ANA ELISA FERRARI CARVALHO

Análises multicriteriais aplicadas à avaliação de alternativas de controle de inundações na bacia hidrográfica do rio Mineirinho (São Carlos – SP).

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos, SP
2016

ANA ELISA FERRARI CARVALHO

Análises multicriteriais aplicadas à avaliação de alternativas de controle de inundações na bacia hidrográfica do rio Mineirinho (São Carlos – SP).

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. João Luiz Boccia Brandão

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos, SP
2016

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

C331a Carvalho, Ana Elisa Ferrari
Análises multicriteriais aplicadas à avaliação de
alternativas de controle de inundações na bacia
hidrográfica do rio Mineirinho (São Carlos - SP) / Ana
Elisa Ferrari Carvalho; orientador João Luiz Boccia
Brandão. São Carlos, 2016.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2016.

1. drenagem urbana. 2. bacia do Mineirinho. 3.
análise multicriterial. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Engenheira **ANA ELISA FERRARI CARVALHO**.

Título da dissertação: "Análises multicriteriais aplicadas à avaliação de alternativas de controle de inundações na bacia hidrográfica do Rio Mineirinho (São Carlos - SP)".

Data da defesa: 12/05/2016

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Dr. **João Luiz Boccia Brandão (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

APROVADA

Prof. Dr. **Renato Carlos Zambon**
(Escola Politécnica/EP-USP)

APROVADA

Profa. Dra. **Kátia Sakihama Ventura**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADA

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento:

Profa. Associada **Maria Bernadete A. Varesche Silva**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Associado **Paulo César Lima Segantine**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Ao meu orientador, João Luiz Boccia Brandão, por fazer todo o possível para me auxiliar.

A todas as pessoas que, de algum modo, me mostraram o que eu poderia melhorar neste trabalho, participaram da pesquisa e/ou me indicaram potenciais participantes: Kátia, Luísa Fernanda, Gabriela, Nataska, Heider, Mindu, Thomaz, Fabrício, Renata, Rodeney, Márcio, Paulo, Luzdivina, Bernardo.

Ao pessoal do LabSin e a amigos do PPG-SHS, por tornar meu ambiente de trabalho tão agradável.

Aos funcionários do Departamento de Hidráulica e Saneamento, essenciais para que eu pudesse realizar esta pesquisa no SHS.

Ao meu noivo, Léo, pelo apoio de sempre e pela ajuda com ferramentas computacionais.

À minha família (pai, mãe, irmão, vô, vó, tio, tia, primos, cachorro e gatos), por me proporcionar tantos bons momentos, e às queridas amigas do 144-B, Pampers e Ingrid, por tanto companheirismo.

Ao pessoal da ABU de São Carlos e da igreja, pela comunhão e por me ajudar a permanecer no caminho certo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pela bolsa concedida.

RESUMO

CARVALHO, A.E.F.; BRANDÃO, J.L.B. 2016. 239p. **Análises multicriteriais aplicadas à avaliação de alternativas de controle de inundações na bacia hidrográfica do rio Mineirinho (São Carlos – SP)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

O processo de acelerada expansão urbana observado no Brasil a partir de meados do século XX, sem planejamento adequado, resultou em ocupação de áreas de risco de inundações urbanas por parte da população de baixa renda, gerando prejuízos sociais. Além disso, potencializou-se o risco de inundações por meio da impermeabilização do território, supressão da mata ciliar e retificação e canalização dos córregos. Com vistas à redução no risco de inundações em áreas urbanas, faz-se necessário, além da adoção de medidas mitigadoras nos locais assolados pelo problema, um disciplinamento adequado do uso e da ocupação do solo nas áreas ainda não urbanizadas da bacia, abordando a questão da drenagem. No entanto, o planejamento territorial urbano não é atribuição do sistema gestor de recursos hídricos, mas do município como um todo, de modo que há vários setores da gestão municipal que devem ser envolvidos nesse processo. Em meio a diferentes prioridades, a questão da drenagem urbana não tem sido satisfatoriamente abordada. Nesse contexto decisório a respeito do planejamento, é fundamental, portanto, que haja uma metodologia que possa conciliar os julgamentos divergentes e, por vezes, conflitantes acerca da alternativa mais adequada de uso e ocupação do solo. Os sistemas de suporte à decisão multicriteriais permitem contornar este problema, além de possibilitarem trabalhar com critérios incomensuráveis, de modo que se configuram como uma opção promissora para o planejamento territorial urbano. O objetivo deste trabalho foi justamente aplicar três métodos diferentes de análises multicriteriais ao planejamento de uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica ainda em urbanização (rio Mineirinho, em São Carlos – SP) para escolher uma alternativa de uso e ocupação do solo dentre três possíveis. A primeira consistia em um futuro provável com base no histórico de urbanização da bacia e no Plano Diretor Municipal; a segunda, idem, com o acréscimo de um reservatório proposto no Plano Diretor de Drenagem Urbana de São Carlos; e a última propunha medidas de adequação da ocupação urbana ao sistema natural de drenagem. Dever-se-iam considerar os julgamentos de diferentes atores sociais e buscar a redução no risco de inundações urbanas. Um dos métodos utilizados, o Processo Analítico Hierárquico foi considerado menos adequado ao problema proposto que os outros dois (*fuzzy-TOPSIS* e *fuzzy-ELECTRE*). E apesar da dificuldade encontrada em realizar uma reunião com um conjunto de seis diferentes atores sociais para debater seus pontos de vista acerca de critérios de escolha e alternativas de uso e ocupação do solo na bacia, foi possível verificar as preferências do conjunto. Em geral, deseja-se alguma intervenção estrutural significativa para mitigar o problema das inundações, como o reservatório proposto no Plano Diretor de Drenagem Urbana de São Carlos. Embora os participantes da pesquisa tenham mostrado interesse pela proteção ambiental, não preferiram, em comparação às demais, a alternativa de uso e ocupação do solo que favorecia a adequação da ocupação urbana ao sistema natural de drenagem.

Palavras-chave: drenagem urbana, bacia do Mineirinho, análise multicriterial.

ABSTRACT

CARVALHO, A.E.F.; BRANDÃO, J.L.B. 2016. 239p. **Multicriteria analysis applied to the assessment of flood control alternatives in the Mineirinho watershed (São Carlos – SP).** Thesis (Master in Hydraulic Engineering and Sanitation) – School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2016.

The process of accelerated urban expansion observed in Brazil from the second half of the 20th century on, without adequate planning, resulted in the occupation of areas with risk of flooding by the population of lower income, what caused social loss. Besides, waterproofing of the territory, suppression of the riparian forest, and straightening and channeling of rivers increased the risk of flooding. In order to reduce this risk in urban areas, in addition to adopting mitigating measures on the spots affected by the problem, it is necessary to discipline the use and occupation of the soil where it has not yet been urbanized, taking into consideration the drainage matter. However, urban territory planning is not only attributed to the managers of the water systems, but to the city as a whole. This way, there are various sectors of the municipal management that should be involved in this process. Among different priorities, the matter of urban drainage has not been satisfactorily discussed. Thus it is fundamental to find a method to conciliate divergent judgements about the most adequate alternative for the use and occupation of the soil. The multicriteria decision support systems are able to do this and to work with incommensurable criteria, and therefore they are a promising option to apply in the context of urban territory planning. The main objective of this work was precisely using three different methods of multicriteria analysis in the planning of the soil use and occupation of the Mineirinho watershed (São Carlos – SP), which is still in the midst of an urbanization process, in order to choose one of the three possible alternatives of soil use and occupation. The first one consisted on a probable future, based on the watershed urbanization history and the Municipal Directive Plan; the second one, *idem*, with the addition of a reservoir proposed in the Urban Drainage Directive Plan of São Carlos; and the last one presented measures to adequate the occupation of the basin to the natural drainage system. The judgement of different social actors and the reduction of the urban flooding risk should be taken into account. One of the used methods – the Analytic Hierarchy Process (AHP) – was considered less suitable to the proposed problem than the other two (fuzzy-TOPSIS and fuzzy-ELECTRE). And although there was some difficulties to hold a meeting with a group of six different social actors who would debate their points of view concerning the choice criteria and the alternatives of soil use and occupation, it was possible to verify the preferences of the group. In general, they want a significant structural intervention to mitigate the urban flood problem, like the reservoir proposed in the Urban Drainage Directive Plan of São Carlos. In spite of the fact that the social actors showed interest for the environmental protection, they did not prefer, when comparing to the other alternatives, the one that most favored the adequacy of the urban occupation to the natural drainage system.

Key words: urban drainage, Mineirinho watershed, multicriteria analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Matriz institucional do SINGREH.....	23
Figura 2 – Localização geográfica da bacia do córrego do Mineirinho.	41
Figura 3 – A UGRHI 13 e sua localização no estado de São Paulo..	42
Figura 4 – Modelo digital de elevação da bacia do córrego do Mineirinho.....	44
Figura 5 – Situação atual do uso e ocupação do solo na microbacia do rio Mineirinho (delimitada pelo contorno em vermelho)..	46
Figura 6 – Mapa de uso e ocupação do solo elaborado a partir de imagem de alta resolução.	47
Figura 7 – Zoneamento da bacia do Mineirinho conforme o Plano Diretor.	52
Figura 8 – Alternativa de uso e ocupação do solo: futuro tendencial.....	58
Figura 9 – Alternativa de uso e ocupação do solo: futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana.	60
Figura 10 – Curva cota-área-volume do reservatório do Plano Diretor de Drenagem Urbana..	61
Figura 11 – Alternativa de uso e ocupação do solo: futuro alternativo.	64
Figura 12 – Localização dos reservatórios de retenção propostos no “futuro alternativo”.....	65
Figura 13 – Perfil da barragem do reservatório R1.	66
Figura 14 – Curvas cota-volume dos reservatórios (a) R1, (b) R2 e (c) R3, propostos no futuro alternativo.....	67
Figura 15 – Hierarquização do problema em objetivo, critérios e alternativas.....	76
Figura 16 – Exemplo de gráfico de decisão, em que A_p domina sobre A_q e A_r , e não há relação de dominância entre A_q e A_r	85
Figura 17 – Porcentagem de preferência de cada alternativa, segundo o método AHP, dos representantes do ponto de vista: (a) técnico, (b) ambiental, (c) político, (d) empresarial, (e) urbanístico e (f) comunitário	94
Figura 18 – Porcentagem de preferência de cada alternativa, segundo o método AHP, do conjunto dos atores sociais	95
Figura 19 – Porcentagem de preferência de cada alternativa, segundo o método AHP, do conjunto dos atores sociais, considerando somente os critérios (a) ambientais; (b) econômicos e (c) sociais.....	96
Figura 20 – Pesos dados pelos atores sociais aos critérios, sendo BB: bastante baixo; B: baixo; MB: medianamente baixo; M: mediano; MA: medianamente alto; A: alto; e BA: bastante alto	99
Figura 21 – <i>Performance</i> das alternativas em relação aos 13 critérios. Quanto mais perto do centro do círculo, menor a <i>performance</i>	101

Figura 22 – Gráfico de decisão gerado pelo ponto de vista técnico	102
Figura 23 - Gráfico de decisão gerado pelos pontos de vista ambiental, político e urbanístico	103
Figura 24 - Gráfico de decisão gerado pelo ponto de vista empresarial.....	103
Figura 25 - Gráfico de decisão gerado pelo ponto de vista comunitário	103
Figura 26 – Gráfico de decisão gerado pelo conjunto dos pontos de vista dos atores sociais	104
Figura 27 – Gráficos de decisão gerado pelo conjunto dos pontos de vista dos atores sociais, considerando somente os critérios (a) ambientais; (b) econômicos e (c) sociais	106
Figura 28 – Proximidades relativas (RI) de cada alternativa para a solução ideal, segundo os representantes dos pontos de vista: (a) técnico, (b) ambiental, (c) político, (d) empresarial, (e) urbanístico e (f) comunitário	108
Figura 29 – Proximidade relativa (RI) de cada alternativa para a solução ideal, segundo o conjunto dos pontos de vista dos atores sociais.....	110
Figura 30 – Proximidade relativa (RI) de cada alternativa para a solução ideal, segundo o conjunto dos pontos de vista dos atores sociais, considerando somente os critérios (a) ambientais; (b) econômicos e (c) sociais.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das medidas estruturais de controle do escoamento.....	20
Tabela 2 – Características da bacia do córrego do Mineirinho	43
Tabela 3 – Vazões máximas e manchas de inundação para a situação atual da bacia.....	56
Tabela 4 – Vazões máximas e manchas de inundação para a alternativa “futuro tendencial”	59
Tabela 5 – Vazões máximas e manchas de inundação para a alternativa “futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana”	62
Tabela 6 – Vazões máximas e manchas de inundação para a alternativa “futuro alternativo”	69
Tabela 7 – A escala semântica de Saaty e sua correspondência numérica	77
Tabela 8 – Valores de IR em função do número n de critérios	78
Tabela 9 – Expressões para definir o peso dos critérios no método <i>fuzzy</i> -ELECTRE e sua correspondência numérica.....	79
Tabela 10 – Expressões para definir a <i>performance</i> das alternativas no método <i>fuzzy</i> -ELECTRE e sua correspondência numérica	79
Tabela 11 – Expressões para avaliar o peso dos critérios no método <i>fuzzy</i> -TOPSIS e sua correspondência numérica.....	86
Tabela 12 – Expressões para avaliar a <i>performance</i> de cada alternativa no método <i>fuzzy</i> -TOPSIS e sua correspondência numérica	86
Tabela 13 – Estrutura da reunião com os participantes da pesquisa.....	90
Tabela 14 – Médias ponderadas das alternativas de uso e ocupação do solo	112

