

Gestão participativa das partes interessadas em área de manancial: uma abordagem usando análise multicritério

Participatory management of stakeholders in spring area: an approach to multicriteria analysis

Cristhiane Michiko Passos Okawa^{1*} , Antônio Carlos Zuffo² , Cassiano Sampaio Descovi² ,
Angélica Ardengue de Araújo³ 

RESUMO

A promulgação da Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, foi um marco político e técnico da gestão dos recursos hídricos no Brasil, ao instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos, que, nos seus fundamentos, preconiza a gestão dos recursos hídricos descentralizada e a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Nesse contexto, o objetivo deste artigo é estabelecer indicadores de sustentabilidade para a área de manancial do município de Paranavaí, no estado do Paraná, Brasil, usando uma abordagem de gestão participativa das partes interessadas associada a ferramentas de análise multicritério para auxílio à tomada de decisão. A área de manancial está inserida numa área de proteção ambiental (APA) denominada de APA Arara. Os métodos utilizados foram mapeamento cognitivo e *measuring attractiveness by a categorical-based evaluation technique* (MACBETH), aplicados durante uma conferência de decisão com a participação de diversos atores diretamente atingidos e fortemente interessados no tema, tais como órgãos gestores, produtores rurais, empresários do ramo imobiliário, vereadores, instituições de ensino superior etc. No fim da conferência de decisão, 14 indicadores foram definidos e seus pesos estabelecidos. Os resultados obtidos servem de subsídios para a gestão mais eficiente do recurso hídrico, pois conduziram à solução de maior comprometimento, ao envolver muitos atores representantes das partes interessadas. Além disso, mostraram que o uso combinado de mapas cognitivos e da abordagem MACBETH possibilitou a definição de indicadores de sustentabilidade para a APA de forma transparente e eficaz, demonstrando o sucesso na gestão participativa do recurso hídrico.

Palavras-chave: *measuring attractiveness by a categorical-based evaluation technique*; mapeamento cognitivo; gestão de recursos hídricos; desenvolvimento sustentável em manancial.

ABSTRACT

The enactment of Federal Act nº 9433, on January 8th, 1997, was a political and technical milestone in water resources management in Brazil, by instituting the National Water Resources Policy which, in its foundations, establishes decentralized management with the involvement of official authorities, customers and communities. In this context, the purpose of this paper is to set out sustainability indicators for a spring area in the municipality of Paranavaí, located in the state of Paraná, Brazil, using an approach based on the participatory management of stakeholders associated with multi-criteria analysis tools for decision-making support. The spring is located in an Environmental Protection Area, named APA Arara. The methodology consisted in cognitive mapping and the Measuring Attractiveness by a Categorical-Based Evaluation Technique (MACBETH) approach, applied during a decision conference attended by a number of agents directly affected by, and strongly interested in, the issue, such as managing agencies, rural producers, real estate businessmen, councilors, representatives of higher education institutions, among others. By the end of the decision conference, 14 indicators were defined and their weights established. The obtained results provide the basis for more efficient water resources management, as they led to the most committed solution by involving many different stakeholders. Furthermore, they showed that the combined use of cognitive maps and the MACBETH approach enabled the setting of sustainability indicators for the APA Arara in a transparent and effective way, emphasizing their success in the participatory water resources management.

Keywords: *measuring attractiveness by a categorical-based evaluation technique*; cognitive map; water resources management; sustainable development in spring area.

¹Universidade Estadual de Maringá - Maringá (PR), Brasil.

²Universidade Estadual de Campinas - Campinas, (SP), Brasil.

³Universidade de São Paulo - São Carlos (SP), Brasil.

*Autor correspondente: cmpokawa@uem.br

Conflitos de interesse: os autores declaram não haver conflito de interesses.

Financiamento: nenhum.

Recebido: 06/03/2019 - **Aceito:** 10/01/2020 - **Reg. ABES:** 20190071

INTRODUÇÃO

No Brasil, a responsabilidade pelo atendimento à população com relação ao abastecimento de água potável é dos municípios. Alguns destes optam por estabelecer parceria com uma concessionária e atuam apenas como fiscais dos serviços prestados, ou seja, a concessionária torna-se responsável pela captação, tratamento e distribuição da água potável para a comunidade durante o tempo da cessão de direitos.

De maneira ideal, a área no entorno de mananciais de abastecimento deveria ser mantida o mais natural possível, com vegetação nativa em suas margens e pouca intervenção humana. No entanto, as necessidades sociais e econômicas por vezes sobrepujam a vertente ambiental conservacionista e essas áreas são ocupadas, nem sempre de maneira criteriosa.

No noroeste do estado do Paraná, na Região Sul do Brasil, um dos problemas atuais mais importantes é a ocupação desordenada e inadequada das áreas próximas aos mananciais de abastecimento. Isso ocorre especialmente nos pequenos municípios, seja pela falta de legislação específica de uso e ocupação do solo, seja por falha na fiscalização sobre a instalação de empreendimentos imobiliários residenciais e industriais.

A concessionária que abastece vários desses municípios é a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é estabelecer indicadores de sustentabilidade ambiental, econômica e social para a área de manancial do município de Paranavaí (PR), usando uma abordagem de gestão participativa das partes interessadas associada a ferramentas de análise multicritério para auxílio à tomada de decisão (*multi-criteria decision analysis* — MCDA).

Para atingir o objetivo, as ferramentas selecionadas foram a elaboração de mapas cognitivos e a aplicação da abordagem de medição da atratividade por uma técnica de avaliação baseada em categorias (*measuring attractiveness by a categorical-based evaluation technique* — MACBETH) (Bana E COSTA; Vansnick, 1994, 1999). Apesar da sua natureza subjetiva, os mapas cognitivos apresentam-se como ferramentas eficazes para a estruturação de problemas complexos de decisão, promovendo o diálogo e a discussão, permitindo a visualização de ideias em tempo real e facilitando a organização e a colaboração entre os participantes no processo de decisão (EDEN; ACKERMANN, 2004).

Pesquisadores têm usado o mapeamento cognitivo nos processos de delimitação de alternativas durante a abordagem multicritério para a tomada de decisão (GIORDANO *et al.*, 2007; VAN WINSEN *et al.*, 2013; CANAS; FERREIRA; MEIDUTĖ-KAVALLIAUSKIENĖ, 2015; Ferreira; Spahr; Sunderman, 2016) e demonstraram que essa técnica qualitativa permite simplificar a complexidade da subjetividade inerente aos estudos ambientais (WOOD *et al.*, 2012).

Associada ao mapeamento cognitivo, MACBETH é uma abordagem de análise de decisão multicritério que requer apenas julgamentos qualitativos sobre diferenças de valor, para ajudar um indivíduo ou um grupo a quantificar a atratividade relativa das opções (BANA E COSTA; CORTE; Vansnick, 2016). Permite a construção de funções de valor e ponderação de pesos que tornam possível ao decisor especificar, de maneira semântica, suas preferências entre as várias alternativas ou critérios (Bana E COSTA; CHAGAS, 2004; CARAYANNIS *et al.*, 2018; Labreuche; Mayag; Duqueroie, 2015). Em termos operacionais, distingue-se de outros métodos multicritérios por basear a ponderação dos critérios e a avaliação das opções em julgamentos qualitativos sobre diferenças de atratividade (Bana E COSTA; ÂNGULO-MEZA; OLIVEIRA, 2013), julgamentos esses realizados pelos decisores, ouvidas ou não as partes interessadas (BANA E COSTA; CORTE; VANSNICK, 2012).

MACBETH tem sido usado para auxílio na tomada de decisão nas mais diversas áreas, tais como as que têm os seguintes objetivos: identificar locais apropriados para a instalação de aterros sanitários de resíduos sólidos municipais (Demessouka; VAVATSIKOS; ANAGNOSTOPOULOS, 2016); escolher a melhor combinação de políticas de manutenção em sistemas de produção de energia térmica em hospitais (CARNERO; GÓMEZ, 2017); auxiliar na estimativa de avaliação de imóveis residenciais (Ferreira; Spahr; Sunderman, 2016) e no estabelecimento do valor de aluguel em imóveis residenciais (CANAS; FERREIRA; MEIDUTĖ-KAVALLIAUSKIENĖ, 2015); melhorar a avaliação do risco de saúde e segurança ocupacional (Oliveira; Lopes; Bana E COSTA, 2018); descobrir de que forma as avaliações de desempenho, em termos de auxílio à tomada de decisão, ajudam a aprimorar o processo de gerenciamento de um banco (ENSSLIN *et al.*, 2018); e desenvolver um modelo de avaliação de desempenho que apoie a gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água potável, construindo nos decisores o conhecimento para promover o aperfeiçoamento dos aspectos julgados relevantes segundo a sua percepção (KUSTERKO *et al.*, 2018).

