de implantação
	2	Custo de operação e manutenção
Ambientais	3	Impactos negativos na implantação
	4	Impactos sociais e ambientais negativos da operação
Sociais	5	Geração de renda / empregos
	6	Aceitabilidade
Técnicos	7	Complexidade da operação
	8	Confiabilidade

Os graus de importância entre os critérios, chamados de pesos intercritérios, devem ser informados, a partir de levantamento ou consulta aos atores definidos para cada estudo de caso. Entretanto, na metodologia proposta, caso essa informação local não seja possível, por algum motivo, sugere-se a utilização de critérios e respectivos pesos intercritérios obtidos em pesquisa realizada junto aos participantes do *I Workshop sobre Gestão de Lodos de Fossas Sépticas*, PROSAB 5, realizado em Brasília, DF, em 2008 (Cordeiro, 2010). É possível também gerar conjuntos de pesos intercritérios que contemplem alguns cenários desejados.

Para avaliação do desempenho de cada alternativa nos critérios escolhidos, optou-se pela construção de “planilhas de pontuação”, que segue o proposto por Brostel (2002) e Ribeiro (2003), que utilizaram uma escala de pontuação de 0 a 100. Também, pela dificuldade em se avaliar certos critérios, em muitos casos foi utilizada uma escala do tipo “alta – média – baixa”, traduzida em seguida para um valor numérico equivalente. Foi estabelecido que todos os critérios deveriam seguir o sentido de preferência crescente, para facilidade de visualização do desempenho e para correspondência entre eles. Isso significa afirmar que, quanto maior a pontuação, melhor o desempenho.

Outro detalhe importante é que algumas planilhas pontuadas apresentam tabelas de apoio como referência para a avaliação das alternativas, o que proporciona mais objetividade ao processo. Para situações não contempladas por essas tabelas, a avaliação pode ser feita diretamente na planilha pontuada de acordo com a experiência do analista. Deve-se lembrar que, caso o analista julgue necessário, pode ser atribuída uma pontuação intermediária entre os valores numéricos indicados.

Os dados descritos anteriormente (pesos intercritérios e desempenho de cada alternativa gerada em atender aos critérios) possibilitam iniciar a utilização dos métodos de análise multiobjetivo e multicritério para se chegar à hierarquização das alternativas estudadas. Conforme dito anteriormente, os métodos sugeridos por esta metodologia são TOPSIS, Programação de Compromisso, ELECTRE III e AHP adaptado.

A limitação de espaço na presente publicação impede a apresentação completa da metodologia proposta. Entretanto todos os detalhes dessa metodologia, as planilhas pontuadas, as tabelas de apoio e um exemplo de aplicação dessa metodologia podem ser encontrados em Cordeiro (2010).

DESCRIÇÃO DO SAD-SEPTAGE

A seguir são apresentadas as principais características do SAD-SEPTAGE, descritas por meio das telas mais representativas do software em diversos momentos de sua utilização. A Figura 3 mostra a tela principal do SAD. Sempre que o software é aberto, um projeto deve ser selecionado, criado ou mesmo importado, para que os demais menus sejam habilitados.

Na Figura 3 é possível visualizar um exemplo de problema carregado. A entrada de dados é no formato tradicional de uma matriz de consequências (a chamada *payoff matrix*), criada a partir do desempenho de uma série de alternativas (listadas na primeira coluna) em relação aos oito critérios de avaliação (demais colunas), considerando os objetivos apresentados na Tabela 3. Cada critério tem um valor acumulado de 0 a 100, que é inserido numa célula da matriz. Para utilização do SAD, é recomendado que o usuário tenha as alternativas previamente definidas, assim como os dados relativos a cada uma.

Podem-se ainda visualizar os pesos intercritérios na parte inferior da Figura 3, que representam o grau de importância que cada critério tem na decisão. No caso do exemplo, foi estabelecido que a soma desses pesos seja igual a 1. O SAD-SEPTAGE traz conjuntos de pesos padronizados para diversos tipos de cenários possíveis, conforme apresentado por Cordeiro (2010). No entanto, também é possível ao usuário alterá-los de forma a contemplar diferenças observadas no caso em estudo.