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 OBJETIVOS.....	18
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3.1 Bacia hidrográfica e o problema das inundações urbanas.....	19
3.2 Medidas para diminuição do risco e da severidade das inundações	19
3.3 As políticas nacional e estadual de recursos hídricos.....	22
3.4 Planejamento urbano em nível municipal.....	25
3.5 A tomada de decisão e ferramentas de apoio.....	31
3.5.1 Sistemas de suporte à decisão multicriteriais	35
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	40
4.1 Localização e características físicas	40
4.3 Leis relevantes para a drenagem urbana na área de estudo	48
4.4 Modelação hidráulico-hidrológica	55
5 MATERIAIS E MÉTODOS	57
5.1 Alternativas de uso e ocupação do solo.....	57
5.2 Conclusões sobre as alternativas.....	70
5.3 Escolha da alternativa ótima	70
6 RESULTADOS.....	91
6.1 Resultados da validação do método	91
6.2 Resultados das análises multicriteriais.....	93
6.3 Resultados da reunião com os participantes da pesquisa	113
6.4 Dificuldades e ressalvas em geral	114
7 CONCLUSÃO	117
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
ANEXO 1 – Comprovante de envio do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)	124
ANEXO 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	126
ANEXO 3 – Carta com informações sobre os critérios e as alternativas.....	132
ANEXO 4 – Questionário individual sobre os critérios e as alternativas	144
ANEXO 5 – Tabelas com as comparações par a par entre os critérios e as alternativas	171
ANEXO 6 – Tabelas com os pesos dos critérios e as <i>performances</i> das alternativas	223
ANEXO 7 – Ata da reunião com os atores sociais	236

1 INTRODUÇÃO

Em países em desenvolvimento, é comum que ocorra a expansão dos centros urbanos devido à industrialização e desenvolvimento do setor de comércio e serviços. O Brasil passou por esse processo a partir de meados do século XX, de modo que atualmente, segundo o último Censo do IBGE (2010), 84,36% da população brasileira residem em áreas urbanas.

Porém, a maneira como ocorreu tal expansão em grande parte do país, sem um planejamento adequado e investimento em infraestrutura, culminou em um indesejado custo social. Atualmente é determinado por lei em todo o território nacional que seja garantido à população o direito à cidade sustentável, ou seja, o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações. A ocupação desordenada dos centros urbanos e seus consequentes problemas, contudo, ainda persistem. Em se tratando de drenagem urbana, por exemplo, houve o agravamento de inundações, uma vez que ocorreu, além da impermeabilização do território, ocupação das áreas de várzea dos rios, as quais são naturalmente sujeitas a inundações. A mata ciliar foi suprimida e os córregos, muitas vezes, foram retificados e canalizados, transferindo para jusante os efeitos deletérios das inundações.

A fim de reduzir a severidade das inundações urbanas, medidas estruturais (que envolvem a modificação antrópica dos sistemas de drenagem naturais por meio de obras hidráulicas) e não estruturais devem ser abordadas na etapa de planejamento da ocupação do território. No caso da maioria dos municípios brasileiros, tal etapa está incluída no processo de elaboração do Plano Diretor, que em geral não confere à drenagem urbana a atenção que lhe é devida.

Além do Plano Diretor, o município pode dispor de planos setoriais que tratam da questão do uso e ocupação do solo, cuja relevância não se limita ao setor de recursos hídricos, mas inclui-se na esfera de atuação do município como um todo. A questão se insere, por exemplo, em discussões concernentes aos planos de drenagem, de habitação, de transportes, de saneamento básico, entre outros. É de suma importância que todos eles apresentem consonância entre si, de modo que já na etapa de suas elaborações deva haver articulação entre os setores interessados.

Há que se considerar ainda que outros planos de diferentes esferas de governo – sejam nos níveis nacional, estadual, municipal, ou ainda de bacia hidrográfica – têm influência direta sobre o planejamento territorial, o que torna a articulação entre todos os entes envolvidos ainda

mais complexa. Ademais há exigência legal de participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade, não apenas na elaboração, como também na execução e no acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano.

Percebe-se, assim, a necessidade de meios que facilitem a integração de todos os diversos setores e atores sociais envolvidos no planejamento territorial urbano, uma vez que vários objetivos diferentes – e ocasionalmente conflitantes – surgem nesse contexto, o que torna o processo demasiadamente moroso e complicado. Tendo em vista tal conjuntura, há diversas metodologias que podem ser utilizadas para o auxílio de indivíduos ou grupos organizados durante a análise e a seleção de alternativas para a solução do problema. Estas metodologias consistem nos sistemas de suporte à decisão, dentre os quais podem ser citadas planilhas eletrônicas simples, cartas temáticas ou até modelos de simulação mais complexos, por exemplo.

No entanto, grande parte dos métodos convencionais para dar suporte à decisão consideram apenas um critério de escolha ou classificação, além de não serem capazes de processar satisfatoriamente problemas ambientais complexos, para os quais, muitas vezes, os dados e informações são qualitativos e subjetivos, dependentes do julgamento dos tomadores de decisão e, conseqüentemente, carregados de incertezas.

Nesse contexto, os sistemas de suporte à decisão multicriteriais (MCDSS – Multicriteria Decision Support Systems) podem ser considerados uma ferramenta extremamente útil, justamente por suprirem tais carências de métodos convencionais. Isto é, os MCDSS consideram vários critérios para auxiliar na escolha da alternativa ótima, bem como podem incorporar informações qualitativas no processo.

Até os dias atuais, inúmeros MCDSS têm sido desenvolvidos e aperfeiçoados para aplicação nas mais diversas situações que envolvem tomadas de decisão com múltiplos critérios. O presente trabalho busca precisamente verificar os resultados advindos da aplicação de três desses métodos de análises multicriteriais a um problema pontual de inundações urbanas em uma bacia hidrográfica em processo de ocupação no município de São Carlos – SP.

2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é verificar qual dentre três determinadas alternativas de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Mineirinho (São Carlos – SP) seria escolhida considerando o julgamento de diferentes atores sociais, por meio de análises multicriteriais e buscando a redução no risco de inundações urbanas.

Como objetivos secundários, tem-se:

- simular uma tomada de decisão participativa e conciliadora;
- analisar a proposição, por parte dos tomadores de decisão, de novas alternativas de ocupação territorial da bacia, distintas das apresentadas no início da pesquisa;
- verificar se houve conscientização dos decisores acerca do problema das inundações, bem como a assimilação de diferentes percepções, após as reuniões para a tomada de decisão;
- averiguar eventuais pontos de entrave à implementação da alternativa que, conforme os critérios técnicos, mais favorece a redução no risco e na severidade de inundações urbanas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Bacia hidrográfica e o problema das inundações urbanas

Os fenômenos observados no exutório de uma bacia hidrográfica são influenciados pelas diferentes formas de ocupação do território e de utilização das águas (PORTO, M., PORTO, R., 2008). Uma das maneiras de ocupação da bacia pelo homem consiste em sua urbanização. No Brasil, o crescimento se deu, em parte, de maneira irregular ou clandestina em áreas sujeitas a inundações e escorregamentos, o que caracteriza a “cidade informal”, habitada principalmente pela população de baixa renda, relegada a essas áreas desprezadas pelo restante da população (TUCCI, 2004). Canholi (2005) ressalta ainda que a urbanização no Brasil acarretou na expansão do sistema viário sobre as várzeas dos rios, por meio da implantação das vias de fundo de vale (marginais), o que atraiu a ocupação de tais áreas.

Tucci (2008) elenca os principais problemas com a infraestrutura de água no ambiente urbano, principalmente na cidade informal. Relacionados a inundações, cita o autor: não existência, por vezes, da rede de drenagem urbana, ou inadequação da rede; ocupação do leito de inundação natural ribeirinha; e impermeabilização e canalização dos rios urbanos. Tominaga et al. (2009) citam ainda a disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d’água e o intenso processo de erosão dos solos e de assoreamento dos corpos hídricos como condicionantes de inundações. Todos esses fatores geram incremento da vazão máxima, antecipação do pico de cheia e aumento do volume de escoamento superficial (TUCCI, 1995).

Os custos sociais advindos das inundações urbanas variam desde impactos na saúde humana até efeitos nos preços das habitações e na infraestrutura de transportes, além de prejuízos relacionados à perda de tempo de trabalho e de educação, aos danos nas propriedades e ao estresse psicológico (HADDAD, TEIXEIRA, 2013). Há ainda o risco de perda de vidas.

3.2 Medidas para diminuição do risco e da severidade das inundações

Visando ao controle das inundações urbanas, Tucci e Genz (1995) sugerem que sejam adotadas tanto medidas estruturais, com a modificação dos sistemas de drenagem naturais por meio de obras hidráulicas, quanto não estruturais, como controle do uso e ocupação do solo, educação ambiental, previsão e alerta de inundações, evacuação e reassentamento ou realocação da população em áreas de risco.

Vale ressaltar que, ao se implantarem tais medidas, diminui-se não somente a probabilidade de que ocorram inundações urbanas, mas também a severidade com que estas eventualmente ocorrem.

3.2.1 Medidas estruturais

As medidas estruturais consistem em interferências nas características do escoamento e são responsáveis pelo direcionamento e controle do fluxo das águas pluviais. Fazem uso de obras que modificam o sistema natural para a retenção ou contenção do escoamento, como, por exemplo, a construção de reservatórios, diques e canalizações abertas e fechadas. Com isso, a adoção de medidas estruturais que promovem controle do escoamento representa a visão de convivência com a questão das cheias no meio urbano (SÃO PAULO, 2012).

Os dispositivos propostos pelas medidas estruturais de controle na fonte podem ser classificados em função de sua atuação, que pode se dar na infiltração ou no armazenamento, ou ainda na combinação destes processos (SÃO PAULO, 2012).

A Tabela 1 apresenta a função de cada classe das medidas estruturais, bem como alguns exemplos.

Tabela 1 – Classificação das medidas estruturais de controle do escoamento

Atuação	Função	Exemplos
Infiltração	Destinar a água para sua absorção pelo solo, o que reduz a quantidade de água no sistema pluvial.	Valas de infiltração, pavimentos porosos, trincheiras de infiltração e valas gramadas.
Armazenamento	Retenção do escoamento, para posterior liberação do volume.	Bacias de retenção, retenção nos lotes e microdrenagem de forma linear.

Fonte: adaptado de São Paulo (2012)

Ainda segundo o manual de drenagem de São Paulo (SÃO PAULO, 2012), os dispositivos mistos influenciam tanto na infiltração quanto no armazenamento, e podem, em algumas situações, ser mais eficientes que os dispositivos isolados. Recomenda-se seu uso em regiões com pouca área disponível para obras.

3.2.2 Medidas não estruturais

Conforme o manual de drenagem de São Paulo (SÃO PAULO, 2012), as medidas não estruturais possuem caráter legal e institucional, e procuram disciplinar a urbanização de forma a minimizar os seus efeitos no regime hídrico das bacias. Ou seja, trata-se de medidas que, mesmo sem alterar a morfologia da bacia, visam à mitigação dos impactos causados pela urbanização com a aplicação de medidas e princípios para a redução do risco hidrológico e da interferência antrópica nas condições naturais. A efetividade das medidas não estruturais depende da participação da população e da fiscalização constante do crescimento da cidade e da ocupação de áreas de forma irregular.