Embora os objetivos dos estudos mencionados acima sejam diferentes do que é aqui adotado e de outros comumente citados na Engenharia Sanitária e Ambiental, a metodologia aplicada neste artigo, com o uso de mapeamento cognitivo associado à abordagem MACBETH, pode ser replicada.

Além da referida abordagem, outros métodos de análise multicritério para auxílio à tomada de decisão têm sido usados para resolver questões relacionadas ao saneamento básico, tais como os empregados por: Melo *et al.* (2018), que avaliaram o serviço de abastecimento de água de oito municípios do estado do Rio Grande do Norte, usando 11 critérios; Ashbolt e Perera (2017), que estudaram nove alternativas operacionais em uma rede de abastecimento de água do sudeste de Queensland, com 18 critérios que refletiam o custo, a confiabilidade da oferta de água, a qualidade da água, entre outros fatores; e McInnes *et al.* (2016), que estudaram um projeto de pagamento por serviços ambientais (PSA) para avaliar as opções de fornecimento de um bom *status* ecológico em Tortworth Brook, Reino Unido, e relataram que a abordagem de análise multicritério fornece diversos benefícios no desenvolvimento de novas opções de gerenciamento de água e na busca de práticas de soluções sustentáveis.

METODOLOGIA

O município de Paranavaí está localizado no interior do estado do Paraná, Brasil (Figura 1), dispõe de extensão territorial de 1,202,151 km², compreendida pelas coordenadas geográficas 23°04'23"S, 52°27'55"W (IPARDES, 2018). De acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2018 (IBGE, 2018), o município possui população de 87,813 habitantes. Seu clima é classificado como Cfa segundo a Köppen e Geiger, temperado apesar de quente no verão. A pluviosidade média anual é de 1,289 mm, sendo bem distribuída ao longo do ano, mesmo no mês mais seco. A temperatura média é de 20,7 °C.

O município está inserido na dinâmica de duas grandes bacias hidrográficas do noroeste do estado, as dos rios Ivaí e Paranapoema, estando a sede urbana do município localizada entre as nascentes dos ribeirões Paranavaí e Suruquá, afluentes do rio Ivaí.

A captação de água para o abastecimento da cidade é feita no ribeirão Araras, tributário do Paranavaí. O manancial do ribeirão Araras fornece 98% do total de água consumido pelo município e o restante é procedente de poços particulares.

O ribeirão Araras está localizado na área de proteção ambiental (APA) Arara (Figura 2), que possui extensão total de 1,922 ha, sendo 334,90 ha de floresta nativa. Essa APA foi criada em 2003 pela Lei Municipal nº 2.436, após audiência pública do Plano Diretor de Paranavaí (PR) em 2002, quando se registrou a necessidade de instituir uma área de proteção que resguardasse o patrimônio natural da microbacia (PARANAÍ, 2003).

No presente estudo, foi realizada uma conferência de decisão nos dias 15, 16 e 17 de outubro de 2018, das 8h às 12h30, no anfiteatro da Universidade Paranaense (UNIPAR) em Paranavaí (PR), com a presença de diversos atores, incluindo os tomadores de decisão, que nortearam e definiram os resultados descritos neste artigo.

As sessões foram coordenadas por um facilitador, também chamado de moderador, e mais dois profissionais (assessores) responsáveis pela estruturação e registro dos resultados. Conforme os procedimentos metodológicos utilizados por Faria *et al.* (2018), este trabalho foi dividido em três fases principais: fase de estruturação, na qual o problema (rótulo) foi definido e estruturado por meio do uso da técnica de mapeamento cognitivo; fase de avaliação, em que se utilizou a abordagem MACBETH para definir as funções de valor, hierarquizar os critérios e compará-los par a par, de acordo com a atratividade de um sobre o outro, de maneira a obter a matriz de julgamentos consistente para, por fim, obter a ponderação dos pesos dos critérios; e fase de recomendações, em que os resultados obtidos foram analisados e propostas foram feitas para contribuir para o êxito do rótulo.

Mapeamento cognitivo

Na fase de estruturação, o mapeamento cognitivo modela os raciocínios das partes interessadas como coleta de material empírico, auxiliando na aplicação da metodologia de avaliação e resolução de conflitos, com o objetivo de obter uma compreensão holística e crítica de uma situação complexa de gestão de recursos naturais (HJORTSØ; CHRISTENSEN; TARP, 2005).

O conceito de mapeamento cognitivo foi introduzido por Edward Tolman em 1948 para descrever o comportamento de ratos (e, por analogia, seres humanos) que pareciam aprender a disposição espacial de um labirinto para alcançar uma caixa de alimentos ou água no fim dele — ou seja, foi estudado o comportamento de ratos no ambiente em que estavam inseridos (TOLMAN, 1948).

Os mapas cognitivos podem ser considerados representações externas de modelos mentais que correspondem à percepção de um único indivíduo sobre um sistema complexo (GRAY *et al.*, 2019), embora também permita que valores de grandes grupos de pessoas sejam estudados e agregados (Van Ingelgom, 2014). O mapeamento cognitivo capta a cognição ambiental de cada participante, ou seja, a consciência, as impressões, as informações e crenças que as pessoas possuem sobre os ambientes. A cognição ambiental implica não apenas que indivíduos e grupos têm informações e imagens sobre a existência desses ambientes e de seus elementos constituintes, mas também que têm impressões sobre sua função e inter-relação estrutural, e que lhes conferem significado (KITCHIN, 1994).

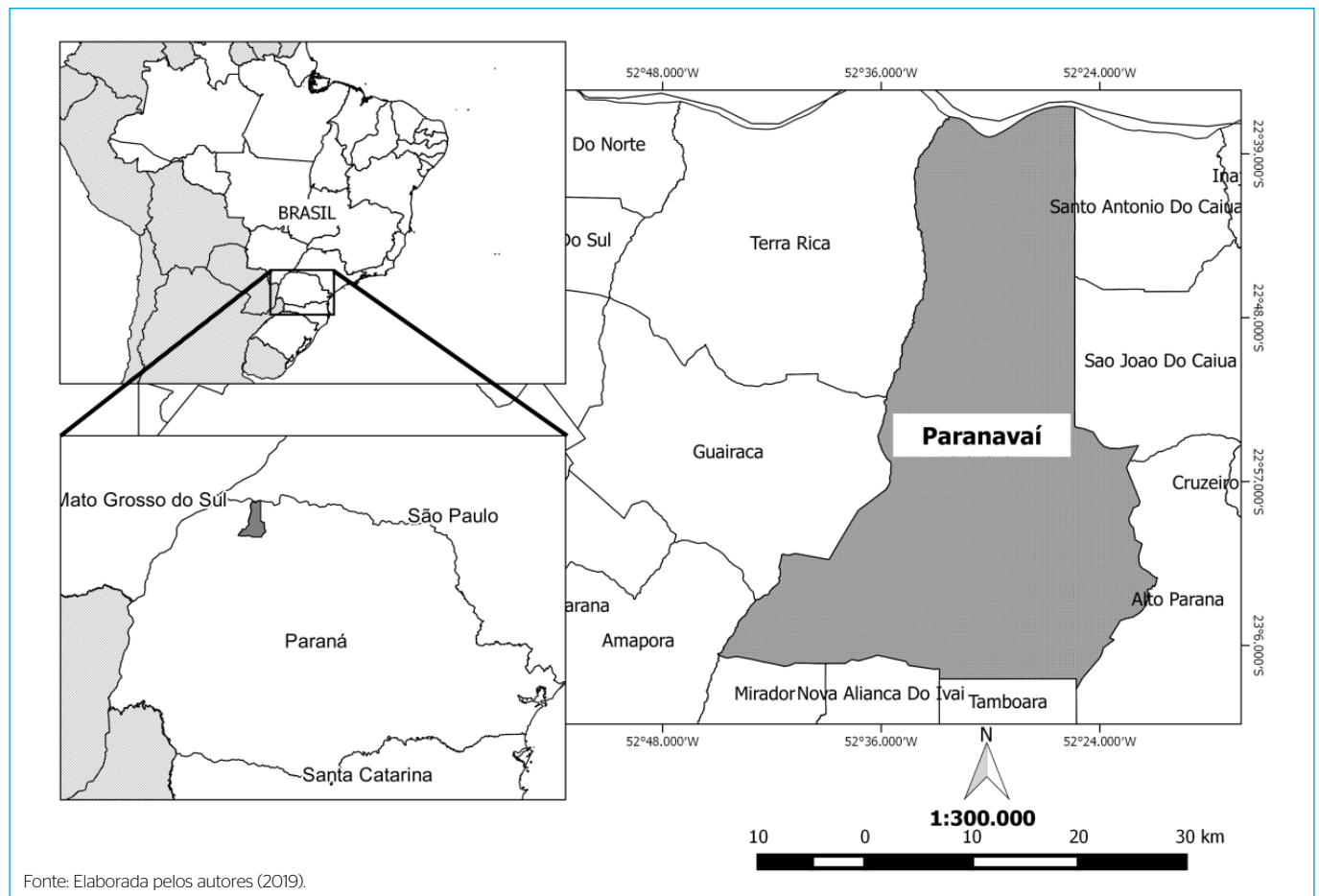


Figura 1 - Localização do município de Paranavaí no estado do Paraná e no Brasil.

