

UTILIZAÇÃO DE UMA METODOLOGIA MULTICRITÉRIO NA GESTÃO AMBIENTAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS

Othon Fialho de Oliveira¹; Carlos André Bulhões Mendes² & Francisco Carlos Bragança de Souza²

RESUMO - As atividades de gestão ambiental nem sempre conduzem a resultados satisfatórios. Uma das possíveis falhas pode estar ocorrendo na etapa de estruturação do problema, quando os objetivos e meios são estabelecidos. Para que estes elementos sejam representativos do contexto decisório, eles devem estar de acordo com os valores dos decisores. Uma vez estruturado o problema, estudam-se as possíveis alternativas através de modelos de simulação. Este trabalho apresenta uma síntese de alguns resultados obtidos aplicando-se a metodologia dos “Mapas Cognitivos” na construção de um modelo de simulação dinâmica visando apoiar o processo decisório do Programa Pró-Dilúvio em Porto Alegre (RS), o qual promove ações de revitalização da Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio. O modelo construído foi apresentado aos decisores, os quais avaliaram sua utilidade e representatividade. Os resultados indicam que tais modelos podem ser bastante úteis, a partir do momento em que são aceitos como uma ferramenta de suporte à decisão.

ABSTRACT - The environmental management practices have often led to unsatisfactory results. One possible fault could be happening at the structuring phase, when the basic evaluation elements such as the main objectives and the means to reach them are defined. To be representative for problem modeling, these factors must be according to the decision context to which they belong and to the decision makers' subjective values. Done with the structuring phase, the potential alternatives are studied through simulation models. This work presents some results obtained with the application of one structuring technique called “Cognitive Maps” to build a dynamic simulation model. The model was used to support the decision process at the Pró-Dilúvio Program which promotes actions to revitalize the Dilúvio Creek Basin. It was observed that these models can be very useful when they are accepted as a decision-supporting tool.

Palavras-chave: gestão de bacias urbanas, mapas cognitivos; modelos de simulação dinâmica.

¹ Engenheiro Civil, MSc Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental; (81) 9198-1693; othonfialho@yahoo.com.br

² Professor do IPH/UFRGS; Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91.501-970, Cx Postal 15029, Porto Alegre (RS); (51) 3316-6743; e-mail: mendes@iph.ufrgs.br, braganca@iph.ufrgs.br.

INTRODUÇÃO

Os processos decisórios em empresas estão sempre sendo aperfeiçoados para alcançar melhores resultados em suas diversas atividades. Nesta busca, muitas empresas investem em tecnologia e pesquisa. Com o desenvolvimento das ciências gerenciais, em particular devido à disseminação dos cursos de administração de empresas e de engenharia de produção, muitas técnicas empregadas no meio acadêmico estão integrando também o cotidiano dessas empresas.

Em função das atividades relacionadas à gestão ambiental possuírem um caráter de necessidade pública, observa-se uma tendência de democratização das decisões e uma busca para que as instituições de ensino e as entidades civis participem dos órgãos colegiados que deliberam sobre as questões ambientais, como se observa nos Conselhos de Meio Ambiente ou de Recursos Hídricos em suas diferentes escalas: federal, nacional ou municipal.

Este cenário propicia a aproximação das atividades desenvolvidas no meio acadêmico das instituições públicas, o que aumenta a possibilidade de agregar novas metodologias e técnicas às práticas correntes dessas instituições.

Em Porto Alegre (RS), a prática do licenciamento ambiental municipal vem permitindo, através dos recursos financeiros arrecadados, que o município organize seu espaço urbano e promova a gestão de suas pequenas bacias hidrográficas urbanas.

A Bacia do Arroio Dilúvio é a principal bacia urbana do município, possui uma população de mais de 500 mil pessoas e já foi alvo de diversas pesquisas nos centros acadêmicos, em especial na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Ao longo dos últimos anos, esta bacia vem recebendo investimentos para melhoria do quadro de poluição.

Este trabalho é mais um esforço para tentar melhorar a questão da gestão ambiental. O objeto de estudo é o Programa Pró-Dilúvio, o qual foi lançado pela Prefeitura de Porto Alegre visando revitalizar a bacia através da participação de vários órgãos municipais. O enfoque dado diz respeito à estruturação dos problemas ambientais, da forma como os problemas são observados e entendidos pelos decisores até a formulação das alternativas.

Para facilitar esta etapa de estruturação é proposta a utilização da técnica dos “Mapas Cognitivos”. Em seguida, a partir do estudo dos elementos componentes do mapa, constrói-se um modelo de simulação dinâmica para apoiar na negociação das alternativas de gestão pelo grupo de decisores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

Com uma área total de aproximadamente 77,9 km² distribuídas entre os municípios de Viamão e Porto Alegre (Figura 1), a Bacia do Arroio Dilúvio possui uma população estimada em 523 mil habitantes (ano referência: 2006).