Seguem as descrições das medidas não estruturais mais relevantes (SÃO PAULO, 2012):

- Normas e critérios técnicos para construção e obras: têm por objetivo estabelecer as características técnicas das estruturas em áreas suscetíveis a alagamentos. Por vezes permite-se a desocupação da área ou a adequação das estruturas para a passagem da água, como no caso de estruturas elevadas e resistentes a inundações.
- Legislação apropriada: relaciona-se à ocupação do solo, prevenindo que as áreas afetadas pelas enchentes e áreas ainda não impermeabilizadas sejam ocupadas.
- Seguro-enchente: visa a cobrir os gastos com a recuperação dos danos causados pelas inundações.
- Sistema de alerta: são sistemas de monitoramento hidrológico em tempo real que permitem processar modelos de previsão de chuva e de inundações. Devem estar acoplados a programas de ações emergenciais (remoção de população em situação de risco, controle do trânsito, operação de obras de controle de cheias, etc.).
- Educação ambiental: programas de formação em questões ambientais para conhecimento e participação dos cidadãos.

As medidas não estruturais são especialmente importantes quando dizem respeito às planícies sedimentares marginais aos cursos d'água, que podem ser inundadas durante as cheias e, portanto, sua ocupação deve ser restringida por meio de (SÃO PAULO, 2012):

- Zoneamento com delimitação clara das áreas frequentemente inundadas.
- Fixação de cotas aquém das quais a ocupação é desaconselhada ou mesmo vedada.
- Restrição de acesso às áreas sujeitas a inundações.
- Restrição por parte de órgãos públicos de licenciamento ambiental e de financiamento para empreendimentos de ocupação das áreas inundáveis.

- Limitação à expansão de outros serviços públicos nas áreas sujeitas a inundações frequentes.
- Estudo de áreas alternativas para os empreendimentos em cogitação em áreas inundáveis.
- Fixação de incentivos fiscais para que os terrenos permaneçam ociosos.

Em áreas que sofrem os efeitos das inundações urbanas, algumas medidas não estruturais que podem atenuar o problema são planos de contingência que compreendam sistemas de alerta, diques provisórios, esquemas de desvio de tráfego e de evacuação da população, entre outros aspectos; planos de assistência social, que abordem socorro à população (fornecimento de abrigo, alimentação, ajuda financeira, etc); e isenção de impostos e taxas às pessoas e às propriedades atingidas (SÃO PAULO, 2012).

3.3 As políticas nacional e estadual de recursos hídricos

Todas as medidas a serem implementadas para a melhoria do sistema de drenagem devem estar em acordo com a legislação vigente.

Em nível nacional, a Lei 9.433/97 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Esta tem, por objetivos (BRASIL, 1997):

- “I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.”

Percebe-se, então, que há uma lei em todo o território nacional que busca a prevenção e a defesa contra inundações urbanas, entre outros eventos hidrológicos críticos.

Para o cumprimento desses objetivos, a PNRH estabelece algumas diretrizes, dentre as quais destacam-se a articulação do planejamento dos recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional; e a inter-relação entre a gestão dos recursos hídricos com a do uso do solo.

A matriz institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH) é mostrada na Figura 1.

Figura 1 – Matriz institucional do SINGREH. Fonte: ANA (2013).

Os entes mostrados na matriz da Figura 1 são o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH); a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU); o Ministério do Meio Ambiente (MMA); a Agência Nacional de Águas (ANA); o Conselho de Recursos Hídricos do estado ou do Distrito Federal (CERH); o Órgão Gestor Estadual ou do Distrito Federal (OGRH); o Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH); e a agência de água. Conforme a ANA (2013):

- CNRH: órgão consultivo e deliberativo criado pela Lei nº 9.433, de 1997, com a função de atuar na formulação da Política Nacional de Recursos Hídricos, que teve sua regulamentação e instalação no ano seguinte, com o Decreto nº 2.612, de 6 de junho de 1998.
- SRHU: integrante da estrutura do MMA, que atua como secretaria executiva do CNRH.
- ANA: autarquia sob regime especial criada pela Lei nº 9.984, de 2000, que tem atribuições de outorgar e fiscalizar os usos da água, bem como de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenar o SINGREH.

- CERH: órgão consultivo e deliberativo instituído pelas unidades da federação, que tem a função de formular a Política de Recursos Hídricos no âmbito da respectiva unidade federativa.
- OGRH: órgão com competência de outorgar e fiscalizar o uso dos recursos hídricos em rios de domínio do estado ou do Distrito Federal, e de implementar o Sistema Estadual ou Distrital de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- CBH: colegiado integrante do SINGREH onde são debatidas, no âmbito da bacia hidrográfica, as questões relacionadas à gestão dos recursos hídricos.
- Agência de Água: instância técnica e executiva que também atua como secretaria-executiva do respectivo Comitê de Bacia.

Na esfera do estado de São Paulo, a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) foi instituída pela lei 7.663/91 (anterior à PNRH). Entre seus princípios, estão o combate e a prevenção das causas e dos efeitos adversos das inundações. Por intermédio do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH), o estado de São Paulo se compromete a assegurar meios financeiros e institucionais para defesa contra eventos hidrológicos críticos, que ofereçam riscos à saúde e à segurança públicas, assim como prejuízos econômicos e sociais. Ainda, a PERH (SÃO PAULO, 1991):

“Artigo 7º - O Estado realizará programas conjuntos com os municípios, mediante convênios de mútua cooperação, assistência técnica e econômico-financeira, com vistas a:

(...)

III - zoneamento das áreas inundáveis, com restrições a usos incompatíveis nas áreas sujeitas a inundações frequentes e manutenção da capacidade de infiltração do solo;

IV - implantação de sistemas de alerta e defesa civil para garantir a segurança e a saúde públicas, quando de eventos hidrológicos indesejáveis;

(...)

VI - combate e prevenção das inundações e da erosão;

(...)”

Assim, pode-se notar que a PERH torna obrigatório que o estado de São Paulo assista os municípios nas questões acima relacionadas e em outras concernentes aos recursos hídricos.

Tanto a política nacional quanto a estadual definem a bacia hidrográfica como unidade territorial para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos. Além disso, ambas estabelecem que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação pública. Conforme Peres (2013), uma vez que as atividades dos usuários da água

são competitivas e se acirram na medida em que a disponibilidade hídrica diminui, houve a necessidade de um novo arranjo institucional de decisão local, consubstanciado na forma de Comitês de Bacia e suas respectivas Agências de Água. Assim, tornou-se indispensável a cooperação entre diferentes esferas administrativas.

A Lei Federal 9.433/97 apresenta ainda os instrumentos da PNRH, da mesma forma que o faz a Lei Estadual 7.663/91; entre estes instrumentos encontram-se os Planos de Recursos Hídricos.

Segundo o artigo 6º da PNRH, “os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos”. Tais planos são de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com a implementação de seus programas e projetos, e devem ser elaborados por bacia hidrográfica, por estado, e para o país. O conteúdo mínimo estabelecido na PNRH compreende o diagnóstico dos recursos hídricos; alternativas de crescimento demográfico e nas atividades produtivas e alteração no uso e ocupação do solo; projeções de disponibilidade e demanda; metas; medidas a serem tomadas; diretrizes e critérios para cobrança pelos recursos hídricos; e propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso.

A PERH também discorre sobre o plano de recursos hídricos na esfera estadual, o qual deve passar por atualizações periódicas e basear-se nos planos de bacia hidrográfica. Estes, por sua vez, precisam conter, entre outros elementos, diretrizes “capazes de orientar os planos diretores municipais, notadamente nos setores de crescimento urbano, localização industrial, proteção dos mananciais, exploração mineral, irrigação e saneamento, segundo as necessidades de recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos das bacias ou regiões hidrográficas correspondentes. ”

O Plano Estadual de Recursos Hídricos é aprovado por lei estadual, e as necessidades financeiras para sua elaboração e implantação devem constar do plano plurianual, das diretrizes orçamentárias e do orçamento anual do estado.

3.4 Planejamento urbano em nível municipal

As políticas e planos das esferas estadual e federal, além daqueles da bacia hidrográfica, devem ser compatíveis com o planejamento municipal, principalmente com o plano diretor.

3.4.1 Estatuto da Cidade e Plano Diretor Municipal

Conforme explanado anteriormente, houve uma acelerada expansão urbana no Brasil na segunda metade do século XX, ocorrida, porém, sem o devido planejamento. Com isso, não se executaram políticas públicas eficazes em acomodar o contingente de novos moradores das cidades, o que provocou desequilíbrios sociais, econômicos e ambientais. Nesse contexto, surgiram as favelas, a miséria e outras maneiras de exclusão social (SILVA JÚNIOR et al., 2006).

Com o passar do tempo, percebeu-se a necessidade de planejar o crescimento das cidades, de forma que houve a inclusão, na Constituição Federal de 1988, de um capítulo específico acerca da política urbana (artigos 182 e 183), posteriormente regulamentado pela Lei 10.257/01. Esta, denominada Estatuto da Cidade, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

Segundo Silva Júnior et al. (2006), a política urbana é o conjunto de ações que devem ser promovidas pelo poder público para garantir que a cidade cumpra sua função social, ou seja, que todos os cidadãos tenham acesso à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer. O objetivo da política urbana, conforme o Estatuto da Cidade, é “ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana”, considerando-se que a função social da propriedade urbana está relacionada ao bem-estar geral da coletividade, e não apenas aos interesses do indivíduo-proprietário. Nesse sentido, os municípios devem valer-se das diretrizes e dos instrumentos do Estatuto da Cidade para estabelecer regras que garantam o direito ao usufruto da cidade a todos os que nela vivem (SILVA JÚNIOR et al., 2006).

Entre as diretrizes da Lei 10.257/01, ressaltam-se: a garantia do direito a cidades sustentáveis, sua gestão democrática e o planejamento de seu desenvolvimento.

O modelo de desenvolvimento sustentável busca a harmonia entre a produtividade econômica, o bem-estar social e a proteção do meio-ambiente. Conforme o conceito estabelecido no Estatuto da Cidade, entende-se pelo direito à cidade sustentável “o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações.” Segundo Silva Júnior et al. (2006), uma cidade sustentável possui mecanismos de gestão que possibilitam o acesso de todos os cidadãos, seja desta geração ou das futuras, aos bens e equipamentos públicos e às riquezas naturais.

Em relação à segunda diretriz destacada, a Lei 10.257/01 afirma que a gestão democrática da cidade deve ocorrer por meio da “participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano.” Segundo o artigo 43 dessa lei (BRASIL, 2001):

“Para garantir a gestão democrática da cidade, deverão ser utilizados, entre outros, os seguintes instrumentos:

I – órgãos colegiados de política urbana, nos níveis nacional, estadual e municipal;

II – debates, audiências e consultas públicas;

III – conferências sobre assuntos de interesse urbano, nos níveis nacional, estadual e municipal;

IV – iniciativa popular de projeto de lei e de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano.”

Silva Júnior et al. (2006) enfatizam que, no modelo de gestão democrática, o diálogo do governante com a sociedade civil é permanente, inclusive nos processos de tomada de decisão.

Por fim, a terceira diretriz destacada trata do planejamento do desenvolvimento das cidades, o qual visa a promover a justa distribuição espacial da população e das atividades econômicas. Para tanto, deve-se considerar tanto o território do município quanto a área sob sua influência, de modo a evitar e corrigir as distorções advindas do crescimento urbano e seus impactos negativos sobre o meio ambiente (SILVA JÚNIOR et al., 2006). Como instrumentos de planejamento municipal instituídos na Lei 10.257/01, encontram-se o plano diretor; a disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo; o zoneamento ambiental; entre outros.

O plano diretor, segundo o Estatuto da Cidade, “é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana”, de modo que “a propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor”. Este é obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes (como é o caso de São Carlos, onde se encontra a área de estudo da presente pesquisa), entre outras.

O Estatuto da Cidade estabelece que a lei que institui plano diretor seja revista, pelo menos, a cada dez anos, e que suas diretrizes e prioridades devam conter o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual.

O conteúdo mínimo do plano diretor está discriminado no artigo 42 da Lei 10.257/01. Silva Júnior et al. (2006) sintetizam as orientações que o plano deve conter, no mínimo, para que possa cumprir com sua função:

- as ações e medidas para assegurar o cumprimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana;
- os objetivos, temas prioritários e estratégias para o desenvolvimento da cidade e para a reorganização territorial do município;
- os instrumentos da política urbana previstos pelo Estatuto da Cidade que serão utilizados para concretizar os objetivos e estratégias estabelecidas pelo plano diretor; e
- o sistema de acompanhamento e controle visando a execução e implementação do plano diretor.