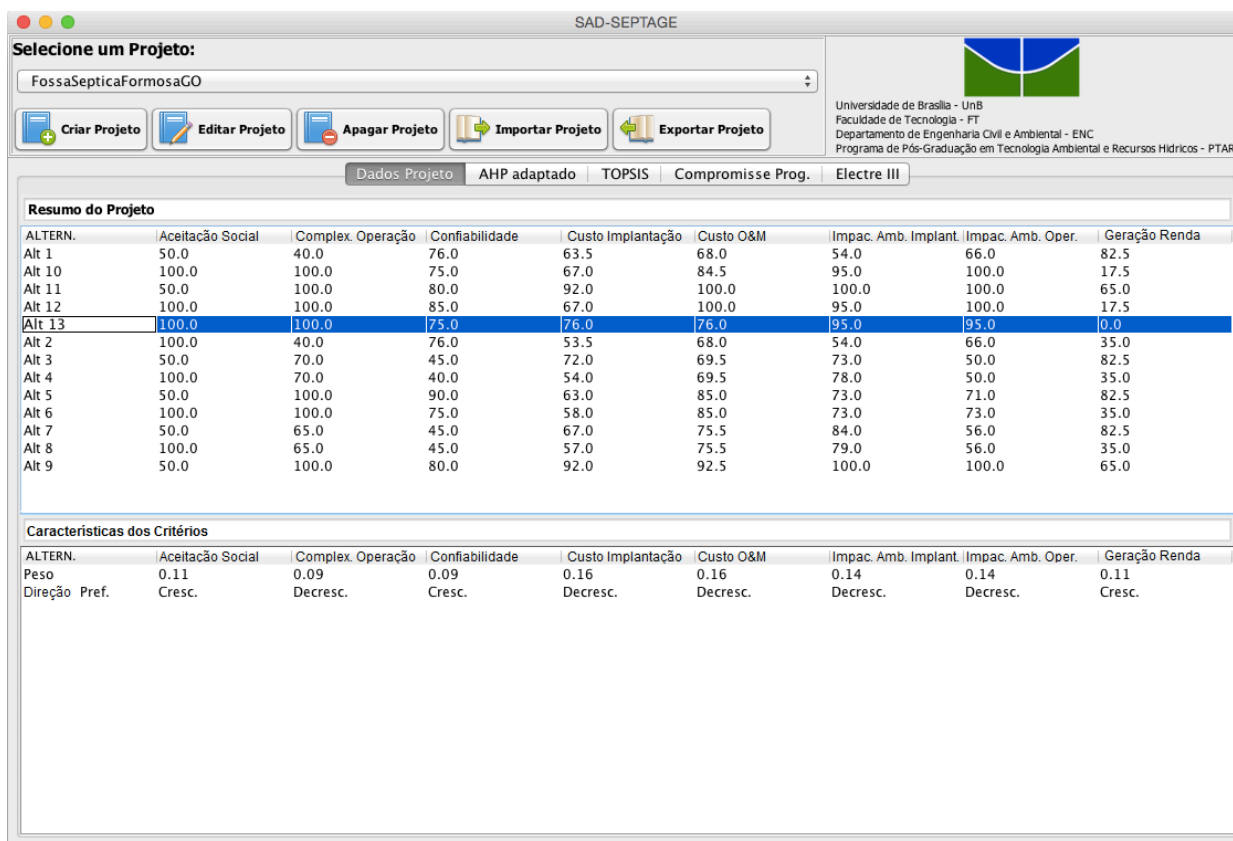


Figura 3 – Tela principal do SAD-SEPTAGE.

A inserção ou remoção de dados das alternativas é feita no menu “Editar Projeto”. Conforme a Figura 4, na janela que se abre, é possível visualizar os dados das alternativas e selecionar os que se deseja alterar. É nesse local que se alteram as funções de funções de indiferença, preferência e veto do ELECTRE.