O mapeamento cognitivo pode ainda representar os conceitos e os relacionamentos causais e de utilidades entre eles. As relações causais referem-se à conexão entre causa e efeito ou meios e fins, enquanto as relações de utilidade determinam se um conceito é avaliado positiva ou negativamente. Quando esses conceitos e relações são representados graficamente, os primeiros são representados como pontos ou nós e as segundas como setas (VAN ESCH; JOOSEN; VAN ZUYDAM, 2016).

O termo pode ainda ser usado para representar uma estruturação visual dos conhecimentos ou valores pessoais de um indivíduo ou um grupo de pessoas (AXELROD, 1976 *apud* VAN ESCH; JOOSEN; VAN ZUYDAM, 2016), modelando os raciocínios das partes interessadas como coleta de material empírico, auxiliando na aplicação da metodologia de avaliação e resolução de conflitos, com o objetivo de obter uma compreensão holística e crítica de uma situação complexa de gestão de recursos naturais (HJORTSØ; CHRISTENSEN; TARP, 2005).

O mapa cognitivo deve resultar do processo de negociação estabelecido entre os participantes durante as sessões do grupo de trabalho (CANAS; FERREIRA; MEIDUTĖ-KAVALIUSKIENĖ, 2015), já que serão expressos múltiplos interesses e os valores e crenças de cada indivíduo.

Neste estudo, para a elaboração do mapa cognitivo, foi especificado o rótulo, ou seja, qual o objetivo a ser alcançado. Para a definição do rótulo, os participantes optaram por descrever três alternativas e escolher uma delas:

- proteção integral da área de manancial;
- desenvolvimento sustentável da área de manancial;
- ocupação mais agressiva da área de manancial.

Solicitou-se a todos os participantes que escolhessem, de forma anônima, uma das três alternativas para ser discutida e que escrevessem a alternativa escolhida em um bloco de notas. Os blocos foram recolhidos e contabilizados.

Com base na escolha do rótulo, os participantes foram encorajados a pensar em palavras-chave consideradas essenciais para atingi-lo. Foram sugeridas as vertentes “ambiental”, “econômica”, “social” e “legislativa”. Foram distribuídos blocos de notas para que cada participante escrevesse, livremente, quais palavras-chave consideravam importantes para atingir o objetivo. Após perceber que os participantes pararam de escrever, os blocos foram recolhidos e as sugestões foram separadas de acordo com cada vertente.

Os participantes foram instruídos sobre como desenhar o mapa cognitivo, de acordo com Fantinatti, Zuffo e Ferrão (2015), conforme Figura 3.

O primeiro nível do mapa diz respeito ao rótulo ou objetivo a ser atingido. O segundo é o critério considerado (denominado de vertente neste trabalho). O terceiro é o subcritério, ou seja, aquilo que se considera essencial ou muito importante para se atingir o rótulo (denominado aqui de critério). Nessa etapa, deve-se pensar na razão de se considerar o critério importante

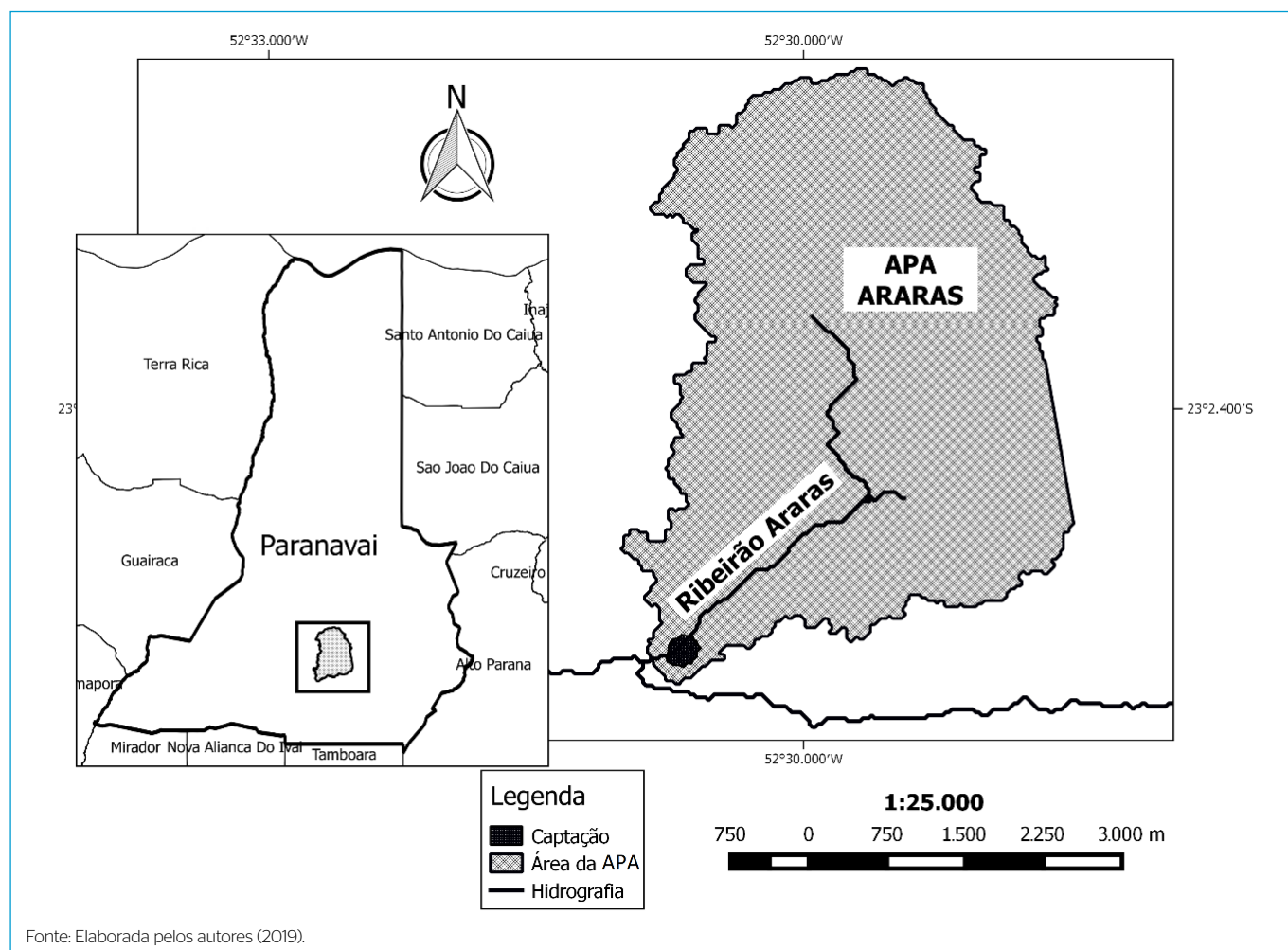


Figura 2 - Área de Proteção Ambiental (APA) Araras e a bacia hidrográfica do ribeirão Araras.

(por que é importante?). O quarto nível é a forma de medir ou controlar o critério (como medir?).

Os participantes foram separados em três grupos (ambiental, econômico e legislativo/social). Foram orientados a discutir todas as palavras-chave sugeridas nos blocos de nota e a desenhar o mapa, considerando as instruções passadas.

A discussão ocorreu livremente, com o acompanhamento dos assessores, que teve por objetivo não deixar a discussão se dispersar das sugestões estabelecidas nos blocos e auxiliar na elaboração do mapa cognitivo. Não houve participação ativa na discussão de maneira a influenciar os participantes, mas apenas direcionamento para manter o foco nos papéis com as palavras-chave sugeridas, em razão do tempo limitado disponível para discussão. Após a definição dos mapas cognitivos em cada grupo, os participantes foram dispensados.