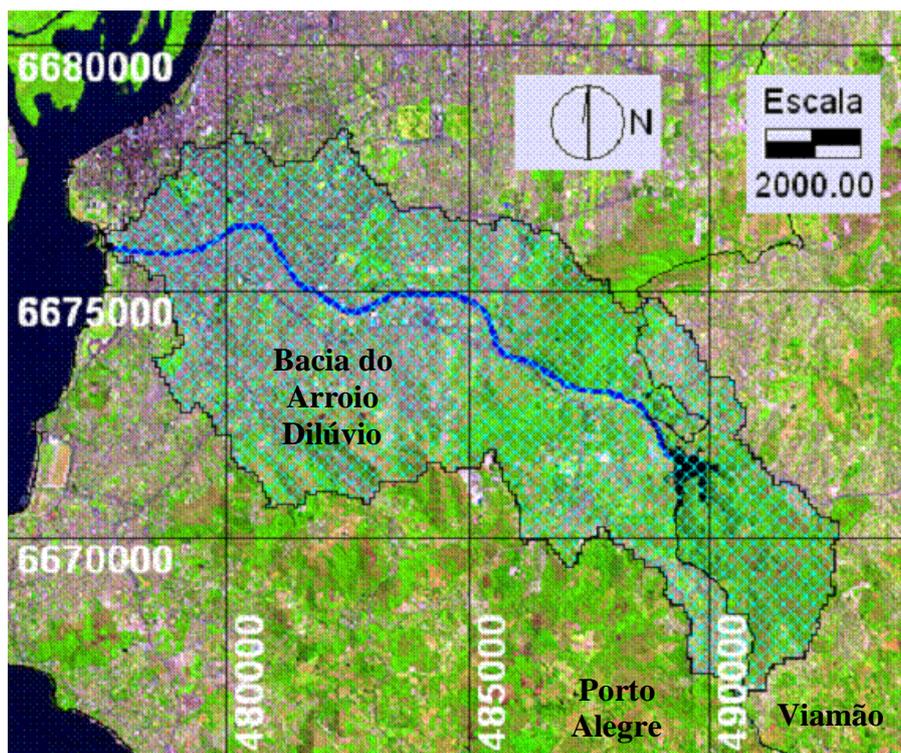


Figura 1. Localização da Bacia do Arroio Dilúvio (UTM-22S).

Acompanhando o Arroio Dilúvio durante cerca de 12 km está a Avenida Ipiranga, a qual serve como eixo de integração subúrbio-centro das atividades socioeconômicas.

Localizada à montante da bacia, a Represa da Lomba do Sabão é responsável por cerca de 3,6% da água bruta destinada aos consumidores de Porto Alegre.

Apesar da importância do Dilúvio, a população que convive ou circula na área sofre constantemente com a poluição, o mau aspecto das águas e os odores desagradáveis.

Para solucionar o problema da poluição na Bacia, a Prefeitura de Porto Alegre lançou, em 2005, o Programa Pró-Dilúvio. O programa conta com a participação de diversos órgãos municipais e atua em diversas frentes, promovendo ações de educação ambiental, de fiscalização das fontes poluidoras, de assistência aos moradores de rua, de ampliação e manutenção das redes de esgoto e pluvial, entre outras.

Processo Decisório

Os processos decisórios são compostos por duas grandes fases: a estruturação e a avaliação. A fase de estruturação de problemas corresponde à primeira etapa do processo decisório e compreende desde a percepção do contexto decisório pelos decisores até a definição dos objetivos e alternativas. A fase posterior à estruturação é a avaliação propriamente dita, quando as alternativas são ordenadas de acordo com os critérios estabelecidos na estruturação.

Na maioria dos projetos em engenharia se costuma considerar apenas o critério econômico no processo de decisão, assim, as alternativas são analisadas tecnicamente, ordenadas e a que apresenta menor custo é a escolhida. Nos problemas relacionados à gestão ambiental ou dos recursos hídricos, o processo de tomada de decisão não pode e nem deve ser encarado por este tipo de abordagem.

O bem-estar das pessoas e o equilíbrio da natureza também são importantes fatores difíceis de difíceis quantificação. Além disso, existe o fator político que pode impulsionar ou não a implementação das ações. Em geral, é impraticável a avaliação destes fatores conjuntamente, pois seria necessário adotar uma escala comum de avaliação. Dessa forma, esbarraríamos numa questão básica: como medir o bem-estar das pessoas e o benefício que a sociedade teria em ter um meio ambiente equilibrado?

As respostas destas questões podem variar bastante de pessoa a pessoa devido ao caráter predominantemente subjetivo deste tipo de avaliação. Tanto os técnicos quanto os decisores ou mesmo a sociedade em geral possuem diferentes experiências e valores, o que torna árdua a difícil tarefa de obtenção de uma solução de consenso.

Uma forma de assimilar estes elementos na estruturação do problema é através do conhecimento do contexto decisório, o qual envolve o diagnóstico do meio onde a decisão é feita e a coleta das opiniões dos decisores. Estes dois elementos juntos é que irão compor o modelo de suporte à decisão. Talvez o grande dilema neste modelo seja como serão identificados os valores subjetivos dos decisores. Esta identificação pode ser feita através de entrevistas, mas o problema é que nem sempre a sistematização dos questionários consegue explorar estes aspectos subjetivos. Para superar isto é proposta a utilização da metodologia dos “Mapas Cognitivos”.