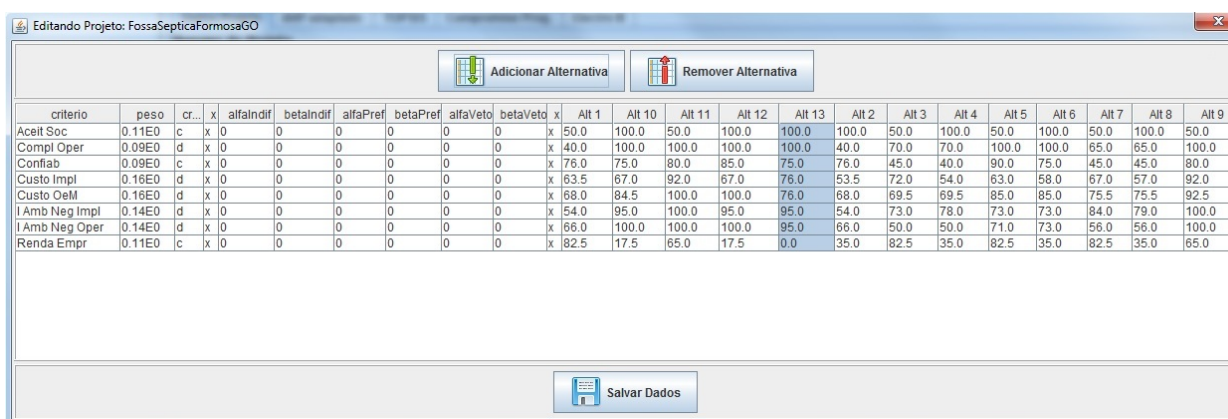


Figura 4 – Tela de edição de alternativas

Ao se criar uma nova alternativa, o programa automaticamente inicia uma série de perguntas com o objetivo de valorá-la em relação a cada critério. De acordo com a resposta dada, obtém-se uma pontuação que ajuda a

compor o desempenho da alternativa⁴. Para auxiliar o usuário, algumas perguntas possuem tabelas de apoio anexadas, de forma que as respostas possam ser bem fundamentadas, evitando-se uma simples intuição e valendo-se de informações presentes na literatura. A Figura 5 apresenta um exemplo de tela onde o usuário responde a uma das questões selecionadas.

Figura 5 – Exemplo de questão para valoração das alternativas

Com as respostas preenchidas para todos os critérios, uma alternativa é adicionada à matriz de consequências para ser analisada. Com pelo menos duas alternativas, pode-se iniciar o processamento e compará-las. Os cálculos para identificação da melhor alternativa podem ser realizados apenas com um clique no botão específico de cálculo relativo ao método de análise multiobjetivo e multicritério desejado. Em seguida, o usuário poderá adicionar novas alternativas e iniciar outra análise, alterando parâmetros para o uso do SAD em diversas situações.

As respostas nas telas de saída de cada método de análise acionado são específicas, pois cada um deles utiliza princípios e mede a qualidade das alternativas por formas e coeficientes diferentes. Entretanto, o SAD-SEPTAGE fornece como dado de saída, em todos os métodos, o ordenamento das alternativas e um gráfico de barras comparativo das performances entre todas as alternativas. A Figura 6 mostra um exemplo de resultado de desempenho de alternativas para o Método *Compromise Programming*. No menu de cada método multiobjetivo também é possível visualizar outras informações inerentes à aplicação do método, como apresentado nas Figuras 7, 8 e 9.

Cada método de análise multiobjetivo e multicritério disponível no SAD-SEPTAGE tem uma descrição de funcionamento contida no manual. Muitos deles exigem a especificação de uma série de parâmetros próprios de cada método, que devem ser fornecidos pelo usuário. Contudo, em alguns métodos, os valores desses parâmetros já foram fixados e são indicados na tela correspondente.

⁴A metodologia completa de pontuação utilizada para valorar alternativas pode ser obtida em Cordeiro (2010).