Durante a elaboração e a implementação do plano diretor, os Poderes Executivo e Legislativo devem garantir, conforme o Estatuto da Cidade, a promoção de audiências públicas e debates com a participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade; a publicidade quanto aos documentos e informações produzidos; e o acesso de qualquer interessado aos documentos e informações produzidos.

Apesar da existência desse relevante meio de planejamento urbano, poucos planos diretores municipais conferem a devida atenção à ocupação das áreas de risco de inundações (TUCCI, 1995), de modo que a ABRH (1995 apud PONTREMOLÉZ, 2013) recomendou que as cidades brasileiras estabelecessem seus planos diretores de drenagem urbana. Alguns municípios que o possuem são Porto Alegre, São Carlos, Vitória e Teresina (PONTREMOLÉZ, 2013).

3.4.2 Plano de drenagem

Conforme o manual de drenagem de São Paulo (SÃO PAULO, 2012), um plano de drenagem urbana é uma peça técnica voltada para o futuro, cujo escopo é orientar as ações e o processo decisório acerca dos problemas de inundações de uma bacia. O plano deve basear-se em informações suficientes e confiáveis e nas melhores tecnologias disponíveis para enfrentar os problemas consequentes das inundações.

No plano de drenagem constam documentos que apresentam os programas de ações, envolvendo medidas não estruturais, medidas estruturais de controle do escoamento superficial, o cronograma de implantação do plano e o acompanhamento das ações propostas (monitoramento) (SÃO PAULO, 2012). Os principais objetivos de um Plano Diretor de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais são (SÃO PAULO, op cit.):

- Redução das inundações;

- Zoneamento;
- Minimização dos efeitos da poluição difusa;
- Eficiência econômica;
- Desenvolvimento da região;
- Preservação e melhorias ambientais;
- Satisfação das necessidades sociais e de recreação.

Segundo UDFCD (2001) apud Pontremolez (2013), algumas vantagens que podem ser obtidas a partir da implementação de um bom plano de drenagem são:

- benefícios aos proprietários de terras de montante, resultantes da eliminação de estrangulamentos e restrições ao escoamento;
- redução de problemas aos proprietários de terras de jusante, resultante da diminuição das vazões escoadas e de canais mais estáveis;
- melhoria na qualidade da água;
- proteção de áreas ambientalmente sensíveis e do habitat ripário;
- redução nos custos de construção e manutenção das vias públicas;
- melhoria no tráfego de veículos em situações de chuva;
- melhoria na saúde pública;
- espaços abertos, parques e áreas de recreação de menor custo;
- oportunidades para reduzir o custo de construção das edificações;
- aumento na recarga dos aquíferos subterrâneos.

Na etapa de planejamento do sistema de drenagem urbana, é importante considerar que a unidade territorial para o gerenciamento da drenagem é a bacia hidrográfica que, por vezes, transcende os limites municipais (CANHOLI, 2005).

Ademais, o planejamento urbano deve ser realizado de maneira integrada, de forma a compreender conjuntamente: desenvolvimento urbano; transporte; abastecimento de água e coleta de esgotos; rede de drenagem e controle de inundações; resíduos sólidos; controle ambiental; etc. Os aspectos relacionados à água devem ser considerados na definição do uso do solo e das tendências dos vetores de expansão da cidade (TUCCI, 2004). O manual de drenagem de São Paulo (SÃO PAULO, 2012) também ressalta a conveniência de o plano de drenagem ser compatível com os demais planos de infraestrutura existentes no município, estado ou federação (por exemplo, o Plano Estadual de Recursos Hídricos, o Plano Diretor Municipal, o Código de Obras, o Plano de Saneamento Básico, o Plano de Habitação, o Plano do Sistema Viário, entre outros), para que todos os setores da área urbana, incluindo a drenagem, sejam

planejados de forma complementar. Do contrário, se o sistema de drenagem não for considerado desde o início do processo de planejamento urbano, esse sistema se mostrará, muito provavelmente, caro e ineficiente.

O sistema de drenagem tem uma particularidade quando comparado aos outros melhoramentos urbanos: o escoamento de águas pluviais sempre ocorrerá, independentemente da existência ou não de um sistema de drenagem adequado. A qualidade desse sistema, por sua vez, determina se os benefícios ou prejuízos à população são maiores ou menores (SÃO PAULO, 2012).

Tucci (2008) aponta que a falta de integração entre os setores do planejamento urbano é um problema no Brasil e na América Latina, uma vez que grande parte dos profissionais que atuam no planejamento possui uma visão setorial limitada, deixando de incorporar os aspectos relacionados aos diferentes componentes da infraestrutura de água.

Vale lembrar que, conforme o Estatuto da Cidade (Lei 10.257/01), os instrumentos da política urbana que demandam dispêndio de recursos por parte do Poder Público municipal devem ser objeto de controle social, de forma a garantir a participação de comunidades, movimentos e entidades da sociedade civil. Verifica-se, portanto, a necessidade estabelecida em lei da participação pública para a validação do plano de drenagem. Segundo o manual de drenagem de São Paulo (SÃO PAULO, 2012), esta prática não deve limitar-se à apresentação das deliberações das equipes técnicas à sociedade quando elas já foram consolidadas, mas deve ocorrer em cada etapa de trabalho, desde o início, promovendo discussões com a sociedade para captar suas opiniões, experiências e anseios, bem como fornecendo informações, buscando parcerias e dividindo responsabilidades na implantação dos programas de drenagem.

Equipes especializadas em participação pública devem identificar os principais atores em cada bacia e compartilhar o processo de planejamento, sempre levando em consideração as diretrizes e metas dos demais planos setoriais (SÃO PAULO, 2012).

À medida que o processo decisório a respeito do planejamento do sistema de drenagem se torna mais participativo, acatando as contribuições de engenheiros, técnicos, residentes, sociedade em geral, associações comunitárias, etc., surgem diferentes pontos de vista acerca de risco e segurança. Ou seja, os habitantes e o setor privado possuem a percepção particular de quem se situa na área onde ocorre o problema das inundações e sofre suas consequências diretas; os tomadores de decisão tendem a fazer uma análise custo-benefício; e os peritos, uma avaliação mais técnica (KOLEN et al., 2012 apud BORBA et al., 2014).

Ressalta-se, nesse contexto de participação social, uma pesquisa conduzida por Borba et al. (2014) com moradores e comerciantes locais da bacia hidrográfica do Cordeiro (São

Paulo, SP) para ilustrar como estes se veem capazes de implementar estratégias de autodefesa em eventos de inundação e se eles interagem com outras partes envolvidas com a questão, como políticos e técnicos. Um dos resultados obtidos pelos autores foi que, para 45% dos entrevistados, a decisão sobre a construção de um reservatório na bacia deveria ser tomada pelo governo, enquanto 42% deles mencionaram que deveria haver, de alguma forma, a participação dos moradores. Isso mostrou que há certo grau de reconhecimento da importância da participação de residentes e comerciantes locais na tomada de decisão quanto aos mecanismos de combate às inundações. Ainda conforme Borba et al. (2014), à medida que é dada atenção às complexidades sociopolíticas durante o planejamento e a adoção das soluções técnicas, e se houver uma forte integração entre a equipe técnica, os atores sociais e o governo local, aumenta-se a efetividade do gerenciamento do risco de inundações.

Percebe-se, enfim, que se faz necessário algum modo de conciliar também os interesses de cada parte interessada para se obter um planejamento satisfatório e, conseqüentemente, combater de modo eficaz os efeitos adversos das inundações urbanas. E não para a elaboração do plano de drenagem somente, mas também do plano diretor ou de qualquer outro plano que envolva interesses conflitantes. Nesse contexto se inserem os sistemas de suporte à decisão.

3.5 A tomada de decisão e ferramentas de apoio

Conforme descrito anteriormente, é estabelecido em lei que haja a participação social no processo de tomada de decisão, no que se refere ao planejamento urbano. Porém, nem mesmo entre os membros da sociedade civil há um consenso quanto às preferências acerca das questões discutidas. Estes e outros atores sociais têm seus meios próprios de julgar e/ou elencar as alternativas de planejamento. Por exemplo: os gestores da área técnica e operacional podem dispor de planilhas eletrônicas, gráficos, mapas e cartas temáticas – ferramentas que fornecem as informações que mais lhe interessam e os ajudam na tomada de decisão. Já no que diz respeito à sociedade, meios democráticos como a votação podem ser mais utilizados.

Angeloni (2003) destaca que os elementos dado, informação, conhecimento, comunicação e tecnologia dão suporte à tomada de decisão. Segundo a autora:

- dados são elementos brutos desprovidos de significado e desvinculados da realidade. Conforme Davenport (1998 apud ANGELONI, 2003), são meras observações do estado do mundo; símbolos e imagens que não dissipam as incertezas pessoais. Eles se constituem na matéria-prima da informação e,

portanto, dados sem qualidade levam a informações e decisões igualmente sem qualidade;

- informações são dados contextualizados que visam a fornecer uma solução para determinada situação de decisão (MacDonough apud ANGELONI, 2003). Constituem a matéria-prima para o conhecimento;
- conhecimento é a informação processada por indivíduos, de modo que seu valor agregado depende de conhecimentos anteriores desses indivíduos, estando estritamente ligado à percepção destes. De acordo com suas características pessoais, ou seus modelos mentais, tais indivíduos codificam, decodificam, distorcem e usam a informação adquirida.

O maior desafio dos tomadores de decisão, segundo Angeloni (2003), é justamente transformar dados em informações, e estas em conhecimento, minimizando as interferências individuais neste processo. Nesse sentido, a autora afirma que a comunicação e o trabalho em equipe desempenham papéis fundamentais para sanar algumas dificuldades inerentes a essas transformações. Por meio da comunicação, adequam-se os planos individuais com o auxílio do convencimento, e não da imposição; e o trabalho em equipe permite a obtenção do maior número de percepções distintas, de modo que se valida a proposta mais convincente no confronto argumentativo com os demais (GUTIERREZ, 1999 apud ANGELONI, 2003).

Em relação ainda à comunicação e ao trabalho em equipe, Angeloni (2003) ressalta que normalmente as pessoas têm predisposição a defender seus pontos de vista. Destarte, enquanto um indivíduo está falando, o outro não está atento à fala, mas está preparando a argumentação para defender suas ideias, o que interfere na qualidade da comunicação. A verdadeira ação comunicativa, ainda conforme a autora, ocorre quando as pessoas se encontram livres de autodefesa e realmente buscam chegar a um acordo sobre determinada situação de decisão e, para tanto, ouvem e respeitam os outros pontos de vista.

As decisões tomadas em equipes são usualmente mais sólidas que aquelas feitas individualmente, embora demandem mais tempo. Um importante auxílio ao processo de tomar a decisão em equipe consiste na tecnologia, não apenas na comunicação e no armazenamento de dados, informações e conhecimento, mas também na integração dos decisores e no compartilhamento do conhecimento (ANGELONI, 2003).

Nesse contexto, verifica-se a relevância e a utilidade dos sistemas de suporte à decisão, ou seja, de ferramentas e metodologias com a finalidade de auxiliar indivíduos ou grupos organizados no processo de busca, análise e seleção de alternativas para solução de seus problemas (AZEVEDO et al., 2003).

Segundo Azevedo et al. (2003), os sistemas de suporte à decisão são compostos por três componentes básicos: um módulo de diálogo (interação homem-máquina), um subsistema de dados (aquisição, gerenciamento e processamento) e um subsistema de modelos (análise e predição). Algumas características importantes nesses sistemas são: (i) assessoria ao usuário na solução de problemas não-estruturados; (ii) respostas rápidas às perguntas do tipo “o que acontece se”, por meio de execuções múltiplas de um ou mais modelos; (iii) apresentação de uma interface adequada para comunicação usuário-máquina; (iv) apoio e ao julgamento humano e seu aprimoramento, sem tentar substituí-lo; (v) permitir a incorporação de julgamentos subjetivos e de conhecimento de especialistas (PORTO; AZEVEDO, 1997).

Adicionalmente, Labadie e Sullivan (1986 apud AZEVEDO et al., 2003) destacam que um sistema de suporte à decisão precisa ter um nível adequado de generalização e flexibilidade, o que permite que ele possa adaptar-se às eventuais mudanças que ocorrerem no problema analisado ou no contexto do processo decisório.