Mapas Cognitivos

Segundo Eden et al. (1979, 1983) apud Rieg e Araújo Filho (2003), o mapeamento cognitivo de Colen Eden fundamenta-se na Teoria de Constructos Pessoais de Kelly (1955), da área da psicologia, a qual tem por pressuposto, três afirmações-chave:

- 1) O homem está sempre buscando explicar seu mundo, isto é, porque ele está como está, o que o tornou assim, etc;
- 2) O homem estabelece o sentido de seu mundo por meio de contrastes e similaridades, isto é, para o homem, o significado de algo deriva do relativismo;
- 3) Ao buscar compreender o significado de seu mundo, o homem organiza seu sistema de constructos (conceitos, idéias, informações).

Na tentativa de entender este mundo é que são feitos os Mapas Cognitivos, que nada mais são que representações gráficas, seguindo uma lógica orientada às relações de causa e efeito, do conhecimento que determinado indivíduo possui sobre um contexto. Além dos Mapas Cognitivos de relações causais, existem outras formas menos utilizadas de mapeamento cognitivo tais como os Mapas Cognitivos de Identidade e de Categorização (Fiol e Huff, 1992, apud Bastos, 2002).

Construção dos Mapas

Em primeiro lugar, é necessário definir um rótulo para o problema junto aos decisores, da maneira que eles acham mais conveniente e procurando não intervir. Em seguida, estimula-se o decisor a expor livremente seus valores, objetivos, ações, etc, que constituirão os Elementos Primários de Avaliação (EPAs). Este processo é chamado de “brainstorming” (tempestade cerebral) e segundo Camacho e Paulus (1995) apud Ensslin et al. (1998), deve-se encorajar que todos os EPAs sejam expressos, pois se deseja quantidade, devendo-se evitar fazer críticas às idéias.

A partir de cada EPA, constrói-se um conceito, que se caracteriza por uma ação e seu pólo oposto psicológico. A partir de um conceito, pode-se construir uma hierarquização de conceitos. Para fazê-lo, pode-se seguir duas orientações: a primeira, perguntando-se ao decisor quais os meios para atingi-lo; e a segunda, perguntado-se ao decisor a quais fins ele se destina. Na representação gráfica, os pólos de um conceito são normalmente separados por “...”, os quais podem ser lidos como “em vez de”, e as ligações de influência são simbolizadas através de flechas.

É recomendado que para cada decisor seja construído um mapa. Ao final das entrevistas, os mapas individuais construídos são agregados em um único, que representará o

problema em questão. Deve-se evitar construir o mapa em grupo para evitar o “pensamento de grupo”, que é quando os pensamentos de alguns membros prevalecem aos dos demais. Segundo Montibeller Neto (1996), este pensamento de grupo conduz a autocensura e a uma ilusão de unanimidade.

Elementos do Mapa Cognitivo

Os conceitos do mapa que não saem flechas são chamados de conceitos *head* e indicam objetivos/fins/resultados/valores mais estratégicos dos decisores. Os que não entram flechas são chamados de conceitos *tail* e revelam os meios/ações/alternativas/opções para se atingirem os objetivos. Muitos conceitos head indicam muitos objetivos a serem atendidos e muitos conceitos tail indicam muitas formas de se atingi-los.

Em mapas complexos, com muitos conceitos, a identificação de “clusters” auxilia no entendimento do mapa numa visão macroscópica. Os clusters são caracterizados por grupos de conceitos que se relacionam mais fortemente entre si do que com outros grupos de conceitos. Estes clusters delimitam as áreas de interesse do problema.

Numa análise avançada de um mapa cognitivo, identificam-se as linhas de argumentação e os ramos. Uma linha começa por um conceito tail e termina num conceito head. A partir dessas linhas de argumentação, identificam-se os ramos, os quais contêm uma ou mais linhas de argumentação que demonstrem uma mesma preocupação. São nestes ramos que são definidos quais os candidatos a pontos de vista que serão considerados no modelo.

As ações potenciais no contexto decisório serão julgadas de acordo com os pontos de vista dos decisores. Os pontos de vista ligam os objetivos e características da alternativa, representando todo aspecto de decisão real percebido como importante para a construção de um modelo de avaliação de ações existentes ou a serem criadas. Os pontos de vista podem ser elementares (PVE) ou fundamentais (PVF). Cada PVF representa um objetivo-fim que será alcançado através dos objetivos-meios (PVE). A utilização do termo ponto de vista ao invés de critério é devido ao reconhecimento do caráter subjetivo dos mesmos.

Os PVFs podem ser identificados nos ramos dos mapas cognitivos, pois são aqueles conceitos-chave que expressam idéias relativas aos objetivos estratégicos ou às ações potenciais.

Depois de definido o conjunto de pontos de vista fundamentais (PVFs), a próxima etapa é a de se criar um mecanismo para medir o desempenho de uma ação sob estes PVFs. Para esta função são definidos os descritores, os quais representam numa escala arbitrária os

diferentes níveis de desempenho. Pelas metodologias multicritério de suporte à decisão, os níveis de desempenho recebem o nome de níveis de impacto.

Maiores detalhes sobre os Mapas Cognitivos, os PVFs, descritores ou demais elementos podem ser obtidos Ensslin et al. (1998) e em Montibeller Neto (1996).