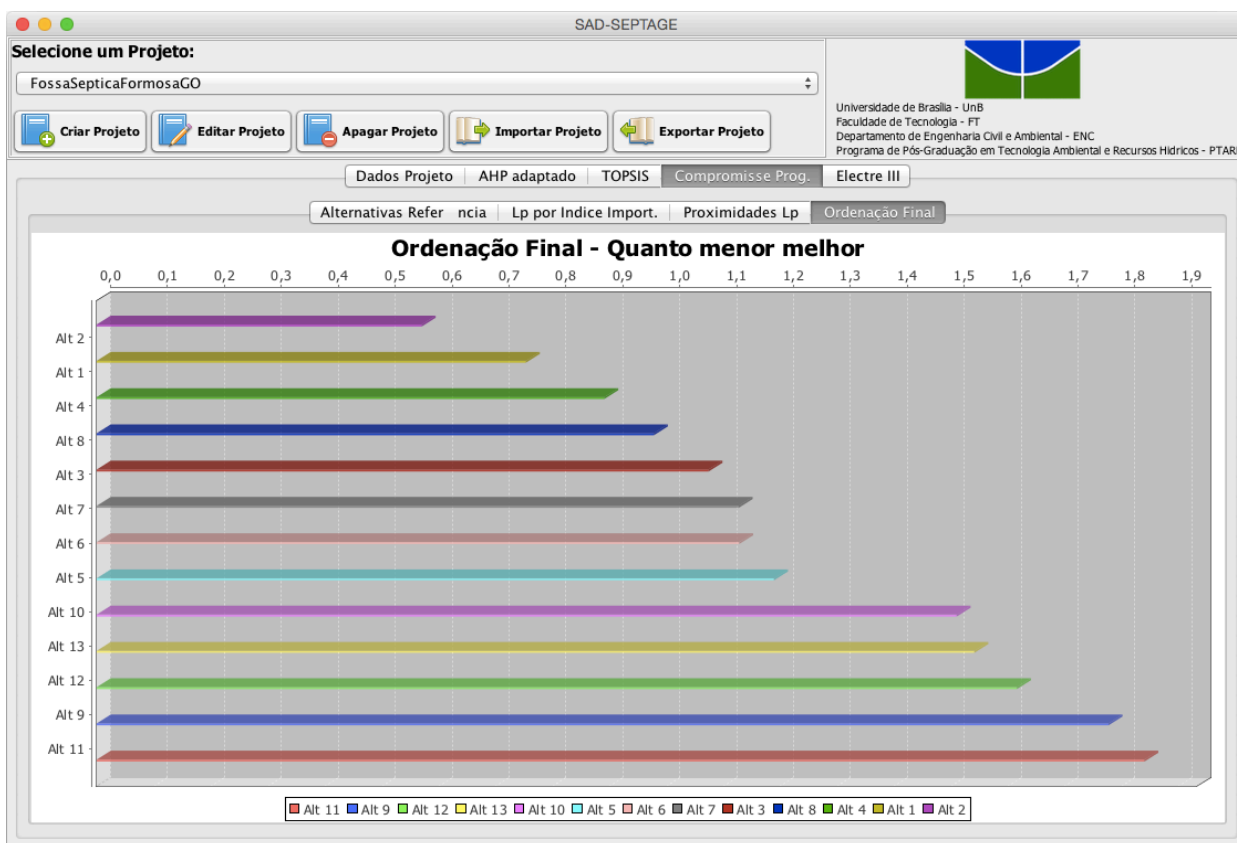


Figura 6 – Exemplo de Gráfico com desempenho de alternativas para o Método *Compromise Programming*