No período da tarde do primeiro dia, os mapas foram estruturados usando o Visual Understanding Environment (VUE), um projeto de código aberto, escrito em Java e desenvolvido pela Universidade Tufts, Massachusetts, Estados Unidos. O VUE fornece um ambiente visual flexível para estruturar, apresentar e compartilhar informações digitais. A versão 3.3.0 está disponível para *download* em <https://vue.tufts.edu/download/index.cfm> (Tufts University, 2019).

Todos os papéis com os candidatos a critérios foram conferidos e aqueles que não haviam sido discutidos pelos grupos foram inseridos no mapa cognitivo, para discussão no segundo dia de trabalho.

Os trabalhos do dia 16 de outubro iniciaram-se com uma breve exposição do dia anterior e a consolidação conjunta (com todos os grupos) do mapa cognitivo. Apresentou-se o mapa completo estruturado, com todas as sugestões dadas pelos participantes, e discutiram-se os candidatos a critérios, sua importância e a forma de medi-los. Alguns candidatos a critérios foram descartados pelos participantes, por motivo de redundância ou por não serem mensuráveis.

Todos os candidatos a critérios discriminados nos blocos de nota entregues no dia 15 foram considerados e discutidos. Obteve-se o mapa cognitivo consolidado e os participantes foram dispensados.

Método MACBETH e a ponderação dos pesos de cada critério

No dia 17 de outubro foi realizada a fase de avaliação, ou seja, a hierarquização dos critérios, a definição das funções de valor, a definição da atratividade de um critério sobre o outro por meio do preenchimento da matriz de julgamentos e a determinação dos pesos, com o intuito de criar escalas de preferência (FARIA *et al.*, 2018).

Para isso, usou-se um programa computacional chamado M-MACBETH, plataforma que permite que escalas cardinais (subjetivas) sejam construídas e diferenças de atratividade entre alternativas de escolha sejam medidas com base nos julgamentos de valor dos tomadores de decisão (CANAS; FERREIRA; MEIDUTÊ-KAVALIAUSKIENĖ, 2015). M-MACBETH utiliza sete categorias semânticas para representar a atratividade de uma alternativa sobre outra: nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte, extrema (Bana E COSTA ; VANSNICK 1994, 1999). Ou seja, dadas duas opções (ou níveis de *performance*, desempenho ou impacto), com a primeira melhor do que a segunda, os participantes devem definir qual das sete categorias semânticas representa a diferença de atratividade entre elas (Bana E COSTA; ÂNGULO-MEZA; OLIVEIRA, 2013).

Uma facilidade no uso do MACBETH e que é determinante para escolher essa abordagem é justamente a existência desse programa computacional (M-MACBETH), que simplifica a aplicação do método multicritério, pois auxilia na construção das funções de valor por programação linear e realiza a compatibilização dos julgamentos, acusando a falta de consistência, quando há (CARNERO; GÓMEZ, 2017). M-MACBETH foi concebido para ser usado por

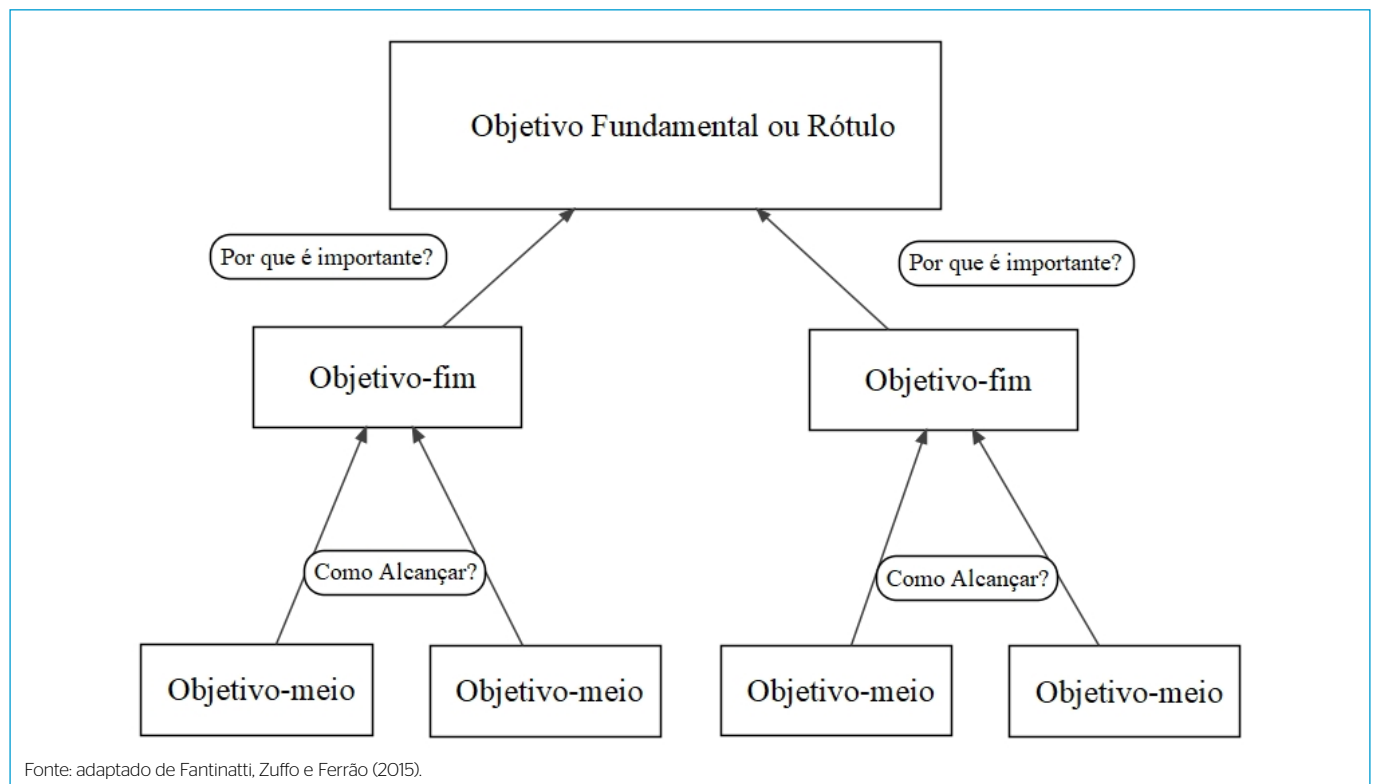


Figura 3 - Exemplo de representação de mapa cognitivo.

um consultor (facilitador), seguindo o princípio construtivista que estabelece que o problema e a solução pertencem ao decisor e não ao consultor (Bana E COSTA; ÂNGULO-MEZA; OLIVEIRA, 2013).

Em resumo, a plataforma M-MACBETH permite, após a hierarquização dos critérios, realizar julgamentos par a par em função da atratividade de um critério sobre o outro, definir as funções de valor e valorar os pesos para os critérios de maneira rápida e consistente.

Salienta-se que o método para a agregação dos critérios escolhido por M-MACBETH é a aplicação de um somatório ponderado, mas o pesquisador pode aplicar quaisquer outros métodos. Cada método multicritério possui uma forma de agregação, que pode ser aditiva, multiplicativa ou mista. No entanto, ao se mudar a forma de agregação, os resultados podem ser levemente diferentes, dependendo justamente da forma adotada.

Do mesmo modo, a escolha do método multicritério também pode influenciar nos resultados, mas a maior interferência se verifica quando há troca dos atores, pois os métodos são baseados nos valores deles, ou seja, no que os atores acreditam e pretendem alcançar com suas decisões.