Indicadores

A discussão se o desenvolvimento da sociedade é sustentável do ponto de vista econômico, ambiental e social fez com que muitos países avançassem nas políticas de prevenção. Com isso, aumentou também o interesse em avaliar o nível de eficiência na implementação das políticas e se estas estão satisfazendo os objetivos estabelecidos. Esses interesses têm motivado o desenvolvimento de indicadores como uma ferramenta de suporte à decisão e de avaliação do desempenho das políticas (OECD, 2001).

Para auxiliar na escolha dos indicadores, a OECD (2003) definiu alguns critérios a serem considerados, entre os quais se destacam: relevância e utilidade para os usuários; profundidade analítica; e, mensurabilidade.

A partir dos anos 90, a OECD iniciou a elaboração de modelos para descrever as relações existentes entre o meio ambiente, o homem e suas atividades. Estas relações são representadas por indicadores que são dispostos em três grandes grupos: Pressão; Situação; e, Resposta. A adoção do modelo PSR (Pressão-Situação-Resposta) facilita a identificação de indicadores para representar o contexto decisório e pode ser representado conforme Figura 2.



Figura 2. Representação típica do modelo PSR (Fonte: FAO, 2006).

Os indicadores associados à Pressão se referem normalmente às atividades humanas (indústria, agricultura, etc), enquanto que os indicadores de Situação refletem as condições ambientais (atmosfera, água, solo, recursos naturais, saúde humana, bem-estar, etc) e os indicadores de Resposta se relacionam aos instrumentos usados para gerenciar o meio ambiente, tais como taxas sobre a utilização do recurso natural.

Os Indicadores também podem ser agrupados na forma de índices. Como exemplo, pode-se citar o índice de desenvolvimento humano (IDH), que é bastante usado para avaliar as políticas sociais, ou o Produto Interno Bruto, que é utilizado para avaliar a riqueza de um país.

Além disso, decisores e técnicos trabalham com informações em diferentes escalas. Enquanto os primeiros devem trabalhar com informações reduzidas para poder definir claramente o rumo das ações, os segundos necessitam de informações bem precisas para poder elaborar projetos. A Figura 3 apresenta a relação entre as diversas formas de apresentar uma informação e a quantidade de informação associada. À medida que se aumenta o grau de síntese, integrando-se os dados, diminui-se a quantidade total de informação.

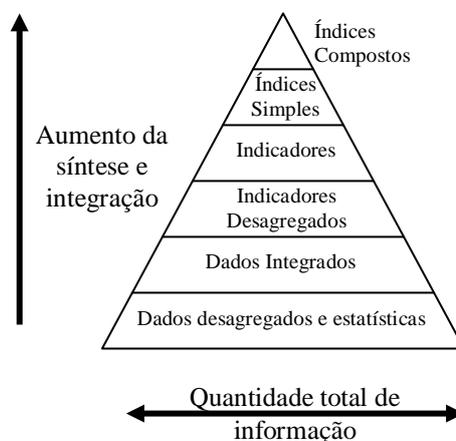


Figura 3. Formas de apresentar a informação. (Fonte: Australia Department of the Environment, Sport and Territories, 1994, apud Pintér et al., 2000)

Finalmente, é interessante observar a diferença básica entre Pontos de Vista (PVs) e Indicadores. Enquanto os primeiros funcionam como critérios de avaliação do problema, os segundos refletem a preocupação em aferir o estado que um determinado sistema se encontra. Tendo em mente a distinção dos conceitos, o casamento de Pontos de Vista e Indicadores torna-se muito natural, na medida que se agrega ao PV a função de ser um elemento descritivo do contexto onde está inserido.

Modelo de Simulação Dinâmica

Um modelo é uma representação de um determinado sistema. Segundo Tucci (2005), um sistema é qualquer estrutura, esquema ou procedimento, real ou abstrato, que num dado tempo de referência interrelaciona-se com uma entrada, causa ou estímulo de energia ou informação, e uma saída, efeito ou resposta de energia ou informação. Assim, a simulação do modelo normalmente é feita com o intuito de reproduzir o comportamento do sistema quando submetidos a diferentes condições de entrada.

Os modelos de simulação dinâmica são da área da Dinâmica de Sistemas que teve início no final da década de 50 através dos estudos de Jay Forrester sobre processos industriais no MIT (Massachusetts Institute of Technology) e é uma área que se dedica a analisar as diferentes relações existentes entre os vários objetos num determinado meio. Diferente da maioria das ciências que se dedicam a caracterizar apenas parte dos sistemas, a dinâmica de sistemas se propõe a analisar as coisas como um todo.

Além disso, os modelos de simulação dinâmica diferem dos modelos tradicionais por permitirem uma maior interação do usuário. Enquanto os modelos tradicionais normalmente são usados apenas pelos técnicos que já possuem um conhecimento específico aprofundado, os modelos de simulação dinâmica apresentam uma representação simplificada que permite usuários menos experientes manuseá-los.

As variáveis do modelo se distinguem apenas em três grupos: estoque (“level”), que representa um acúmulo; taxa (“rate”), que representa a taxa de fluxo que altera o estoque; e, auxiliares. A Figura 4 ilustra um caso bem elementar do saldo de uma conta poupança, onde o saldo é a variável de estoque, as diferenças entre os saques e os depósitos representam a taxa de acúmulo e a variável auxiliar é a taxa de rendimento que incide sobre o saldo.