Reichert (2013) afirma que umas das partes mais importantes do apoio à decisão é a etapa da atribuição de pesos. Moberg (2006 apud Reichert, 2013) apresenta resumidamente as ferramentas mais utilizadas para auxiliar nessa etapa no contexto de sistemas ambientais:

- ACV (Avaliação do Ciclo de Vida): é uma ferramenta analítica para avaliação de impactos potenciais de produtos ou serviços. Utiliza a perspectiva do ciclo de vida, o que inclui impactos da aquisição da matéria-prima, da produção, do uso e do gerenciamento dos resíduos, bem como de seu transporte.
- LCC (Life Cycle Costing – Avaliação de Custos ao Longo do Ciclo de Vida): pode ser utilizado para analisar o custo de produtos e serviços, valendo-se da perspectiva do ciclo de vida. Custos sociais e ambientais podem ser também incluídos.
- Entrada de Material por Unidade de Serviço: assemelha-se ao ACV, mas inclui apenas as entradas de materiais ao longo do ciclo de vida do produto ou serviço.
- Análise de Fluxo de Materiais: trata da entrada bruta de material em termos físicos no sistema.
- Análise de Risco: é um termo amplo que inclui tanto a análise de risco de substâncias químicas quanto de acidentes. Na análise de risco de químicos estão incluídas a exposição e os efeitos; já a análise de risco de acidentes compreende a análise de probabilidade de estes ocorrerem e suas possíveis consequências.

- Avaliação Ambiental Estratégica: é uma ferramenta de procedimento que lida com aspectos ambientais (e sustentabilidade) na tomada de decisão estratégica (políticas, programas e planos).
- AIA (Avaliação de Impacto Ambiental): é uma ferramenta de procedimento requerido por lei (Resolução CONAMA 001/86) em determinadas situações. A AIA descreve os impactos ambientais de um determinado projeto e suas alternativas (como a localização e a construção de um aterro sanitário).

O julgamento de especialistas é fundamental para a maioria das avaliações de impactos e, por isso, a qualidade dos sistemas de tomada de decisão em sistemas ambientais estratégicos depende fortemente da credibilidade dos especialistas ou dos decisores, bem como da qualidade de seus julgamentos (KONTIC, 2000 apud REICHERT, 2013).

Giboshi et al. (2006) desenvolveram e testaram um sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra no município de Santo Antônio do Jardim, SP. Para tanto, integraram:

- sistema especialista, que, de acordo com Plant e Stone (1991, apud Giboshi et al., 2006) consiste em um programa computacional que permite a sistematização da lógica utilizada por especialistas em suas áreas de domínio;
- sistema de informações geográficas (SIG), o qual, segundo Burrough (1986, apud Giboshi et al., 2006) pode armazenar, manipular, transformar, analisar e exibir informações georreferenciadas, contidas em mapas e/ou bancos de dados, gerando novas informações;
- uma base de dados; e
- uma interface para interpretar a entrada de dados do usuário e as mensagens passadas entre os subsistemas.

O sistema desenvolvido determina a capacidade de uso da terra; recomenda usos adequados para cada classe de capacidade de uso, como também práticas de conservação e manejo do solo; e ainda identifica áreas de conflito ao comparar os mapas de uso da terra com o mapa de capacidade de uso. Todos os resultados podem ser visualizados em janelas do programa, gravados ou impressos em forma de relatório.

Por fim, Giboshi et al. (2006) concluíram que o sistema foi eficaz, de fácil utilização, e ainda permitiu uma visão geral da área de estudo, facilitando a identificação de áreas de conflito por meio do mapa de adequabilidade de uso.

Outro estudo envolvendo sistemas de suporte à decisão foi desenvolvido por Reichert (2013), que pesquisou a tomada de decisão acerca de cenários futuros de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos em Porto Alegre, RS. Participaram da pesquisa atores vinculados profissionalmente ao órgão municipal gestor de resíduos e outros técnicos externos que tinham vínculo com a área ambiental e de gestão de resíduos. Tais atores construíram os cenários futuros por meio de técnicas estruturadas, utilizando como base o cenário atual e definindo opções de coleta, de tratamento e de destinação final. Para o suporte à decisão, foi calculado um índice de sustentabilidade geral obtido a partir da avaliação dos impactos do ciclo de vida, com a utilização de indicadores de sustentabilidade ambiental, econômica e social. Ao fim, foram hierarquizados o cenário atual e os construídos pelos atores. Para o inventário do ciclo de vida, o autor valeu-se do programa computacional IWM-2.

3.5.1 Sistemas de suporte à decisão multicriteriais

A utilização dos sistemas de suporte à decisão multicriteriais (MCDSS – Multicriteria Decision Support System; ou MCDM – Multicriteria Decision Making; ou ainda MCDA – Multicriteria Decision Aid) tem crescido rapidamente devido, principalmente, à insatisfação com os métodos convencionais, que consideram apenas um critério no suporte à decisão, e à necessidade de softwares e algoritmos para solucionar problemas ambientais complexos (LEVY, 2005). Os métodos tradicionais não processam tais problemas, caracterizados por incertezas, conflito de valores e objetivos, diferenças nas relações de poder, vários critérios de avaliação, grande quantidade de informações qualitativas e quantitativas (por vezes incompletas), e exigência de soluções criativas e inéditas (FANTINATTI, 2011).

Já os sistemas de suporte à decisão multicriteriais compreendem várias metodologias para comparar, selecionar ou classificar múltiplas alternativas que envolvam atributos incomensuráveis. Os MCDSS são capazes de processar variáveis quantitativas, como os danos causados diretamente pela água às construções e propriedades inundadas; fatores qualitativos, como o grau de impacto ecológico; e rankings classificatórios, por exemplo, uma lista de alternativas de abastecimento de água, da preferida à mais indesejada (LEVY, 2005).

Uma grande vantagem da utilização do MCDSS na tomada de decisão é a incorporação das percepções de todos os decisores sobre o problema a ser solucionado, o que gera embasamento para a escolha de determinada alternativa e, portanto, facilita sua aceitação e implementação. Além disso, durante o processo de aplicação do MCDSS junto aos tomadores

de decisão, a compreensão destes acerca do problema pode ser ampliada, haja vista o conflito entre as diferentes percepções (FANTINATTI, 2011).

Segundo Hajkowicz e Collins (2007), o processo de análise multicriterial geralmente contém os seguintes passos:

1. definição as alternativas de decisão;
2. escolha dos critérios de avaliação;
3. atribuição das medidas de *performance* x_{ij} (cardinais ou ordinais) às alternativas em relação a cada critério para formar a matriz de avaliação;
4. transformação das pontuações para unidades comensuráveis (mesma escala);
5. atribuição de pesos aos critérios;
6. classificação das alternativas ou atribuição a elas das pontuações finais, combinando as medidas de *performance* em relação a cada critério com o peso respectivo deste. Há vários algoritmos que podem ser usados nessa etapa;
7. análise de sensibilidade;
8. tomada de decisão. A análise multicriterial auxilia nessa etapa, mas não fornece a solução final, que deve envolver julgamento humano acerca de questões importantes que podem não ter sido adequadamente modeladas no MCDSS.

Hajkowicz e Collins (2007) afirmam ainda que, frequentemente, esse processo de análise multicriterial envolve algumas iterações, de modo que as etapas iniciais são, por vezes retomadas à medida que o processo avança.

Em uma revisão dos MCDSS feita por Figueira et al. (2005a apud HAJKOWICZ, COLLINS, 2007), os métodos mais utilizados foram assim agrupados:

- funções de valores multicriteriais, como somatório ponderado e multiplicação ponderada;
- métodos baseados nas relações de preferência, como o PROMETHEE (BRANS et al., 1986) e o ELECTRE (FIGUEIRA et al., 2005b);
- métodos de distância para um ponto ideal, como o TOPSIS (LAI et al., 1994) e a programação por compromisso (ABRISHAMCHI et al., 2005);
- métodos de comparação par a par baseados na Teoria da Utilidade Multiatributo, como o AHP (SAATY, 1987), o ANP (SAATY, 2005) e o MACBETH (BANA e COSTA et al., 2005);
- métodos que abordam a teoria dos conjuntos *fuzzy* (ZADEH, 1965);
- métodos adaptados de outros.

3.5.1.1 Processo Analítico Hierárquico

O Processo Analítico Hierárquico (AHP – Analytic Hierarchy Process), proposto por Saaty (1987) e amplamente empregado na escola americana, é provavelmente o mais popular entre os métodos baseados na Teoria da Utilidade Multiatributo (SRDJEVIC, 2007). O método seleciona e ordena alternativas, e pode ser usado para avaliar várias opções em relação a um ou mais objetivos. Tal avaliação, porém, é feita par a par (comparação de uma alternativa com a outra), em vez de utilizar procedimentos mais complexos para avaliar todas as alternativas simultaneamente (ZUFFO et al., 2002).

Srdjevic (2007) investigou duas possíveis metodologias de aplicação do AHP a um problema de decisão descentralizada no contexto da gestão de recursos hídricos. No primeiro, o autor utilizou apenas o AHP; já no segundo, aliou este método a procedimentos de votação baseados na teoria da escolha social (social choice – SC). Ambas as metodologias foram empregadas para embasar a decisão do comitê da bacia hidrográfica do rio São Francisco, no Brasil. O autor chegou à conclusão de que as duas metodologias levaram a resultados satisfatórios, mas ressaltou que a segunda (AHP + SC) possui maior potencial para aplicação, principalmente ao se considerar casos em que os comitês de decisão, atentando à importância da descentralização, decidem por se dividir em subgrupos.

O AHP foi empregado ainda por Srdjevic, Z. e Srdjevic, B. (2014) em uma proposta de decisão quanto à maneira ótima de operação de um reservatório localizado na fronteira entre Sérvia e Romênia, no rio Danúbio. Ambos os países se beneficiam dos usos consuntivos e não consuntivos das águas do reservatório. Assim, foram integradas no processo decisório as percepções dos grupos de interesse tanto em nível nacional quanto bilateral (Sérvia-Romênia). Os autores chegaram à conclusão que o AHP pode transpor os hiatos existentes entre pesquisadores e políticos, mesmo em tal conjuntura internacional.

Salomon e Montevechi (2001) fizeram uma comparação do AHP com outros MCDSS (ELECTRE, TOPSIS, MACBETH e ANP) e chegaram à conclusão que os resultados obtidos foram similares para os métodos testados. Os autores recomendaram fortemente o uso do AHP se houver tempo suficiente para a tomada de decisão, se não houver mais de nove critérios e se tais critérios e as alternativas forem independentes entre si. Em relação ao ANP (Analytic Network Process), candidato a sucessor do AHP, os autores ressaltam que o AHP possui aplicação muito mais simples, requer menos dados de entrada e ainda é mais utilizado que o ANP.

Apesar de sua popularidade e sua ampla utilização em nível mundial, o AHP tem gerado controvérsias na comunidade científica. Por exemplo: Dyer (1990) apud Hatami-Marbini et al. (2013) questionou a base teórica do método, argumentando que ele pode levar a reversões nas preferências, a depender do conjunto de alternativas analisado. Conforme Wang e Elhag (2006) apud Hatami-Marbini et al. (2013), uma reversão provavelmente ocorrerá quando se adiciona, ao conjunto de alternativas, uma cópia (ou quase cópia) de uma opção existente.

Outros pontos fracos do AHP são: o número excessivo de comparações par a par; a dificuldade, por parte dos tomadores de decisão, de comparar as alternativas em termos de importância relativa entre si; e ainda a limitação imposta por uma escala fixa, que pode não ser suficiente para expressar o quanto uma alternativa é mais importante que outra (MACHARIS et al., 2004; HAJKOWICZ et al., 2000 apud HATAMI-MARBINI et al., 2013).

3.5.1.2 *Fuzzy-ELECTRE*

O ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la Réalité), utilizado com frequência na escola europeia, possibilita a adoção de critérios de naturezas distintas, como quantitativos e qualitativos, booleanos e nominais, etc. Amplamente empregado no contexto de recursos hídricos ou meio ambiente em geral, o método seleciona sistemas preferidos sob a maioria dos critérios e que não ultrapassem níveis de desconforto para cada critério (FANTINATTI, 2011; ZUFFO et al., 2002).

Entretanto, em muitos problemas reais, não é possível mensurar precisamente o peso de importância dos critérios e a *performance* das alternativas, especialmente ao se considerar que muitos tomadores de decisão podem expressar julgamentos carregados de incertezas, ou ainda utilizar termos linguísticos (como “baixo”, “médio” ou “alto”) que podem assumir mais de um valor. Em problemas de gestão de água, por exemplo, há muitas incertezas atribuídas à natureza aleatória (*fuzzy*) das informações disponíveis, as quais geralmente incluem valores de julgamentos e preferências humanas na formulação de um problema.