Por exemplo, há outros métodos multicritérios baseados em julgamentos de comparação de opções duas a duas, tais como os da família *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE) e o *Analytic Hierarchy Process* (AHP). No entanto, para os ELECTRE, ou as duas opções são indiferentes, ou uma é estritamente preferível à outra, ou ocorre hesitação entre indiferença e preferência estrita (juízo ordinal). O AHP requer do participante um juízo cardinal, em que ele deve definir o número de vezes em que uma opção é preferível à outra (*ratio judgement* ou o quociente entre elas). Já no MACBETH, o participante deve definir a diferença de valor entre duas opções em uma escala padronizada (Bana E COSTA; ÂNGULO-MEZA; OLIVEIRA, 2013; Fantinatti, Zuffo; FERRÃO, 2015). Dessa forma, esse método situa-se em um nível intermédio entre o ordinal (do ELECTRE) e o cardinal (do AHP) e resolve o erro crítico mais comum (Keeney, 1992), ao adotar como referência uma escala padronizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Elaboração do mapa cognitivo e definição dos critérios

Entre as três alternativas que os participantes escolheram para compor o rótulo, obteve-se o seguinte resultado: a alternativa 1, proteção integral do manancial, recebeu oito votos; a alternativa 2, desenvolvimento sustentável da área de manancial, recebeu 21 votos; e a alternativa 3, ocupação mais agressiva da área de manancial, recebeu três votos. Como o número de votantes na alternativa 2 foi bastante superior ao das outras, o rótulo escolhido foi “desenvolvimento sustentável da área de manancial — APA Arara”.

Após a escolha do rótulo, os participantes definiram os candidatos a critérios baseados nas vertentes “ambiental”, “econômico” e “social/legislativa”. Embora a vertente legislativa possa ser inserida na social, optou-se por evidenciar esse aspecto por sua importância.

Os mapas cognitivos elaborados por vertente pelos grupos são grandes e difíceis de serem apresentados de maneira apropriada em um artigo científico, portanto serão aqui descritos em formato de quadro (Quadros 1, 2 e 3).

Analisando o Quadro 1, percebe-se que o grupo discutiu quatro critérios: restrição da ocupação, implantação do plano de manejo, intensificação da conservação do solo e reativação do Conselho Gestor. No entanto, 11 sugestões não

foram discutidas. Nota-se que o tempo disponibilizado para a discussão das sugestões dadas pelos participantes foi insuficiente e que esse tempo deverá ser reavaliado em uma próxima aplicação da metodologia.

Com relação ao Quadro 2, o grupo discutiu todas as sugestões dadas pelos participantes, estabelecendo seis critérios: ocupação ao longo da rodovia, aumento da área construída em escala de lote na APA, implantação do ICMS Ecológico, criação da marca APA, técnicas para a construção de estradas rurais e reativação do Conselho Gestor.

Salienta-se que, embora um grupo tenha discutido a vertente ambiental e este outro tenha discutido a vertente econômica, a reativação do Conselho Gestor causa impacto em ambas as vertentes e os dois grupos mencionaram a necessidade de regulamentar a atuação do Conselho Gestor da APA.

Analisando o Quadro 3, nota-se que o grupo definiu cinco critérios: reativação do Conselho Gestor, reformulação da legislação municipal atual, valorização do produtor rural, participação efetiva dos atores, educação ambiental. Mais uma vez, seis sugestões não foram discutidas, o que mostra a falta de tempo nessa etapa dos trabalhos.

No segundo dia do estudo, todos os mapas cognitivos parciais foram discutidos com todos os participantes e obteve-se o mapa cognitivo final consolidado, apresentado nos Quadros 4, 5 e 6. O critério legislativo foi enquadrado nos outros (ambiental, social ou econômico), pois essa organização ficou mais apropriada.

Quadro 1 - Descrição do mapa cognitivo referente à vertente ambiental, decorrente de discussão em grupos realizada no primeiro dia.

Rótulo: Desenvolvimento sustentável da área de manancial do ribeirão Araras	
Vertente: Ambiental	
Candidatos a critérios discutidos	Como medir?
Restrição da ocupação	Legislação municipal
Implantação do plano de manejo	Fiscalização e análise periódica do curso d'água
Intensificação da conservação do solo	Manter as curvas de nível para controle da erosão; destinar recursos do fundo da SANEPAR para a conservação da APA; proibir descarte de resíduos sólidos urbanos em local inadequado; promover incentivos ao produtor rural.
Reativação do Conselho Gestor	Publicação no Diário Oficial
Candidatos a critérios não discutidos no grupo	
Recomposição da mata natural	
Apropriação da área	
Manutenção da área produtiva	
Apropriação dos lotes vazios	
Melhoria das estradas	
Uso de tecnologia avançada	
Análise das águas pluviais	
Plano de aumento da área de proteção ambiental dos mananciais	
Projeto de drenagem pluvial	
Estudo dos impactos causados pelos novos empreendimentos	
Implantação de técnicas para a gestão de efluentes de esgotamento sanitário	

APA: área de proteção ambiental; SANEPAR: Companhia de Saneamento do Paraná. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Analisando os Quadros 4, 5 e 6, percebe-se que foram definidos 14 critérios: restrição da ocupação, implantação do plano de manejo, intensificação da conservação do solo, proibição de descarte de resíduos sólidos, melhoria das estradas, adequação da mata ciliar onde não se obedece a legislação, controle do uso de agrotóxicos na APA, aumento da área construída (posteriormente alterada para estudo da área de ocupação), ICMS ecológico, marca APA (selo), PSA, reativação do Conselho Gestor, incentivo ao produtor rural e educação ambiental. Cada critério possui a descrição de como medir ou como controlar, de modo que se verificou a mensurabilidade de todos os critérios.

Quadro 2 - Descrição do mapa cognitivo referente à vertente econômica, decorrente de discussão em grupos realizada no primeiro dia.

Rótulo: Desenvolvimento sustentável da área de manancial do ribeirão Araras	
Vertente: Econômica	
Candidatos a critérios discutidos	Como medir?
Ocupação ao longo da rodovia	Criação de legislação específica
Aumento da área construída em escala de lote na APA	Proposta proveniente do Conselho Gestor para a Câmara de Vereadores
ICMS ecológico	Solicitação ao IAP
Marca APA	Criação de um indicador de agregação de valor (selos)
Técnicas para construção de estradas rurais	Fiscalização pela EMATER e Prefeitura Municipal
Reativação do Conselho Gestor	Monitoramento do decreto municipal de nomeação

APA: área de proteção ambiental; ICMS: imposto sobre circulação de mercadorias e prestação de serviços; IAP: Instituto Ambiental do Paraná; EMATER: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Paraná.
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Quadro 3 - Descrição do mapa cognitivo referente à vertente social/legislativa, decorrente de discussão em grupos realizada no primeiro dia.

Rótulo: Desenvolvimento sustentável da área de manancial do ribeirão Araras	
Vertente: Social / Legislativa	
Candidatos a critérios discutidos	Como medir?
Reativação do Conselho Gestor	Monitoramento do decreto municipal de nomeação
Reformulação da legislação	Conselho Gestor ou contratação de corpo técnico
Valorização do produtor rural	Incentivos ambientais
Participação efetiva dos atores	Articulação do Ministério Público
Educação ambiental	Monitoramento da preservação da água do corpo hídrico
Candidatos a critérios não discutidos no grupo	
Mapeamento da APA por zonas	
Legislação compensatória	
Legislação dos índices construtivos	
Legislação mais permissiva para empreendimentos que utilizam técnicas compensatórias e inovadoras	
Fiscalização de aplicação indevida ou inadequada de agrotóxicos	
Regulamentação dos serviços para diminuir a poluição das águas	

APA: área de proteção ambiental.
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Quadro 4 - Descrição do mapa cognitivo consolidado referente à vertente ambiental, decorrente de discussão com todos os participantes realizada no segundo dia.

Rótulo: Desenvolvimento sustentável da área de manancial do ribeirão Araras	
Vertente: Ambiental	
Critérios	Como medir?
Restrição da ocupação	Legislação municipal
Implantação do plano de manejo	Fiscalização e análise periódica do curso d'água
Intensificação da conservação do solo	Fiscalização da erosão; aproveitamento das análises de qualidade da água realizadas pela SANEPAR; monitoramento da aplicação de agrotóxicos.
Proibição do descarte de resíduos sólidos	Denúncia anônima e fiscalização
Melhoria das estradas	EMATER e Prefeitura Municipal
Adequação da mata ciliar em locais onde não se obedece à legislação	Fiscalização pela Polícia Militar
Controle de uso de agrotóxicos na APA	Fiscalização e incentivo a melhores práticas
Aumento da área construída	Fiscalização pela prefeitura (podendo ser usada a mesma técnica da cobrança de IPTU)

APA: área de preservação ambiental; SANEPAR: Companhia de Saneamento do Paraná; EMATER: Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural; IPTU: imposto predial e territorial urbano.
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Quadro 5 - Descrição do mapa cognitivo consolidado referente à vertente econômica, decorrente de discussão com todos os participantes realizada no segundo dia.