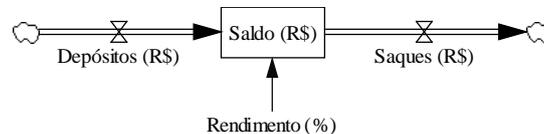


Figura 4. Exemplo ilustrando uma estrutura bastante usada nos modelos de simulação dinâmica.

RESULTADOS

Foram realizadas duas entrevistas com técnicos que pertenciam ao grupo do Programa Pró-Dilúvio utilizando a técnica dos Mapas Cognitivos. O Mapa Cognitivo Agregado é apresentado na Figura 5.

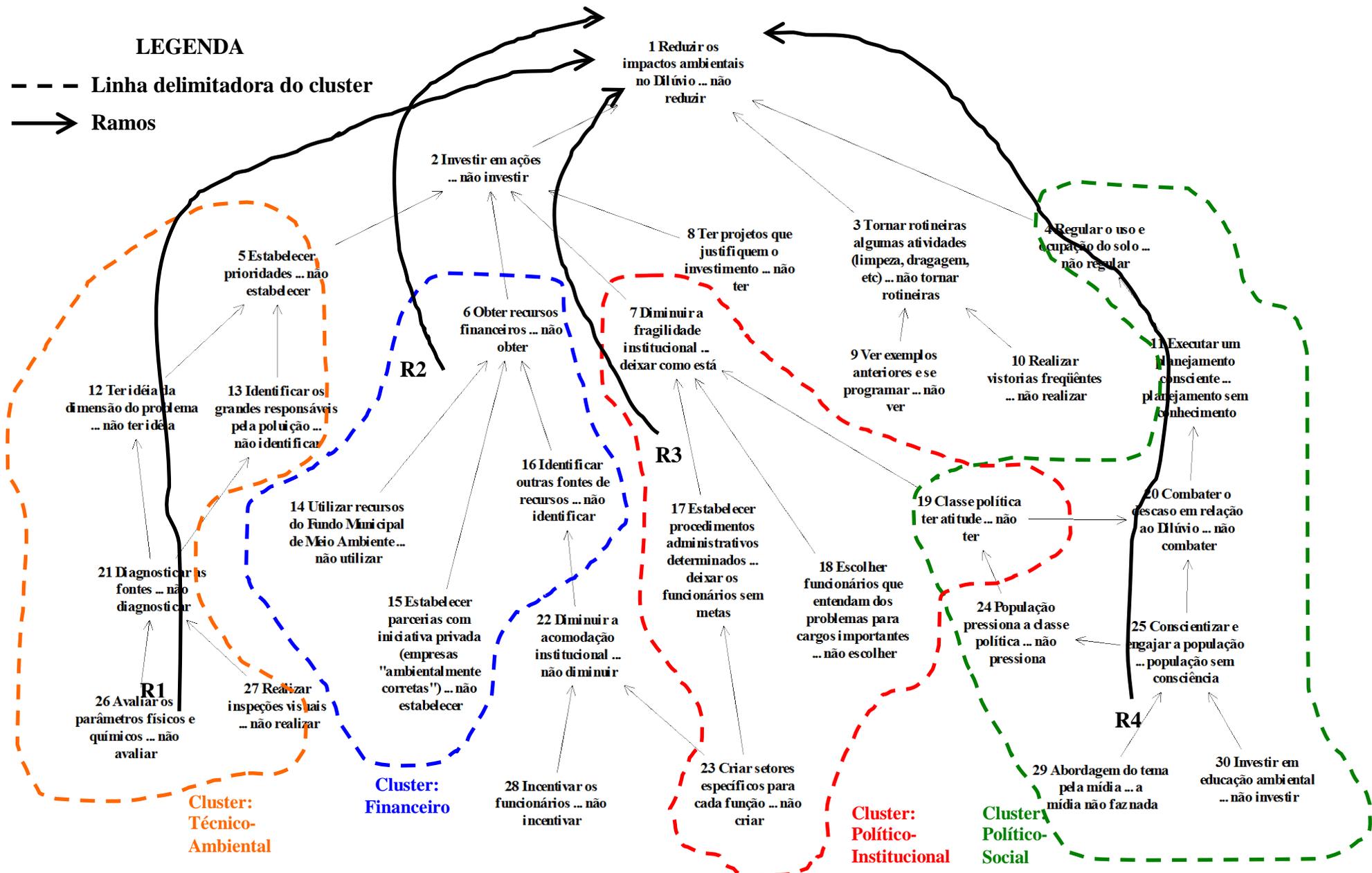


Figura 5. Mapa Cognitivo Agregado.

A partir do Mapa Cognitivo foi aplicado o Modelo PSR, que é apresentado na Tabela 1. Por sua vez, o Modelo PSR serviu de base para o estabelecimento dos indicadores e da hierarquização dos critérios de avaliação (Figura 6).

Tabela 1. Aplicação do modelo PSR ao estudo de caso.