Por isso, a teoria dos conjuntos *fuzzy* tem sido amplamente aplicada aos sistemas de suporte à decisão multicriteriais, sendo uma ferramenta matemática proveitosa para lidar com as incertezas (LEE et al., 2013). Conforme Lund (2008) apud Afshar et al. (2011), outros meios de se considerar as incertezas nos MCDSS são análise de sensibilidade, análise “robusta”, processo analítico hierárquico (AHP), entre outros.

Vários autores têm proposto diversos métodos de unir a teoria dos conjuntos *fuzzy* ao ELECTRE (MONTAZER et al., 2009; SEVKLIA, 2010; HATAMI-MARBINI; TAVANA,

2011; DANESHVAR ROUYENDEGH; ERKAN, 2012 apud HATAMI-MARBINI et al., 2013).

Em uma revisão realizada por Hajkowicz e Collins (2007), mostrou-se que o ELECTRE está entre os métodos de análise multicriterial mais utilizados para auxiliar na gestão de recursos hídricos. Apesar disso, tanto no estudo desenvolvido por Fantinatti (2011), para avaliação de alternativas de uso e ocupação do solo da bacia do ribeirão Anhumas, em Campinas (SP), quanto no estudo de Zuffo et al. (2002), visando ao planejamento para a reabilitação, expansão e conservação do sistema produtor de água potável na bacia do Baixo Cotia, na região metropolitana de São Paulo, o ELECTRE apresentou resultados destoantes dos demais MCDSS utilizados. Já Moraes e Almeida (2006) obtiveram um resultado satisfatório ao lançarem mão do ELECTRE para optar por uma cidade de Pernambuco para receber um sistema de abastecimento de água.

Até o momento de escrita do presente trabalho, não foram encontrados artigos em que o *fuzzy*-ELECTRE fosse utilizado especificamente no contexto dos recursos hídricos, apesar da ampla utilização do ELECTRE e da recomendação da aplicação da teoria dos conjuntos *fuzzy*. No entanto, ainda no contexto de problemas ambientais, verificou-se que Hatami-Marbini et al. (2013) lançaram mão do *fuzzy*-ELECTRE para avaliar oito alternativas de instalações de reciclagem de resíduos perigosos em determinada localidade (não informada) dos Estados Unidos. Seis critérios foram levados em consideração por três tomadores de decisão, chegando-se, ao final, a uma classificação das alternativas. Os autores concluíram não só que o método utilizado é simples, porém estruturado e lógico, como também que pode ser utilizado em uma grande variedade de problemas mais complexos do meio ambiente.

3.5.1.3 *Fuzzy*-TOPSIS

Conforme o método TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity of Ideal Solution), proposto por Hwang e Yoon (1981), a alternativa escolhida deve apresentar a menor distância da solução positiva ideal e a maior distância da solução negativa ideal, não havendo relação de preferência entre as alternativas (AFSHAR et al., 2011; LEE et al., 2013; 2014).

Algumas vantagens de se utilizar o TOPSIS como método de análise multicriterial são: (1) o método segue a lógica racional humana de escolha; (2) há um valor escalar que considera simultaneamente a distância para a melhor e para a pior alternativa; (3) trata-se de um processo computacional simples e facilmente programável; e (4) para quaisquer duas dimensões, as

medidas de *performance* de todas as alternativas podem ser visualizadas em um poliedro (KIM et al., 1997; SHIH et al., 2007 apud LEE et al., 2013; 2014).

Assim como no caso do ELECTRE (vide item 3.5.1.2), o TOPSIS clássico não é capaz de lidar satisfatoriamente com problemas para os quais as informações são imprecisas (AFSHAR, 2011). Portanto, novamente a teoria dos conjuntos *fuzzy* pode ser aplicada para suprir essa deficiência, conjuntamente com expressões linguísticas para avaliar tanto o peso dos critérios, quanto a *performance* de cada alternativa em relação a eles.

Lee et al. (2013) utilizaram o “*fuzzy TOPSIS*” em um estudo de vulnerabilidade a inundações na bacia hidrográfica do rio Han, na Coreia do Sul. Inicialmente, os autores lançaram mão da técnica DELPHI e do quadro de pressão-estado-impacto-resposta para selecionar os critérios a serem avaliados e, posteriormente, para a ponderação destes e inclusão das incertezas, foi empregado o *fuzzy TOPSIS*. Os resultados foram representados espacialmente com o auxílio do *software* ArcGis, o que permitiu a visualização no mapa da bacia dos diferentes níveis de vulnerabilidade obtidos com o método e, dessa forma, facilitando a condução de futuros estudos de mitigação de inundações.

Afshar et al. (2011) aplicaram o *fuzzy TOPSIS* a um problema de gestão de recursos hídricos no Irã, chegando ao resultado de qual seria a configuração ótima para um sistema de reservatórios no rio Karun.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização e características físicas

A área de estudo compreende a bacia do córrego do Mineirinho (Figura 2), o qual é afluente do rio Monjolinho, e está localizada na cidade de São Carlos–SP.

Figura 2 – Localização geográfica da bacia do córrego do Minceirinho. Fonte: Angelini Sobrinha et al. (2014).

Algumas características da bacia do Mineirinho são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características da bacia do córrego do Mineirinho

Área (km ²)	5,85	Comprimento médio (km)	4
Perímetro (km)	10,8	Temperatura média no mês mais quente (°C)	23,1
Cota mais baixa (m)	777	Temperatura média no mês mais frio (°C)	18,1
Cota mais alta (m)	872	Precipitação média anual (mm)	1.521

Fonte: adaptado de Pontremolez (2013) e Tolentino (2007).

O clima da região de São Carlos, onde se encontra a bacia do Mineirinho, é tropical de altitude, com verões chuvosos e invernos secos (TOLENTINO, 2007). Quanto à pedologia, predominam os latossolos vermelho-amarelos, profundos e distróficos (solos com característica ácida e de baixa fertilidade natural) nos interflúvios (BENINI, 2005). Almeida (2009), após realizar análise granulométrica, verificou que esse tipo de solo é extremamente arenoso, o que lhe confere boa drenagem interna, baixa erodibilidade e baixo potencial de geração de escoamento superficial direto. Contudo, um grande volume de escoamento pode desenvolver ravinas profundas e até mesmo voçorocas, quando há a interceptação do lençol freático. No interior dos vales de drenagem, os solos são hidromórficos, dos tipos gleissolo e organossolo, saturados permanente ou intermitentemente (BENINI, 2005).

Na Figura 4 é possível verificar a topografia da bacia do Mineirinho, a qual apresenta maiores altitudes a norte e cotas mais baixas a sudeste, onde se encontra o exutório.

Figura 4 – Modelo digital de elevação da bacia do córrego do Mineirinho. Fonte: Aprígio (2012).

A bacia do Mineirinho possui três corpos d'água: o principal, que nasce no bairro Santa Angelina e tem aproximadamente 3,84 km de extensão; um afluente na margem direita, que nasce no interior da área 2 do campus da USP de São Carlos e se estende por 729 m; e um afluente na margem esquerda, que também nasce no bairro Santa Angelina e possui comprimento de 706 m. A extensão total dos canais da bacia é igual a 5,06 km (BENINI, 2005).

4.2 Ocupação da bacia

Segundo Aprício (2012), a bacia começou a ser ocupada lentamente após o lançamento dos primeiros condomínios residenciais na década de 1970. O processo de ocupação intensificou-se entre 1990 e 2010, principalmente após a instalação de dois condomínios de alto padrão (o Parque Faber I em 1991 e o Parque Faber II em 2003), de um Shopping Center em 1996 e da área 2 da USP São Carlos em 2005.

Na Figura 5 é apresentada uma imagem de satélite em que se pode observar a situação atual de ocupação territorial da bacia; já a Figura 6 mostra um mapa com as diferentes classificações de uso do solo.

Figura 5 – Situação atual do uso e ocupação do solo na microbacia do rio Mineirinho (delimitada pelo contorno em vermelho). Fonte: Google Earth. Acesso em 27/08/2015.

Figura 6 – Mapa de uso e ocupação do solo elaborado a partir de imagem de alta resolução. Fonte: Paulino (2014)

A bacia do Mineirinho encontra-se em processo de urbanização, o que faz com que a área seja interessante para estudos de planejamento urbano. Aprígio (2012) afirma que a bacia do Mineirinho possui ocupação mista, com predomínio residencial, em cerca de 50% de sua área; 20% da bacia são ocupados por gramíneas que, em sua maioria, constituem-se de áreas ociosas que permeiam a malha urbana e são objeto de especulação imobiliária; 18% são utilizados na agricultura de *Pinus* e cana-de-açúcar (porção de terras a noroeste da bacia,

adjacentes à área 2 da USP São Carlos); e, por fim, 10% são ocupadas por pequenos fragmentos isolados de mata ripária.

Um pequeno trecho do córrego do Mineirinho, próximo a sua foz, foi retificado e tamponado para a construção da rotatória da Avenida Bruno Ruggiero Filho, em cujas proximidades se percebem despejo de resíduos sólidos, erosão, espécies vegetais exóticas e mau cheiro advindo de lançamento clandestino de esgotos. Próximo à nascente do córrego, há trechos com insuficiência de mata ripária; notam-se também despejo de efluentes domésticos, de resíduos sólidos e de águas pluviais irregulares, pastagem de animais e cultivos diversos na área de preservação permanente. O afluente da margem direita do córrego do Mineirinho, por sua vez, apresenta melhores condições de estabilidade das margens, vegetação ripária e qualidade da água; no entanto, o trecho logo a jusante da área 2 da USP São Carlos apresenta erosões e subsequente assoreamento. Ressalta-se que a implantação desta área 2 da USP, iniciada em 2002, houve movimentação de terra, alteração da topografia, impermeabilização, construção de vias, supressão de parte da vegetação, retificação e tamponamento de alguns trechos do córrego. Em seguida à implantação, cessados os impactos temporários, iniciou-se a recuperação natural da área (APRÍGIO, 2012).

4.3 Leis relevantes para a drenagem urbana na área de estudo

4.3.1 Plano Estadual de Recursos Hídricos

Analisa-se, inicialmente, as ações previstas no Plano Estadual de Recursos Hídricos, um dos instrumentos instituídos pela Lei Estadual 7.663/91, para a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 13 – Tietê-Jacaré, onde se insere a bacia do rio Mineirinho.

Ressalta-se que o plano mais recente publicado até o momento de conclusão da presente pesquisa refere-se ao quadriênio 2012 a 2015.

Ao discorrer sobre os principais problemas encontrados na UGRHI 13, o Plano cita:

- ocupação desordenada do solo, áreas degradadas;
- necessidade de recuperação e preservação de áreas protegidas;
- deficiência na coleta e tratamento de efluentes;
- baixo índice disponibilidade/demanda;
- necessidade de reúso e controle de perdas;
- disposição inadequada de resíduos sólidos;
- atividades relacionadas à mineração;

- doenças relacionadas à água.

Percebe-se que problemas relacionados ao uso e à ocupação do solo são recorrentes na bacia do Tietê-Jacaré. Há que se atentar a como se dará a urbanização na bacia do Mineirinho para que essa questão não seja em demasiado problemática também nesta porção da UGRHI 13.

No Plano Estadual de Recursos Hídricos consta que o Comitê da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré, no que diz respeito às ações mais relevantes para o tema da drenagem urbana, se comprometeu a delimitar áreas prioritárias para implantação de programas de recuperação de áreas de interesse social nos locais de mananciais; a elaborar diretrizes e implantar ações de Educação Ambiental; promover a comunicação social; implementar programa de capacitação dos representantes do sistema para a gestão de recursos hídricos, entre outras.

Dentre as ações não pactuadas descritas no plano para a bacia do Tietê-Jacaré ou para o estado de São Paulo, as quais estão de certa maneira relacionadas à questão da drenagem, encontram-se (SÃO PAULO, 2013):

- capacitação dos membros das câmaras técnicas do Comitê de Bacia para aperfeiçoamento das análises dos projetos encaminhados para tomada de recursos junto ao Fehidro. Esta demanda foi classificada como passível de ser atendida;
- mapeamento de pontos críticos em áreas urbanas e rurais, dando suporte à elaboração de planos diretores de drenagem e delineando ações contra enchentes (demanda passível de ser atendida);
- reativação, ampliação e modernização da rede de monitoramento qualitativo do DAEE e da CETESB (demanda não analisada);
- confecção do Plano Diretor de Restauração Florestal da UGRHI Tietê-Jacaré, para definir o grau de prioridade das microbacias de cada sub-bacia da UGRHI quanto à necessidade de recomposição florestal (demanda não analisada);
- instituição de um programa de incentivo à criação de Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN) (demanda não analisada);
- otimização de programas de pagamentos por serviços ambientais já existentes, como o “Adote uma Nascente”, o “Mina d’Água”, entre outros da UGRHI 13 (demanda não analisada).