Rótulo: Desenvolvimento sustentável da área de manancial do ribeirão Araras	
Vertente: Econômica	
Critérios	Como medir?
ICMS ecológico	Solicitação ao IAP
Marca APA (selo)	Criar um indicador de agregação de valor (selos)
Pagamentos por serviços ambientais (PSA)	Legislação municipal específica
Reativação do Conselho Gestor	Publicação no Diário Oficial

ICMS: imposto sobre circulação de mercadorias e prestação de serviços; APA: área de proteção ambiental; IAP: Instituto Ambiental do Paraná.
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Quadro 6 - Descrição do mapa cognitivo consolidado referente à vertente social, decorrente de discussão com todos os participantes realizada no segundo dia.

Rótulo: Desenvolvimento sustentável da área de manancial do ribeirão Araras	
Vertente: Social	
Critérios	Como medir?
Incentivo ao produtor rural	Relatórios enviados à prefeitura a respeito dos recursos investidos e treinamentos realizados
Educação ambiental	Relatórios semestrais de treinamentos realizados, projetos de extensão e aferição de mudanças de práticas

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Salienta-se que alguns itens foram retirados dos candidatos a critérios e apresentados como sugestões. São eles: promover, posteriormente, um diálogo entre os produtores rurais, órgãos como a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Paraná (EMATER), Instituto Agrônomico do Paraná (IAPAR), Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) e universidades, para traçar estratégias para a sustentabilidade da APA; solicitar à EMATER a disponibilidade de um profissional para oferecer consultoria ao pequeno produtor, com sugestão ao Conselho Gestor para avaliar necessidade de profissionais (engenheiro agrônomo ou outro que se fizer necessário), auxiliando a EMATER; e análise da qualidade das águas pluviais. Esse critério foi retirado porque atualmente não existe laboratório na região com equipamentos apropriados para as análises da qualidade da água pluvial; no critério “melhoria das estradas”, sugere-se que seja realizado convite à concessionária que executará a obra para participar das reuniões do Conselho Gestor que envolvam assuntos relacionados a ela.

É importante ressaltar que o mapa cognitivo é um mapa dinâmico, que muda ao longo do tempo e é dependente dos participantes que o definiram, ou seja, os critérios no mapa mudam em outro contexto e conforme o conhecimento que os participantes possuem sobre o assunto (VAN WINSEN *et al.*, 2013).

Aplicação do método de medição da atratividade por uma técnica de avaliação baseada em categorias e determinação dos pesos de cada critério

Os participantes hierarquizaram os critérios por ordem de importância, ou seja, por ordem de atratividade de um sobre o outro. A hierarquização dos critérios ficou assim estabelecida:

- reativação do Conselho Gestor;
- restrição da ocupação, modificado para restrição das atividades de ocupação da APA;
- implantação do plano de manejo;
- incentivo ao produtor rural;
- educação ambiental;
- intensificação da conservação do solo;
- melhoria das estradas, modificado para adequação e conservação das estradas;
- adequação da mata ciliar;
- proibição do descarte de resíduos sólidos;
- controle de uso de agrotóxicos;
- marca APA — selo;

- aumento da área construída, modificado para estudo da área de ocupação;
- PSA;
- ICMS ecológico.

De acordo com Ferreira, Spahr e Sunderman (2016), a definição da hierarquização é um passo muito importante, pois permite quantificar o desempenho dos critérios em análise. Entretanto, essa etapa não é sempre um processo fácil, uma vez que os tomadores de decisão nem sempre concordam quanto às diferenças de atratividade entre os níveis dos critérios. O processo tem de ser repetido para todos os critérios até que se obtenha uma escala de desempenho (FARIA *et al.* 2018).

Em seguida, foram definidas as funções de valor para cada critério. Após essa definição, foi completada a matriz de julgamentos por comparação dois a dois de atratividade de um critério sobre o outro. Percebeu-se que o uso de comparações par a par permitiu obter informações mais precisas sobre as preferências dos participantes. A matriz de julgamentos pode ser visualizada na Figura 4.

Os pesos de cada critério foram ponderados e são apresentados no Quadro 7. Analisando-os, observa-se que os quatro primeiros variam entre 13 e aproximadamente 11, ou seja, são os mais significativos e importantes para a área de estudo.

A reativação do Conselho Gestor recebeu o maior peso, pois é essencial para que as decisões tomadas pelo Conselho atual sejam legitimadas e para possibilitar a tomada de decisões de cunho econômico para o financiamento de ações na APA.

A restrição das atividades de ocupação da APA é importante, e foi mencionada a preocupação com a existência de uma faculdade no interior da APA. Isso caracteriza aglomeração urbana, uma vez que a área construída é bastante superior à permitida na legislação vigente. A preocupação maior é relativa à existência de um hospital e de outra faculdade no entorno da APA, em área que geograficamente deveria fazer parte dela, pois pertence à mesma bacia hidrográfica. A Lei Federal nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação dessa política e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, portanto essa área que atualmente não consta na APA deverá ser cuidadosamente analisada, para verificar se é interessante sua incorporação a ela.

A implantação do plano de manejo recebeu o terceiro maior peso e já se encontra definida, embora talvez necessite ser revisada para monitoramento do que já foi executado e ajustes de cronograma que se façam necessários.

Ponderação (Global)													
	[Rest. ativ. APA]	[Imp Plan Man]	[Inc Prod Rur]	[Ed Amb]	[Int Cons Solo]	[Melh Estr]	[Ad Mata Cil]	[Proib Resid]	[Cont uso Agro]	[SELO]	[Área Ocup]	[PSA]	[ICMS]
[Cons Gest]	fraca	fraca	fraca	fraca	moderada	moderada	moderada	moderada	moderada	forte	fort-mfort	fort-mfort	fort-mfort
[Rest. ativ. APA]	nula	fraca-mod	fraca-mod	fraca-mod	moderada	moderada	moderada	moderada	moderada	mod-fort	fort-mfort	fort-mfort	fort-mfort
[Imp Plan Man]		nula	fraca-mod	fraca-mod	fraca-mod	fraca-mod	moderada	moderada	moderada	mod-fort	mod-fort	forte	fort-mfort
[Inc Prod Rur]			nula	fraca-mod	fraca-mod	fraca-mod	fraca-mod	moderada	moderada	moderada	forte	forte	forte
[Ed Amb]				nula	fraca-mod	fraca-mod	fraca-mod	fraca-mod	moderada	moderada	forte	forte	forte
[Int Cons Solo]					nula	fraca	fraca	fraca	fraca	moderada	moderada	moderada	moderada
[Melh Estr]						nula	fraca	fraca	fraca	moderada	moderada	moderada	moderada
[Ad Mata Cil]							nula	fraca	fraca	moderada	moderada	moderada	moderada
[Proib Resid]								nula	fraca	moderada	moderada	moderada	moderada
[Cont uso Agro]									nula	moderada	moderada	moderada	fraca-mod
[SELO]										nula	mfrac-frac	mfrac-frac	mfrac-frac
[Área Ocup]											nula	mfrac-frac	mfrac-frac
[PSA]												nula	mfrac-frac
[ICMS]													nula
[tudo inf]													

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Figura 4 - Matriz de julgamentos de atratividade de um critério sobre o outro, usando as sete categorias da escala semântica.

O incentivo ao produtor rural é motivador, sendo considerados não apenas os treinamentos e assessoria técnica, mas também incentivos financeiros e subsídios para implantação do plano de manejo.

Os critérios educação ambiental, intensificação da conservação do solo, adequação e conservação das estradas, adequação da mata ciliar, proibição do descarte de resíduos sólidos e controle do uso de agrotóxicos apresentaram pesos variando de 10,27 a 5,82. Foram considerados como um pacote de ações que deverá ser executado a um só tempo, com forte fiscalização por parte dos órgãos gestores e dos próprios moradores da APA, que serão encorajados a prestar denúncia anônima, especialmente no caso de descarte inadequado de resíduos sólidos na APA.

Os critérios marca APA — selo, estudo da área de ocupação, PSA e ICMS ecológico foram os que apresentaram os menores pesos, variando de 2,74 a 0,35. Salienta-se que isso não significa que não sejam importantes, pois a marca APA pretende valorizar o que for produzido na APA, com a colocação de selos que comprovem a qualidade do produto. A proposta é de sete ou oito deles, a serem definidos posteriormente e emitidos por diferentes órgãos gestores, atestando que o produto foi produzido com as melhores práticas agrícolas, de higiene, segurança do trabalhador, entre outros.