Tema		Pressão	Situação	Resposta
Aspecto técnico-ambiental. Está associado ao PVF-1 (Poluentes).	Poluição difusa	Deposição de lixos e outros poluentes no solo	Chuvas arrastam os poluentes e contaminam o corpo receptor (aumento das concentrações e cargas de poluentes).	Controle das fontes com medidas não estruturais (áreas verdes, coleta e disposição correta do lixo, educação, etc) e estruturais (bacias de retenção, pavimento poroso, etc).
	Poluição pontual	Lançamento de poluentes diretamente	Contaminação direta do corpo receptor (aumento das concentrações e cargas de poluentes).	Identificação, fiscalização e correção das fontes de poluição.
Aspecto político-institucional. Está associado ao PVF-2 (Situação Institucional).	Recursos financeiros	Falta de investimento	Processos de degradação continuam a aumentar (problemas com ligações irregulares, rede de esgotamento, etc).	Obter mais recursos (Fundo Municipal, participação de empresas, captação externa e outras fontes).
	Fragilidade institucional	Falta de coordenação política	Ações de intervenção ineficientes (retarda as decisões, onera os custos das ações, etc).	Pressão na classe política, mudança da estrutura institucional, etc.
Aspecto político-social. Está associado ao PVF-3 (Influência na Bacia).	Ocupação do solo	Crescimento populacional desordenado	Aumento do escoamento superficial, com aumento das cargas de poluentes.	Definição de limites máximos de ocupação
	Uso do solo	Mudança da cobertura natural do solo	Aumento do escoamento superficial e mudança dos tipos de poluentes.	Controle e zoneamento urbano

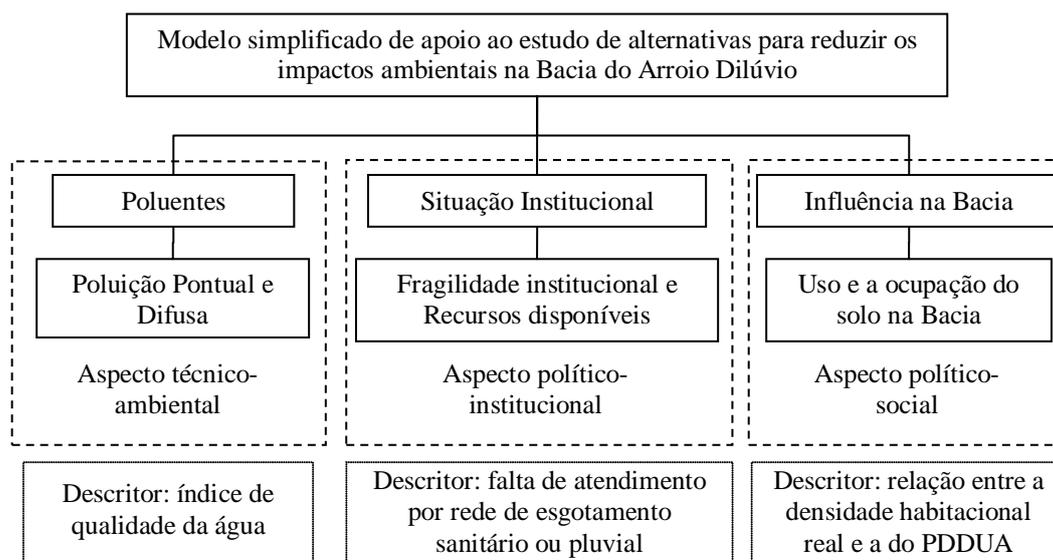


Figura 6. Hierarquia dos critérios de avaliação.

Por fim, foi construído o modelo de simulação dinâmica que é composto por dois módulos básicos:

- 1) **Representação física do processo:** é a descrição das principais variáveis envolvidas no processo de poluição da Bacia do Dilúvio e da relação de causa e efeito existente entre elas. É útil para ajudar o decisor a entender como funciona o mecanismo de poluição na Bacia e a repercussão de suas decisões;
- 2) **Avaliação das alternativas:** é quando o cenário estabelecido para toda a bacia é avaliado de acordo com os critérios estabelecidos (pontos de vista) e recebe uma pontuação para cada um deles, além de uma nota global. Esta avaliação serve de referência para comparação com outros possíveis cenários.

Os dados de entrada do modelo compõem as alternativas de gestão e abrangem, entre outras coisas, as seguintes ações: ampliação da rede de esgotos; ampliação da população atendida pelo serviço de coleta de lixo; diminuição das ligações irregulares do esgoto na rede pluvial; medidas alternativas de combate à poluição pontual e/ou difusa.

Os resultados do módulo da representação física do modelo alimentam o módulo de avaliação das alternativas, permitindo ao decisor estabelecer um ordenamento das alternativas simuladas.

O modelo desenvolvido apresenta também características de um sistema de informações geográficas, uma vez que os dados são distribuídos espacialmente. Isto permite que sejam simuladas soluções localizadas, possibilitando aumentar significativamente a quantidade de alternativas a serem testadas.

A Figura 7 apresenta o esquema da representação física do processo, segundo a notação adotada normalmente nos modelos de simulação dinâmica.