Como pôde ser visto, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (e, consequentemente, o plano de recursos hídricos da UGRHI 13, que compõe o estadual) não contemplou de maneira

completa ações para a melhoria da questão da drenagem urbana ou de uso e ocupação do solo. A ação que trata mais especificamente do tema da drenagem não foi pactuada, a saber, mapeamento de pontos críticos em áreas urbanas e rurais, dando suporte à elaboração de planos diretores de drenagem e delineando ações contra enchentes.

4.3.2 Plano Diretor Municipal

O Plano Diretor (PD) do município de São Carlos é instituído pela Lei Municipal 13.691, de 25 de novembro de 2005. Atualmente o PD se encontra em revisão.

As diretrizes e normas fixadas nessa lei devem ser observadas pelos agentes públicos, privados e sociais que atuam na construção e gestão municipal, conforme estabelece o artigo 182 da Constituição Federal e o Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/01).

Entre os objetivos gerais do Plano Diretor de São Carlos, estão a proteção, valorização e uso adequado do meio ambiente natural e construído e da paisagem urbana e rural. O PD considerou como atividades de interesse aquelas que dizem respeito ao exercício do direito à cidade sustentável, ao pleno respeito das funções sociais e ao bem-estar de seus habitantes, o que inclui a preservação dos recursos necessários à vida urbana e rural, como mananciais, corpos d'água, áreas arborizadas e reservas florestais (PERES, 2013).

Segundo foi explicado anteriormente (vide item 3.4.1), o Estatuto da Cidade determina alguns instrumentos da política urbana, entre os quais estão o Plano Diretor e o zoneamento municipal. De acordo com o PD de São Carlos, no capítulo II (do Macrozoneamento e do Zoneamento) do título II (do ordenamento territorial do município) (PMSC, 2005):

“**Art. 16.** O Macrozoneamento divide o território do Município de São Carlos considerando:

I - a infraestrutura instalada;

II - as características de uso e ocupação do território do Município;

III - as características do meio ambiente natural e construído;

IV - a implementação de ações de planejamento, consolidado nesta Lei.

”

Um dos objetivos do macrozoneamento é a contenção da expansão da área urbana que acarrete degradação socioambiental.

O território de São Carlos, conforme o PD, divide-se em Macrozonas, Zonas e Áreas de Especial Interesse. Para essa divisão, estabelecem-se zonas com características semelhantes, a fim de favorecer a implantação dos instrumentos de ordenamento e controle urbano, bem como das Áreas de Especial Interesse.

Entre as Macrozonas, existem a Macrozona Urbana e a Macrozona de Uso Multifuncional Rural. A primeira compõe-se de “áreas dotadas de infraestruturas, serviços e equipamentos públicos e comunitários, apresentando maior densidade construtiva e populacional que requerem uma qualificação urbanística e em condições de atrair investimentos imobiliários privados.” Suas subdivisões são as seguintes (PMSC, 2005):

- Zona de Ocupação Induzida – Zona 1;
- Zona de Ocupação Condicionada – Zona 2;
- Zona de Recuperação e Ocupação Controlada – Zona 3 (3A e 3B).

Já a Macrozona de Uso Multifuncional Rural “é composta por áreas de uso agrícola, extrativista ou pecuário, com áreas significativas de vegetação natural, condições de permeabilidade próximas aos índices naturais, por áreas de preservação ambiental formadas por reservas florestais, parques e reservas biológicas, bem como por áreas de usos não agrícolas, como chácaras de recreio, lazer, turismo, fazendas históricas, indústrias e sedes de distritos.” Esta Macrozona subdivide-se em (PMSC, 2005):

- Zona de Regulação e Ocupação Controlada – Zona 4 (4A e 4B);
- Zona de Proteção e Ocupação Restrita – Zona 5 (5A e 5B);
- Zona de Produção Agrícola Familiar – Zona 6;
- Zona de Uso Predominantemente Agrícola – Zona 7.

Com base no PD de São Carlos, Aprígio (2012) verificou o zoneamento da microbacia do rio Mineirinho, chegando ao mapa mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Zoneamento da bacia do Mineirinho conforme o Plano Diretor. Fonte: Aprígio (2012)

Conforme pôde ser visto na Figura 7, a bacia do Mineirinho é composta, em sua maior parte, pela Macrozona Urbana (zonas 1, Ocupação Induzida, e 2, Ocupação condicionada), havendo ainda uma porção a oeste constituída pela Macrozona de Uso Multifuncional Rural (zona 4, de Regulação e Ocupação Controlada).

Aprígio (2012), fundamentado no Plano Diretor de São Carlos, fornece um resumo das características de cada uma dessas zonas existentes na bacia do Mineirinho:

- Zona 1 – Zona de Ocupação Induzida – possui a melhor infraestrutura. Constitui-se de áreas de uso misto, as quais, segundo o Plano Diretor, são aquelas passíveis de mais de um tipo de uso, seja no mesmo bairro, no mesmo loteamento, na mesma via, no mesmo lote ou na mesma edificação. Há predominância de

comércio e serviços em detrimento do uso habitacional na região central. É previsto o adensamento dessa zona a fim de que se aproveite melhor a infraestrutura disponível e se evitem novos loteamentos em áreas periféricas. Porém, a ocupação deve ser efetuada sem descuidar do controle da permeabilidade do solo.

- Zona 2 – Zona de Ocupação Condicionada – possui uso misto, com grande diversidade ocupacional. Existem áreas com carência de infraestrutura de drenagem, bem como bolsões com deficiência de equipamentos públicos. As diretrizes para esta zona fomentam o provimento de infraestrutura para a habitação popular, de maneira a minimizar o impacto da alteração no uso e ocupação do solo; a garantia da diversidade de usos e do padrão social; e a adequação do sistema de drenagem e das descontinuidades da malha viária.
- Zona 4 – Zona de Regulação e Ocupação Controlada – compõe-se pelas zonas 4A e 4B, que apresentam, como característica comum, localização em áreas com forte tendência a expansão urbana, usos diversificados, e transição entre o meio rural e o urbano. Na bacia do Mineirinho, ocorre especificamente a zona 4B, que compreende áreas contíguas a setores urbanizados ou circundadas por eles, com potencial de expansão urbana em função da proximidade da área 2 do campus USP – São Carlos e de áreas com infraestrutura instalada. As diretrizes para esta zona são no sentido de regulamentar e disciplinar empreendimentos que acarretarão mudança do uso do solo rural, integrando-os à malha urbana existente.

O PD de São Carlos discorre ainda sobre o coeficiente de permeabilidade de cada zona. Segundo a PMSC (2005), “o Coeficiente de Permeabilidade (CP) é entendido como a relação existente entre a área permeável e a área do terreno.” O artigo 161 da seção III do capítulo III estabelece, para as zonas 1 e 2, um Coeficiente de Permeabilidade de 15%; já para a zona 4, nos parcelamentos destinados a chácaras de recreio, o CP é igual a 40%, enquanto nos demais tipos de parcelamento, o CP é de 20%.

Além das Macrozonas e Zonas, o Plano Diretor estabelece Áreas de Especiais Interesses (AEI), porções do território que requerem tratamento diferenciado em decorrência de determinadas especificidades, e por cumprirem funções peculiares no planejamento e ordenamento território (APRÍGIO, 2012).

Na bacia do Mineirinho ocorrem duas categorias de AEI: Área de Especial Interesse Social do tipo 2 (o conjunto residencial Santa Angelina) e Área de Especial Interesse Ambiental

(a vegetação marginal ao córrego do Mineirinho). A primeira, conforme o PD de São Carlos, no artigo 76 da seção VII, capítulo V, trata de áreas compostas por empreendimentos de iniciativa pública ou órgão institucional, já constituídos ou em implantação, destinados às habitações de interesse social, dotados de infraestrutura e de serviços urbanos ou que estejam recebendo investimentos dessa natureza. ” Já a definição das Áreas de Interesse Ambiental se encontra no artigo 62 da seção II, capítulo V: “são porções do território destinadas a proteger e recuperar os mananciais, nascentes e corpos d’água; [reservadas para] a preservação de áreas com vegetação significativa e paisagens naturais notáveis; áreas de reflorestamento e de conservação de parques e fundos de vale. ”

4.3.3 Outras leis municipais

Uma lei municipal importante no que tange à drenagem urbana é a Lei 13.246 de 2003, que dispõe sobre a construção de reservatório de detenção ou retenção de águas em conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em áreas urbanas. Estes, conforme a referida lei, se possuírem área superior a um hectare, para serem aprovados pela Municipalidade, devem “apresentar estudo de viabilidade técnica e financeira para a construção de reservatório de detenção ou retenção para prevenir inundações. ” Adicionalmente, devem ser realizados estudos de impacto ao meio ambiente ocasionados pelo reservatório, bem como estudos para a manutenção dos vertedores e para gerenciar os resíduos sólidos depositados (PMSC, 2003).

A Lei 13.246/03 ainda estabelece algumas diretrizes para os reservatórios, como a necessidade de estes disporem de vertedor adequado que garanta a segurança da barragem, além de um vertedor de emergência; a possibilidade de aproveitamento dos reservatórios para outros fins; a maneira de se realizar o dimensionamento final; os modos de utilização da água armazenada; entre outras.

Por fim, a Lei 13.246/03 dispõe sobre a obrigatoriedade da construção do reservatório de detenção nos lotes urbanos, nas reformas ou no licenciamento da obra, conforme os seguintes parâmetros, contidos no artigo 12 da referida lei (PMSC, 2003):

- área de lote de 250 m² - volume de retenção 1000 litros;
- área de lote de 300 m² - volume de retenção 1500 litros;
- área de lote de 400 m² - volume de retenção 2000 litros;
- área de lote de 500 m² - volume de retenção 2500 litros;
- área de lote de 600 m² - volume de retenção 3500 litros.

Para lotes com dimensão acima de 600 m², devem ser construídos reservatórios de detenção ou retenção com volume de seis litros por metro quadrado de área de lote.

A exigência da construção do reservatório nos lotes urbanos poderá ser dispensada mediante a apresentação de justificativa técnica.

Outra lei municipal importante no que se refere à drenagem urbana é a Lei 17.729/16, que, conforme agências de notícias e a ata da sessão extraordinária de 03 de maio de 2016 da Câmara Municipal de São Carlos, passará a vigorar em agosto de 2016, exigindo a implantação de reservatório de captação e aproveitamento de água de chuva em imóveis residenciais e comerciais com mais de 140 metros quadrados de área construída.

4.4 Modelação hidráulico-hidrológica

Utilizando modelação hidráulico-hidrológica para construir hidrogramas de cheia e manchas de inundação, Pontremolez (2013) chegou aos resultados mostrados na Tabela 3. A autora lançou mão do software HEC-HMS para realizar a modelação hidrológica, enquanto a modelação hidráulica foi feita com o auxílio do software HEC-RAS. Para geração das manchas de inundação, o modelo hidráulico foi utilizado conjuntamente com o ArcGIS 10.1 e a extensão HECGeoRAS, que faz a comunicação entre o HEC-RAS e o ArcGIS (PONTREMOLEZ, 2013).

Detalhes mais pormenorizados da metodologia utilizada para a modelação hidráulico-hidrológica foram apresentados por Pontremolez (2013).

Tabela 3 – Vazões máximas e manchas de inundação para a situação atual da bacia

Tempo de retorno (anos)	Vazão máxima (m³/s)	Mancha de inundação	Área da mancha de inundação (m²)
25	50,3		27.834
50	63,1		30.370
100	79,7		33.414

Fonte: adaptado de Pontremolez (2013)

Pode-se notar que as vazões máximas possíveis, sendo muito elevadas, acarretam em inundações na rotatória da Av. Bruno Ruggiero Filho.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Alternativas de uso e ocupação do solo

Nesta seção são descritas as alternativas de controle de inundação: o futuro tendencial; o futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana; e o futuro alternativo.

5.1.1 Futuro tendencial

Trata-se do futuro provável formulado com base no histórico de urbanização da bacia, nas diferentes lógicas de ocupação ao longo do tempo e no Plano Diretor Municipal (PMSC, 2005). Considera a área 2 do Campus São Carlos da USP como um forte indutor de crescimento, a construção de condomínios fechados em áreas loteadas e a ocupação residencial em boa parte das áreas de gramíneas.