O estudo da área de ocupação diz respeito à possibilidade de aumentar a extensão construída no lote, que hoje é de no máximo 1%. A possibilidade dessa discussão deverá ser deliberada pelo Conselho Gestor, especialmente com relação ao aumento de área construída para habitação unifamiliar, ou seja, quando o filho de um produtor rural se casa e os pais pretendem construir uma edícula para moradia do novo casal no mesmo lote onde habitam. É uma questão de cunho social e não econômico, ou seja, não se pretende abrir a discussão para possibilitar a ocupação grande da extensão do lote. A ideia é aumentar a área construída para porcentagens ainda pequenas do lote (2 a 5%, por exemplo).

Quadro 7 - Peso de cada critério definido como indicador de sustentabilidade para a APA Arara, durante o Simpósio sobre a APA Arara, realizado de 15 a 17 de outubro em Paranavaí (PR).

Critério	Peso
Reativação do Conselho Gestor	13,01
Restrição das atividades de ocupação da APA	12,32
Implantação do plano de manejo	11,64
Incentivo ao produtor rural	10,96
Educação ambiental	10,27
Intensificação da conservação do solo	8,56
Adequação e conservação das estradas	7,88
Adequação da mata ciliar	7,19
Proibição do descarte de resíduos sólidos	6,51
Controle de uso de agrotóxicos	5,82
Marca APA — selo	2,74
Estudo da área de ocupação	1,72
Pagamento por serviços ambientais	1,03
ICMS ecológico	0,35

APA: área de proteção ambiental; ICMS: imposto sobre circulação de mercadorias e prestação de serviços.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Os pagamentos por serviços ambientais e o ICMS ecológico, embora tragam benefícios econômicos para a APA, encontram-se nas últimas colocações porque suas implantações não dependem diretamente da ação dos participantes, portanto esses parâmetros não são controláveis. Dessa forma, não deveriam ter sido considerados critérios. No entanto, deste estudo foi produzido um documento que será utilizado pelo Conselho Gestor no processo de gestão da APA Arara e, por esse motivo, os participantes solicitaram que esses parâmetros fossem mantidos como critérios. Assim, os parâmetros foram mantidos e seus pesos foram de 1,03 e 0,35, respectivamente.

CONCLUSÕES

Este artigo teve como objetivo estabelecer indicadores de sustentabilidade ambiental, econômica e social para a área de manancial do município de Paranavaí, localizado no estado do Paraná, Brasil, usando uma abordagem de gestão participativa das partes interessadas por meio de mapeamento cognitivo associado a ferramentas de análise multicritério para auxílio à tomada de decisão. O mapeamento cognitivo foi usado pela possibilidade que o método oferece de estruturar problemas complexos de maneira visual e participativa, de forma a extrair dos participantes as informações necessárias para a compreensão e delineamento das variáveis a serem consideradas. O método multicritério adotado foi o MACBETH, pela facilidade de uso da plataforma disponível no M-MACBETH, o que traz rapidez ao processo de hierarquização, julgamentos e ponderação dos pesos, além da possibilidade de realizar as comparações par a par, com base na diferença de atratividade entre as opções consideradas.

A principal contribuição científica deste artigo é demonstrar o sucesso da aplicação dessa metodologia na gestão participativa dos recursos hídricos. A subjetividade é inerente ao processo de tomada de decisão (ENSSLIN *et al.*, 2018), especialmente àquele relacionado a problemas ambientais e sociais. Os métodos adotados incorporam a subjetividade na análise ao descrever como os atores percebem a realidade, percepção esta que é modificada cada vez que um ator adquire conhecimento por meio das discussões e debates e entende o ponto de vista de outro. Sendo assim, a metodologia aplicada permite a transparência das opiniões, com a discussão de cada palavra-chave e do porquê de sua importância. Os pontos de vista de todos os participantes são ouvidos, discutidos, questionados e por fim incorporados aos valores dos demais participantes durante o processo de decisão. Dessa forma, a gestão participativa, que é um dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, é realizada de maneira muito satisfatória.

Como limitação, os autores destacam que o mapa cognitivo aqui apresentado é o resultado de diferentes opiniões e posicionamentos dos indivíduos participantes da conferência de decisão, consolidados em uma estrutura visual. A abordagem MACBETH, por sua vez, permitiu que os critérios fossem hierarquizados, comparados par a par e ponderados de acordo com os valores e a experiência profissional dos participantes. Assim, embora o objetivo deste estudo tenha sido alcançado com sucesso, deve-se ter cautela na extrapolação dos resultados para outras áreas, atentando para o fato de que eles são válidos para este caso específico e para estes atores participantes do processo de decisão, neste contexto e momento. Por outro lado, pode-se replicar a metodologia em outros locais e com outros atores, de maneira a obter os critérios apropriados para cada situação.

Diante disso, os autores argumentam que este estudo avança na discussão do problema e promove uma contribuição técnico-científica que pode ser de grande utilidade para todos aqueles que necessitam estabelecer critérios de sustentabilidade em áreas de mananciais de abastecimento público. Além disso, os resultados do estudo podem servir de subsídios para problemas similares em outras regiões, mesmo que apenas como referencial teórico e para a comparação de resultados. Auxiliam também na compreensão do problema e apresentam possíveis opções para reflexão aos atores envolvidos em sua busca por soluções.

Os resultados aqui apresentados podem ainda ser úteis para o estabelecimento de políticas públicas municipais e de parcerias entre produtores rurais, pesquisadores, órgãos públicos e tomadores de decisão, o que promove uma sinergia na busca por soluções inovadoras, sustentáveis e de alto grau de comprometimento das partes interessadas.

Conclui-se que este estudo mostra que o uso combinado de mapas cognitivos e de metodologias multicritérios de apoio à tomada de decisão, particularmente a abordagem MACBETH, possibilitou que os indicadores para o desenvolvimento sustentável da área de manancial da APA Arara fossem definidos de forma transparente, participativa e eficaz, conduzindo à solução de maior comprometimento.

Para pesquisas futuras, sugere-se: aplicar a metodologia em outras áreas de mananciais, com outros tomadores de decisão e outros contextos;

monitorar o desempenho dos critérios estabelecidos para a área de estudo deste artigo; e realizar a atualização dos critérios para esta área de estudo, à medida que as circunstâncias e os valores dos decisores se alterem ao longo do tempo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Maringá (UEM) e à Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) a possibilidade de aperfeiçoamento profissional da primeira autora (pós-doutoramento), e à Promotoria Pública de Paranavaí, à Prefeitura Municipal de Paranavaí e à Universidade Paranaense (Unipar) o apoio na realização da conferência de decisão. Agradecemos especialmente ao Observatório das Metrópoles Núcleo UEM/Maringá o apoio e suporte a esta pesquisa.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Okawa, C. M. P.: Conceituação, Administração do Projeto, Escrita – Primeira Redação, Metodologia, Validação. Zuffo, A. C.: Conceituação, Supervisão, Validação, Escrita – Revisão. Descovi, C. S.: Metodologia, Software, Escrita – Edição. Araújo, A. A.: Investigação, Metodologia.