Questionário de avaliação do modelo

O modelo foi testado e avaliado numa sessão especial, onde participaram tanto os membros do Programa quanto outros técnicos das instituições integrantes. As alternativas simuladas foram construídas durante a sessão e, ao final, os participantes receberam um questionário de avaliação para verificar se o modelo construído usando o procedimento citado foi adequado para representar o problema percebido por eles. A Tabela 2 apresenta as respostas dos 9 avaliadores.

Os critérios mais relevantes, que são a representatividade do problema e a coerência e confiabilidade apresentaram notas razoáveis. O primeiro destes representa uma preocupação fundamental deste estudo, que é justamente criar um modelo que seja fiel aos objetivos do

grupo. Em parte esta nota razoável pode ser explicada em função das simplificações adotadas para representar os processos físicos. Apesar da média razoável, houve 4 avaliações muito positivas que indicam que alguns avaliadores se sentiram confortável em usar o modelo como uma ferramenta de suporte à decisão. Em relação à facilidade de manuseio, foi interessante observar que o fato do modelo poder ser utilizado facilmente sem a preocupação com os cuidados com as especificidades dos processos possibilitou que fosse dedicado mais tempo e atenção à elaboração das alternativas, que também é um dos objetivos deste estudo.

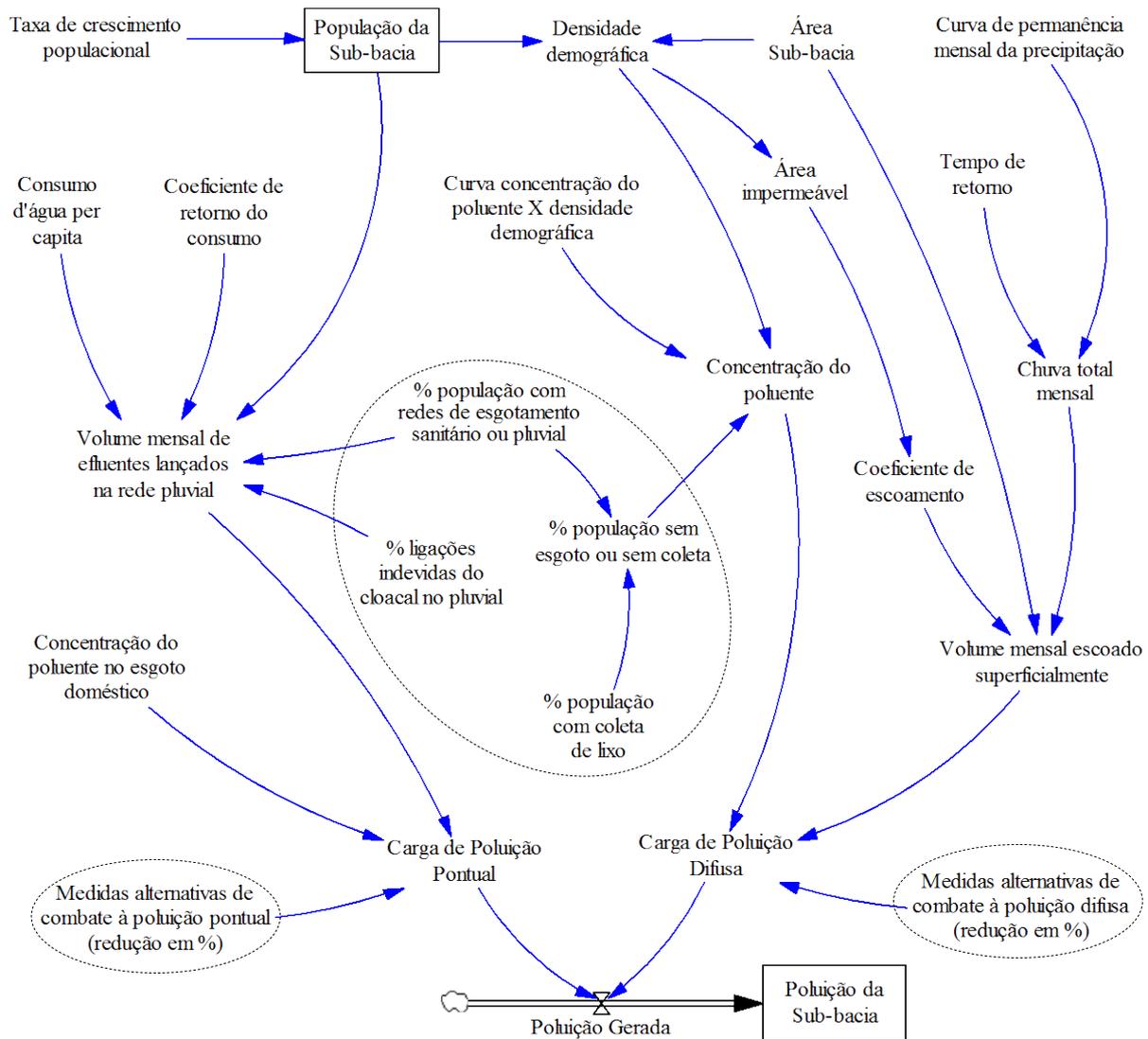


Figura 7. Representação esquemática do processo físico.

Tabela 2. Respostas do questionário de avaliação do modelo.