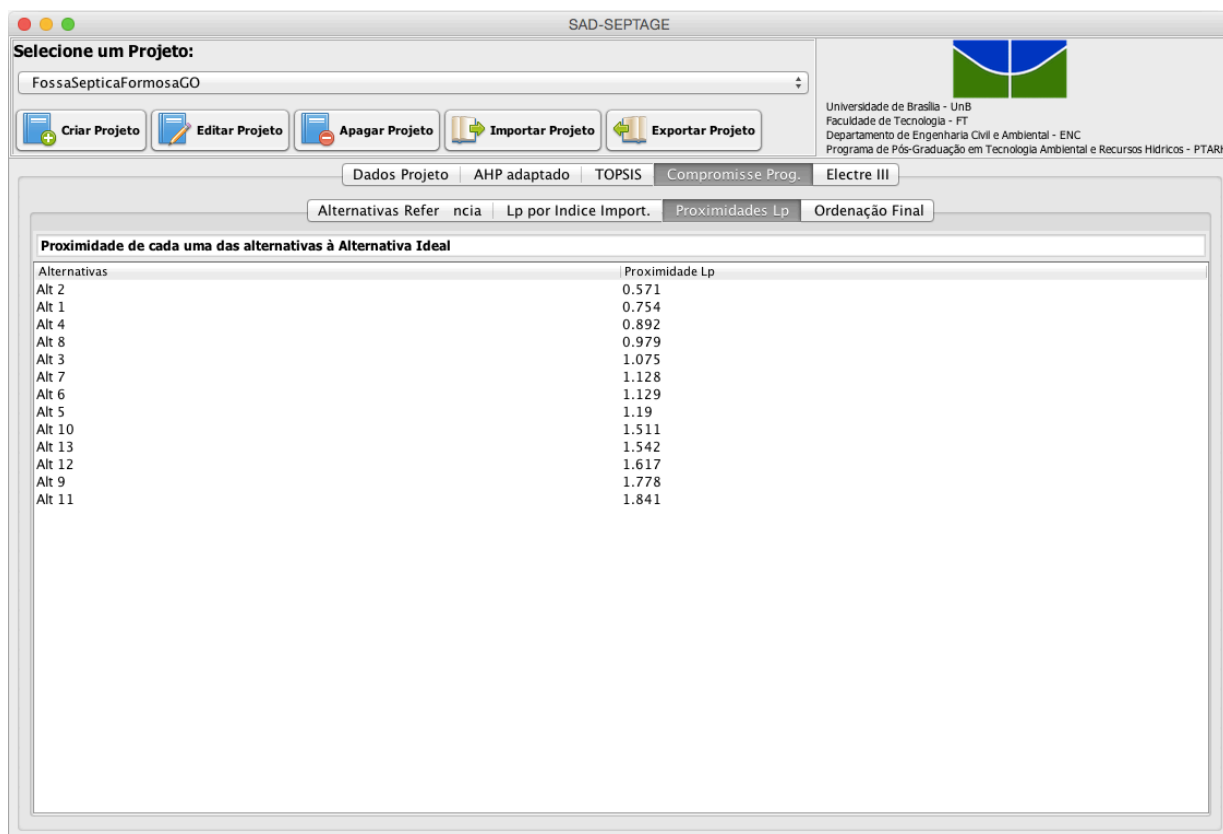


Figura 7 – Exemplo de aplicação para o Método *Compromise Programming*

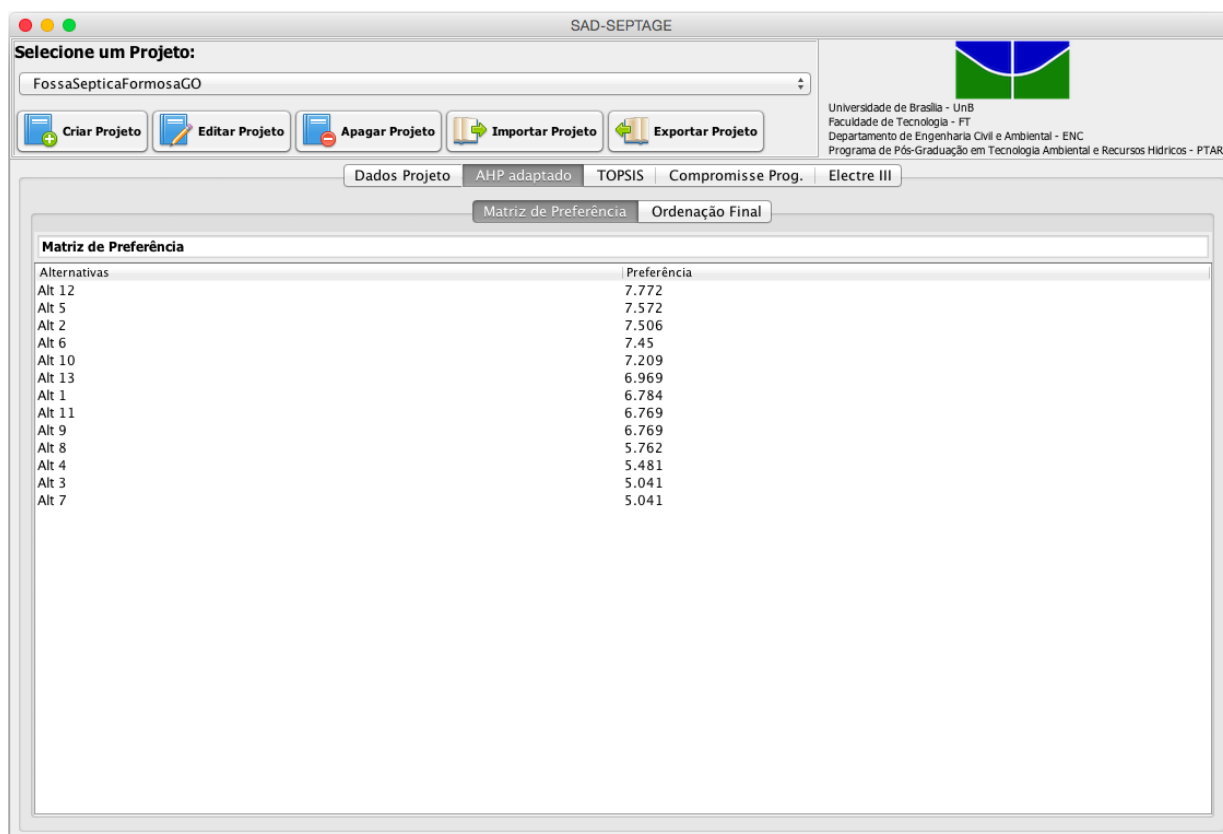


Figura 8 – Exemplo de aplicação para o Método AHP

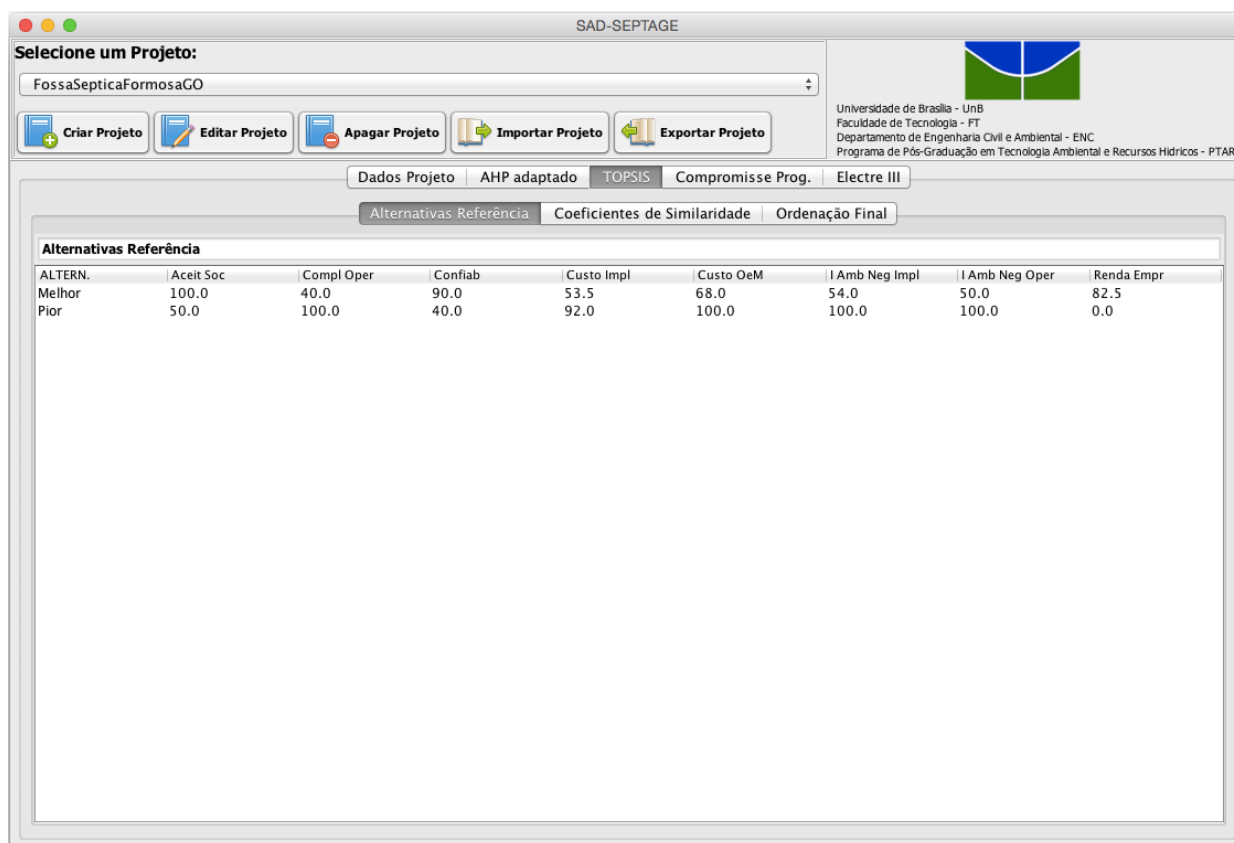


Figura 9 – Exemplo de aplicação para o método TOPSIS

Para a análise de sua funcionalidade, o software foi aplicado a estudos de caso descritos na literatura, em especial ao desenvolvido por Cordeiro (2010) na cidade de Formosa, Goiás. Foram utilizados os mesmos dados dos estudos selecionados, e os resultados obtidos com o programa foram semelhantes aos originais. Isso indica que o SAD atuou da forma esperada e mostra o potencial para novas aplicações.