REFERÊNCIAS

- ASHBOLT, S.C.; PERERA, B.J.C. Multicriteria Analysis to Select an Optimal Operating Option for a Water Grid. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 143, n. 8, p. 501-507, 2017. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)wr.1943-5452.0000779](https://doi.org/10.1061/(asce)wr.1943-5452.0000779)
- Axelrod, R.M. The cognitive mapping approach to decision making. In: AXELROD, R. (Org.). *Structure of decision: the cognitive maps of political elites*. Princeton: Princeton University Press, 1976. p. 3-17.
- BANA E COSTA, C.A.; ÂNGULO-MEZA, L.; OLIVEIRA, M.D. O método MACBETH e aplicação no Brasil. *Engevista*, v. 15, n. 1, p. 3-27, abr. 2013. <https://doi.org/10.22409/engevistav15i1.484>
- BANA E COSTA, C.A.; CHAGAS, M.P. A career choice problem: An example of how to use MACBETH to build a quantitative value model based on qualitative value judgments. *European Journal of Operational Research*, v. 153, n. 2, p. 323-331, mar. 2004. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00155-3](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00155-3)
- BANA E COSTA, C.A.; CORTE, J.-M.; VANSNICK, J.-C. Macbeth. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, v. 11, n. 2, p. 359-387, mar. 2012. <https://doi.org/10.1142/S0219622012400068>
- Bana e Costa, C.A.; Corte, J.M.; Vansnick, J.C. On the Mathematical Foundations of MACBETH. In: GRECO, S.; EHRGOTT, M.; FIGUEIRA, J. (Org.). *Multiple Criteria Decision Analysis*. Nova York: Springer, 2016. v. 233. p. 421-463. (International Series in Operations Research & Management Science).
- BANA E COSTA, C.A.; VANSNICK, J.-C. MACBETH: An Interactive Path Towards the Construction of Cardinal Value Functions. *International Transactions in Operational Research*, v. 1, n. 4, p. 489-500, out. 1994. [https://doi.org/10.1016/0969-6016\(94\)90010-8](https://doi.org/10.1016/0969-6016(94)90010-8)
- BANA E COSTA, C.A.; VANSNICK, J.C. The MACBETH Approach: Basic Ideas, Software, and an Application. In: MESKENS, N.; ROUBENS, M. (org.). *Advances in Decision Analysis*. Mathematical Modelling: Theory and Applications. Dordrecht: Springer, 1999. v. 4, p. 131-157. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0647-6_9
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 1997.
- CANAS, S.R.D.; FERREIRA, F.A.F.; MEIDUTĖ-KAVALIUSKIENĖ, I. Setting rents in residential real estate: a methodological proposal using multiple criteria decision analysis. *International Journal of Strategic Property Management*, v. 19, n. 4, p. 368-380, out. 2015. <https://doi.org/10.3846/1648715X.2015.1093562>
- CARAYANNIS, E.G.; FERREIRA, F.A.F.; BENTO, P.; FERREIRA, J.J.M.; JALALI, M.S.; FERNANDES, B.M.Q. Developing a socio-technical evaluation index for tourist destination competitiveness using cognitive mapping and MCDA. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 131, p. 147-158, jun. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.015>
- CARNERO, M.C.; GÓMEZ, A. A Multicriteria Model for Optimization of Maintenance in Thermal Energy Production Systems in Hospitals: A Case Study in a Spanish Hospital. *Sustainability*, v. 9, n. 4, p. 493, abr. 2017. <https://doi.org/10.3390/su9040493>
- DEMESOUKA, O.E.; VAVATSIKOS, A.P.; ANAGNOSTOPOULOS, K.P. Using MACBETH Multicriteria Technique for GIS-Based Landfill Suitability Analysis. *Journal of Environmental Engineering*, v. 142, n. 10, p. 04016042, out. 2016. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0001109](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001109)

- EDEN, C.; ACKERMANN, F. Cognitive mapping expert views for policy analysis in the public sector. *European Journal of Operational Research*, v. 152, n. 3, p. 615-630, fev. 2004. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00061-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00061-4)
- ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S.; DUTRA, A.; LONGARAY, A.; DEZEM, V. Performance assessment model for bank client's services and business development process: a constructivist proposal. *International Journal of Applied Decision Sciences*, v. 11, n. 1, p. 100-126, 2018.
- FANTINATTI, P.A.P.; ZUFFO, A.C.; FERRÃO, A.M.A. *Indicadores de sustentabilidade em engenharia: como desenvolver*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- FARIA, P.A.M.; FERREIRA, F.A.F.; JALALI, M.S.; BENTO, P.; ANTÓNIO, N.J.S. Combining cognitive mapping and MCDA for improving quality of life in urban areas. *Cities*, v. 78, p. 116-127, ago. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.02.006>
- FERREIRA, F.A.F.; SPAHR, R.W.; SUNDERMAN, M.A. Using multiple criteria decision analysis (MCDA) to assist in estimating residential housing values. *International Journal of Strategic Property Management*, v. 20, n. 4, p. 354-370, out. 2016. <https://doi.org/10.3846/1648715X.2015.1122668>
- GIORDANO, R.; PASSARELLA, G.; URICCHIO, V.F.; VURRO, M. Integrating conflict analysis and consensus reaching in a decision support system for water resource management. *Journal of Environmental Management*, v. 84, n. 2, p. 213-228, jul. 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.05.006>
- GRAY, S.; STERLING, E.J.; AMINPOUR, P.; GORALNIK, L.; SINGER, A.; WEI, C.; AKABAS, S.; JORDAN, R.C.; GIANBBANELI, P.J.; HODBOD, J.; BETLEY, E.; NORRIS, P. Assessing (Social-Ecological) Systems Thinking by Evaluating Cognitive Maps. *Sustainability*, v. 11, n. 20, p. 5753, out. 2019. <https://doi.org/10.3390/su11205753>
- HJORTSØ, C.N.; CHRISTENSEN, S.M.; TARP, P. Rapid stakeholder and conflict assessment for natural resource management using cognitive mapping: The case of Damdoi Forest Enterprise, Vietnam. *Agriculture and Human Values*, v. 22, n. 2, p. 149-167, jun. 2005. <https://doi.org/10.1007/s10460-004-8275-z>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Geociências*. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novportal/por-cidade-estado-geociencias.html?t=destaques&c=4118402>. Acesso em: 31 out. 2018.
- INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). *Caderno Estatístico Município de Paranavaí*. Paranavaí: IPARDES, 2018. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=87700>. Acesso em: out. 2018.
- KEENEY, R.L. *Value-focused thinking: a path to creative decision making*. Cambridge: Harvard University Press, 1992. 432 p.
- Kitchin, R.M. Cognitive maps: What are they and why study them? *Journal of Environmental Psychology*, v. 14, n. 1, p. 1-19, 1994. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80194-X](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80194-X)
- KUSTERKO, S.; ENSSLIN, S.R.; ENSSLIN, L.; CHAVES, L.C. Gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água: uma abordagem construtivista. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 3, p. 615-626, maio/jun. 2018. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522018156436>
- LABREUCHE, C.; MAYAG, B.; DUQUEROIE, B. Extension of the MACBETH approach to elicit an ordered weighted average operator. *EURO Journal on Decision Processes*, v. 3, n. 1, p. 65-105, jun. 2015. <https://doi.org/10.1007/s40070-015-0041-5>
- MCINNES, R.; SMITH, G.; GREAVES, J.; WATSON, D.; WOOD, N.; EVERARD, M. Multicriteria decision analysis for the evaluation of water quality improvement and ecosystem service provision. *Water and Environment Journal*, v. 30, n. 3-4, p. 298-309, 2016. <https://doi.org/10.1111/wej.12195>
- MELO, F.L.N.B.; SILVA, M.P.; SILVA, R.R.; AIRES, R.F.F. Apoio ao processo de avaliação do serviço de abastecimento de água no Rio Grande do Norte: uma abordagem multicritério. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 4, p. 675-686, jul./ago. 2018. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522018158835>
- OLIVEIRA, M.D.; LOPES, D.F.; COSTA, C.A.B.E. Improving occupational health and safety risk evaluation through decision analysis. *International Transactions in Operational Research*, v. 25, n. 1, p. 375-403, 2018. <https://doi.org/10.1111/itor.12339>
- PARANAVAÍ. *Lei nº 2.436, de 2003*. Cria área de proteção ambiental do Ribeirão Araras e dá outras providências. Paranavaí: Prefeitura de Paranavaí, 2003. Disponível em: http://www.controle municipal.com.br/inga/sistema/arquivos/12101/220217094238_lei_municipal_2436_de_2003_cria_area_de_protecao_ambiental_do_ribeirao_araras_pdf.pdf. Acesso em: 31 out. 2018.
- TOLMAN, E.C. Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, v. 55, n. 4, p. 189-208, 1948. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/fulltext/1949-00103-001.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2019. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0061626>
- TUFTS UNIVERSITY. *Visual Understanding Environment (VUE)*. Tufts University. Disponível em: <https://vue.tufts.edu/>. Acesso em: nov. 2019.
- VAN ESCH, F.; JOOSEN, R.; VAN ZUYDAM, S. Responsive to the People? Comparing the European Cognitive Maps of Dutch Political Leaders and their Followers. *Politics and Governance*, v. 4, n. 2, p. 54-67, 2016. <http://dx.doi.org/10.17645/pag.v4i2.577>
- Van Ingelgom, V. *Integrating indifference: A comparative, qualitative and quantitative approach to the legitimacy of European integration*. Colchester: ECPR Press, 2014. 236 p.
- VAN WINSSEN, F.; MEY, Y.; LAUWERS, L.; PASSEL, S.V.; VANCAUTEREN, M.; WAUTERS, E. Cognitive mapping: A method to elucidate and present farmers' risk perception. *Agricultural Systems*, v. 122, p. 42-52, nov. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jagsy.2013.08.003>
- WOOD, M.D.; BOSTROM, A.; BRIDGES, T.; LINKOV, I. Cognitive Mapping Tools: Review and Risk Management Needs. *Risk Analysis*, v. 32, n. 8, p. 1333-1348, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01767.x>