Respostas	Avaliadores									média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Representatividade do problema</i>	9	7	3	5	5	9	5	9	10	6,9
<i>Coerência e confiabilidade</i>	8	4	0	7	7	8	6	7	10	6,3
<i>Facilidade de manuseio</i>	7	6	-	8	9	9	8	10	10	8,4

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nos tópicos a seguir são apresentados alguns comentários sobre a aplicação das técnicas apresentadas. Maiores detalhes sobre o mapa cognitivo, o modelo PSR, ou sobre o modelo de simulação dinâmica construído podem ser obtidos em Oliveira (2006).

Sobre os Mapas Cognitivos

Aspectos positivos:

- A metodologia dos Mapas Cognitivos facilitou a sistematização das entrevistas, o que é importante, uma vez que não se espera que técnicos sejam excelentes entrevistadores;
- Os Mapas Cognitivos facilitaram a identificação dos aspectos relevantes a serem considerados no modelo de avaliação;
- A utilização dos conceitos de indicadores e modelo PSR permitiu filtrar as informações coletadas de maneira mais eficiente;
- A metodologia permitiu coletar informações e estruturar o problema no modelo de simulação dinâmica de uma forma mais fiel ao contexto decisório.

Aspectos negativos:

- Cada pessoa que lê o mapa pode obter outras interpretações, o que nos indica a possibilidade do facilitador não ter sido imparcial na leitura do mapa. O ideal é que os técnicos tentem se manter o máximo possível na neutralidade para que seja mantida a coerência com a percepção dos entrevistados, o que nem sempre é possível;
- Com base nas pesquisas de Thorngate (1996) apud Pucci Junior (2005), não se pode confiar nas declarações dos tomadores de decisão para identificar como a informação afeta suas decisões, pois, muitas vezes a informação é usada para racionalizar as escolhas feitas ao invés de apoiar escolhas racionais. Ao se valorizar os valores subjetivos dos decisores, corre-se o sério risco de se estar criando um modelo para ajudar os decisores a racionalizarem suas decisões, ao invés de um modelo para avaliar os aspectos considerados como relevantes pelos mesmos.

Sobre o Modelo de Simulação Dinâmica

Aspectos positivos

- O modelo de simulação dinâmica pode ser apresentado num grupo de decisores e utilizado como uma ferramenta de negociação para se atingirem soluções de consenso;

- O modelo proposto potencializou a utilização do Sistema de Informação Geográfica como ferramenta de suporte à decisão, uma vez que uniu as informações distribuídas nas sub-bacias com um avaliador de ações;
- Durante o processo de elaboração das alternativas, o modelo permitiu avaliar a influência da não consideração de soluções integradas, que atuem também no município de Viamão, na redução da degradação ambiental na Bacia do Arroio Dilúvio.

Aspecto negativo:

- Algo que provavelmente gera desconfiança dos usuários em relação ao modelo de simulação construído no estudo de caso é a questão da simplificação dos processos físicos. Uma recomendação importante é que se deve tomar cuidado para que as simplificações do modelo não conduzam a uma distorção da realidade, o que pode levar a uma tomada equivocada de decisão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e os funcionários dos diversos órgãos da Prefeitura de Porto Alegre envolvidos com o Programa Pró-Dilúvio por terem aceitado participar desta pesquisa realizada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BIBLIOGRAFIA

- BASTOS, A. V. B. Mapas cognitivos e a pesquisa organizacional: explorando aspectos metodológicos. *Estudos de Psicologia/ Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte*, Natal/RN, v. 7, p. 65-77, 2002.
- ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; ZANELLA, I. J.; NORONHA, S.M. *Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão*. Apostila. Laboratório de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC. 1998.
- MONTIBELLER NETO, G. *Mapas Cognitivos: uma ferramenta de apoio à estruturação de problemas*. 1996. 205f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC. 1996.

- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). OECD Environmental Indicators: Development, Measurement and Use. Reference Paper. 2003. 37p.
- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). OECD Environmental Indicators: Towards Sustainable Development. 2001. 152p.
- OLIVEIRA, O. F. *Modelo para negociar as alternativas de gestão de Bacias: o caso do Programa Pró-Dilúvio em Porto Alegre, RS*. 2006. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS. 2006.
- PINTÉR, L.; ZAHEDI, K.; CRESSMAN, D. R. Capacity Building for Integrated Environmental Assessment and Reporting. Training Manual. 2 ed. International Institute for Sustainable Development (IISD)/ United Nations Environment Programme (UNEP)/ Ecologistics International, Ltd. 2000.
- PUCCI JUNIOR, A. A Distância entre a Norma Prescrita e a Conduta Concreta no Gerenciamento de Recursos Hídricos e seus Efeitos sobre o uso dos Sistemas de Informações. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos/ Associação Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre/RS, v. 10, n. 3, p. 37-42, jul./set. 2005.
- RIEG, D. L.; ARAÚJO FILHO, T. Mapas Cognitivos como ferramenta de estruturação e resolução de problemas: o caso da Pró-reitoria de extensão da UFSCar. *Gestão e Produção*, v. 10, n. 2, p. 145-162, ago. 2003.
- TUCCI, C. E. M. *Modelos hidrológicos*. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre/RS: ABRH/ Editora da UFRGS, 2005. 678 p.