CONCLUSÃO

O intuito principal desta pesquisa foi o desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) capaz de auxiliar o planejamento de ações ligadas à gestão dos lodos de fossas sépticas em municípios brasileiros. O software apresenta formulação matemática baseada em Métodos Multiobjetivo e Multicritério, o que contribui para enfrentar a complexidade inerente a problemas dessa área de saneamento.

O software desenvolvido mostrou-se estável e eficiente, com relativa simplicidade operacional. Os resultados obtidos com a aplicação em estudo de caso mostraram-se coerentes com os estudos originais. Isso constitui um aspecto promissor, com potencial para ser disseminado para a comunidade de profissionais da área.

Esse programa está disponível na homepage do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da Universidade de Brasília - UnB (<http://www.ptarh.unb.br>). Acompanham o SAD-SEPTAGE telas de ajuda para o usuário e um manual, de forma que toda a sua estrutura e descrição estão disponibilizadas no próprio sítio onde se encontra o programa.

AGRADECIMENTOS

A presente pesquisa teve o apoio financeiro da FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos, por meio da Chamada Pública MCT / MCIDADES / FINEP / Ação Transversal em Saneamento Ambiental e Habitação - 7/2009 (Rede Cooperativa de Pesquisa sobre Tratamento do Lodo de Fossas Sépticas).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAGA, B. e GOBETTI, L. Análise Multiobjetivo, In: PORTO, R.L. (Org.) Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos, Editora da UFGRS/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2 ed., Porto Alegre, 361-420, 2002.
2. BROSTEL, R.C. Formulação de Modelo de Avaliação de Desempenho Global de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETEs), Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 281p, 2002.
3. CORDEIRO, B.S. A gestão de lodos de fossas sépticas: uma abordagem por meio da análise multiobjetivo e multicritério. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade de Brasília, 149p, 2010. (Disponível em <http://www.ptarh.unb.br>).
4. CORDEIRO NETTO, O.M., PARENT, E. e DUCKSTEIN, L. Métodos Multicritério Aplicados ao Planejamento de Recursos Hídricos: o Caso da Escolha de um Sítio de Barragem de Regularização no Sudoeste da França - Parte 1 - Discussão Teórica. In: Anais do X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Gramado, v. 1, 327-336, 1993.
5. GOICOECHEA, A., HANSEN, D.R., DUCKSTEIN, L. Multiobjective Decision Analysis with Engineering and Business Applications, John Wiley & Sons, Nova Iorque, Estados Unidos, 519p, 1982.
6. GOMES, L.F.A.M., ARAYA, M.C.G. e CARIGNANO, C. Tomada de Decisões em Cenários Complexos: Introdução aos Métodos Discretos do Apoio Multicritério à Decisão, Pioneira Thomson Learning, São Paulo, 168p, 2004.
7. PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 219p, 2008.
8. RIBEIRO, H.K.S.S. Avaliação de Desempenho Ambiental em Estações de Tratamento de Água. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 144p, 2003.
9. SAATY, T.L. Método de Análise Hierárquica, McGraw Hill - Makron Books, São Paulo, 367p, 1991.
10. STRAUSS, M. e MONTANGERO, A. Faecal Sludge Management – Review of Practices, Problems and Initiatives. Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology, Department for Water and Sanitation in Developing Countries, 2004.
Disponível em <<http://www.eawag.ch/organisation/abteilungen/sandec>>. Acesso em: 28 fevereiro 2008.
11. SOUZA, M.A.A. Notas de Aula da Disciplina Análise de Sistemas Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade de Brasília, 2007.
12. VERGARA, F.E., MOL, J.M.D., SOUZA, M.A.A. e CORDEIRO NETTO, O.M. Aplicabilidade do Método de Análise Multiobjetivo TOPSIS à Gestão dos Recursos Hídricos In: Anais do III Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste, v. 1, Goiânia, 1-13, 2004.