Na Figura 8, pode-se observar um mapa de como se configuraria tal alternativa. A descrição da metodologia utilizada em sua elaboração é apresentada por Aprígio (2012).

Figura 8 – Alternativa de uso e ocupação do solo: futuro tendencial. Fonte: Aprígio (2012)

Com modelação hidráulico-hidrológica para construir hidrogramas de cheia e manchas de inundação, Pontremolez (2013) verificou que essa alternativa pode gerar vazões e inundações conforme mostrado na Tabela 4. A autora lançou mão do software HEC-HMS para realizar a modelação hidrológica, enquanto a modelação hidráulica foi feita com o auxílio do software HEC-RAS. Para geração das manchas de inundação, o modelo hidráulico foi utilizado

conjuntamente com o ArcGIS 10.1 e a extensão HECGeoRAS, que faz a comunicação entre o HEC-RAS e o ArcGIS (PONTREMOLÉZ, 2013).

Detalhes mais pormenorizados da metodologia utilizada para a modelação hidráulico-hidrológica foram apresentados por Pontremolez (2013).

Tabela 4 – Vazões máximas e manchas de inundação para a alternativa “futuro tendencial”

Tempo de retorno (anos)	Vazão máxima (m ³ /s)	Mancha de inundação	Área da mancha de inundação (m ²)
25	77,3		32.893
50	92,8		36.191
100	112,1		40.592

Fonte: adaptado de Pontremolez (2013)

Observa-se que as vazões máximas, que continuariam muito elevadas, ainda influenciariam na ocorrência de inundações na rotatória da Av. Bruno Ruggiero Filho.

5.1.2 Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana

Considera-se o futuro tendencial com a incorporação, ao córrego do Mineirinho, de um reservatório de retenção previsto pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município de São Carlos (PMSC, 2011). Assim, seu mapa é semelhante ao do futuro tendencial (Figura 8), apresentando apenas a adição do referido reservatório, denotado na Figura 9.

Figura 9 – Alternativa de uso e ocupação do solo: futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana. Fonte: PMSC (2011)

O barramento do reservatório possui um vertedor de soleira normal com perfil Creager, de largura efetiva igual a 26,51 m e soleira na cota 807,72 m. A estrutura de descarregamento de fundo é uma galeria circular com diâmetro de 1,0 m e comprimento aproximado de 15 m, instalada na cota 797,18 m (PMSC, 2011). A curva cota-volume para este reservatório é mostrada na

Figura 10 – Curva cota-área-volume do reservatório do Plano Diretor de Drenagem Urbana. Fonte: PMSC (2011).

Pontremolez (2013) utilizou a modelação hidráulico-hidrológica para construir hidrogramas de cheia e manchas de inundação também para esta alternativa, verificando os resultados mostrados na Tabela 5. A autora lançou mão do software HEC-HMS para realizar a modelação hidrológica, enquanto a modelação hidráulica foi feita com o auxílio do software HEC-RAS. Para geração das manchas de inundação, o modelo hidráulico foi utilizado conjuntamente com o ArcGIS 10.1 e a extensão HECGeoRAS, que faz a comunicação entre o HEC-RAS e o ArcGIS (PONTREMOLÉZ, 2013).

Detalhes mais pormenorizados da metodologia utilizada para a modelação hidráulico-hidrológica foram apresentados por Pontremolez (2013).

Tabela 5 – Vazões máximas e manchas de inundação para a alternativa “futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana”

Tempo de retorno (anos)	Vazão máxima (m ³ /s)	Mancha de inundação	Área da mancha de inundação (m ²)
25	7,1		67.125
50	7,4		68.659
100	7,7		71.491

Fonte: adaptado de Pontremolez (2013)

Observa-se que a área inundada concentrar-se-ia, principalmente, na região do reservatório de retenção, havendo uma pequena mancha de inundação na rotatória da Av.

Bruno Ruggiero Filho e na área prevista para novos residenciais. As vazões máximas diminuiriam com a existência do reservatório.

5.1.3 Futuro alternativo

É construído a partir do futuro tendencial, o qual foi alterado para atender os princípios e diretrizes do *Urban Drainage and Flood Control District* (UDFCD, 2001 apud PONTREMOLEZ, 2013) para o controle de inundações. Alguns princípios do UDFCD são (PONTREMOLEZ, 2013):

- a unidade de planejamento deve ser a bacia hidrográfica, pois a drenagem é um fenômeno regional;
- o sistema de drenagem é um subsistema do sistema de recursos hídricos urbano e, portanto, seu planejamento deve ser feito em conjunto com o planejamento do uso do solo, dos espaços abertos, do transporte e dos demais subsistemas das cidades;
- o sistema de drenagem existente nas cidades deve ser aproveitado ao máximo;
- o controle de enchentes é um problema de alocação de espaço;
- inundações não podem ser transferidas de um local para outro;
- a estratégia de drenagem urbana deve ser um esforço de múltiplas finalidades e múltiplos meios;
- em novos projetos, não ampliar a cheia natural dos cursos de água;
- sempre que possível, planícies de inundações devem ser mantidas.

As mudanças implementadas no futuro tendencial da bacia do rio Mineirinho, segundo Pontremolez (2013), foram: criação de um parque linear ao longo do córrego do Mineirinho para preservar a planície de inundação; criação de estruturas de retenção (três reservatórios em série com lagos permanentes e efeitos paisagísticos; vide polígonos em azul na Figura 11 e na Figura 12) a montante da rotatória da Av. Bruno Ruggiero Filho; e estabilização dos canais com pedra rachão para diminuir a erosão, evitar a perda de terras e vegetação, e ainda controlar a formação de meandros.

Pontremolez (2013), em seu trabalho, propôs múltiplos reservatórios em série (em vez de apenas um reservatório) com fins de maximizar a reservação ao longo do canal e de diminuir a altura das barragens, dotadas de um vertedor e uma estrutura de descarregamento de fundo. Seguiu-se a premissa que a inundação referente à precipitação de projeto não afogasse o descarregador de fundo da barragem a montante. A autora afirma ainda que os reservatórios foram dimensionados considerando-se a precipitação com tempo de retorno de 100 anos, além

de contarem, cada um deles, com um lago permanente com lâmina de água de 1,0 m. Este lago, ao possibilitar o armazenamento da água por longos períodos, proporciona a sedimentação das partículas sólidas e consequentemente a redução de cargas poluentes, permitindo ainda a utilização do espaço para recreação.

A Figura 11 mostra o mapa de como se configuraria o futuro alternativo, e a Figura 12, a localização dos três reservatórios em série. A explicação da metodologia utilizada para a escolha destes locais e para a elaboração do mapa foi apresentada por Pontremolez (2013).

Figura 11 – Alternativa de uso e ocupação do solo: futuro alternativo. Fonte: Pontremolez (2013)

Figura 12 – Localização dos reservatórios de detenção propostos no “futuro alternativo”. Fonte: Pontremolez (2013)

Pontremolez (2013) propôs um “volume de armazenamento para a qualidade da água” (WQCV – *Water Quality Control Volume*) com fins de tratamento da poluição difusa por meio do simples armazenamento do escoamento remanescente do trecho a montante. Seguindo as recomendações do UDFCD (2001), que apresenta uma fórmula para o cálculo desse volume em função da porcentagem de área impermeável da bacia, a autora chegou ao valor de 30.750 m³ para o WQCV, o qual optou por inserir no reservatório R1 (mais a jusante, conforme mostrado na Figura 12).

Na Figura 13 pode-se verificar o volume de armazenamento para a qualidade da água implantado no reservatório R1, logo acima do lago permanente. Os demais reservatórios não possuem o WQCV.

Figura 13 – Perfil da barragem do reservatório R1. Fonte: Pontremolez (2013).

As curvas cota-volume dos três reservatórios propostos no futuro alternativo são mostradas na Figura 14.

(a)

(b)

(c)

Figura 14 – Curvas cota-volume dos reservatórios (a) R1, (b) R2 e (c) R3, propostos no futuro alternativo. Fonte: Pontremolez (2013).

Valendo-se da modelação hidráulico-hidrológica para construir hidrogramas de cheia e manchas de inundação, Pontremolez (2013) chegou aos resultados mostrados na Tabela 6 para esta alternativa. A autora lançou mão do software HEC-HMS para realizar a modelação hidrológica, enquanto a modelação hidráulica foi feita com o auxílio do software HEC-RAS. Para geração das manchas de inundação, o modelo hidráulico foi utilizado conjuntamente com o ArcGIS 10.1 e a extensão HECGeoRAS, que faz a comunicação entre o HEC-RAS e o ArcGIS (PONTREMOLEZ, 2013).

Detalhes mais pormenorizados da metodologia utilizada para a modelação hidráulico-hidrológica foram apresentados por Pontremolez (2013).

Tabela 6 – Vazões máximas e manchas de inundação para a alternativa “futuro alternativo”

Tempo de retorno (anos)	Vazão máxima (m³/s)	Mancha de inundação	Área da mancha de inundação (m²)
25	33,9		43.124
50	36,7		53.169
100	40,0		65.335

Fonte: adaptado de Pontremolez (2013)

Pode-se verificar que os três reservatórios em série conseguiriam diminuir as vazões máximas, deixando as manchas de inundação concentradas principalmente na área dos reservatórios, mas ainda há uma mancha na rotatória da Av. Bruno Ruggiero Filho.

5.2 Conclusões sobre as alternativas

Pontremolez (2013) explicou que o aumento na mancha de inundação nas alternativas “futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana” e “futuro alternativo”, em relação à alternativa “futuro tendencial”, ocorre devido à implantação dos reservatórios de retenção.

A autora concluiu, então, que:

- o futuro tendencial, seguindo as diretrizes do Plano Diretor, resultará em aumento das inundações e das vazões descarregadas a jusante;
- o futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana minimizará as vazões descarregadas a jusante, mas a inundação atingirá áreas habitadas. Se essa alternativa for adotada, Pontremolez (2013) recomenda a adoção de medidas para a redução da exposição das pessoas ao risco de inundações. A autora ressalta ainda que o reservatório dessa alternativa é do tipo “bacia seca”, que acarreta em degradação da paisagem; não trata a poluição difusa; pode sofrer ocupação clandestina ou tornar-se um depósito de lixo; e gera perda no valor dos imóveis próximos;
- o futuro alternativo cumpriu com as diretrizes do UDFCD na medida em que: considerou a bacia hidrográfica como unidade de planejamento; não acarretou em aumento das vazões em relação à situação atual; manteve as planícies de inundação; e contemplou múltiplas finalidades em sua estratégia de drenagem (lagos permanentes e um volume específico do primeiro reservatório que atuam na melhora da qualidade da água, áreas de lazer com a criação do parque, controle da erosão com a estabilização do canal e melhoria paisagística). Entretanto, o futuro alternativo não resolveu completamente (apenas atenuou) o problema de inundações na rotatória da Av. Bruno Ruggiero Filho.

Pontremolez (2013) recomendou, por fim, que fossem adotados também outros mecanismos para aumentar a infiltração na bacia, como pavimentos permeáveis, telhados verdes, reservatórios residenciais, poços e valas de infiltração, entre outros.

5.3 Escolha da alternativa ótima

Considerando-se o estudo de Pontremolez (2013) anteriormente citado, pode-se perceber que uma abordagem mais técnica da questão das inundações urbanas na bacia do Mineirinho leva a crer que o “futuro alternativo” é a opção a ser adotada de uso e ocupação do solo no local. Porém, como o processo de planejamento urbano envolve outras percepções (comunitária, política, empresarial, ambiental, urbanística), o presente trabalho se propôs a

integrá-las em uma simulação de um processo decisório, utilizando, para tanto, análises multicriteriais.

Todavia, antes da implementação dessas análises, houve a necessidade de passar por mais algumas etapas, descritas nos itens 5.3.1, 5.3.2 e 5.3.3.

5.3.1 Apreciação em Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

Inicialmente, o presente projeto passou pela apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CEP-FMUSP), designado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) à qual o projeto havia sido submetido.

Tal procedimento precisou ser adotado porque a pesquisa, tal como estava proposta, implicou na necessidade de a pesquisadora executante do projeto se reunir com pessoas para aplicação de um questionário e, posteriormente, para discutir alguns tópicos em conjunto com essas pessoas. Ou seja, trata-se de uma pesquisa envolvendo seres humanos. Dessa maneira, os participantes obtiveram diversas garantias pertinentes, como a de privacidade, confidencialidade, acesso aos pesquisadores, liberdade de retirada do consentimento, entre outras. Além disso, não só o projeto foi explicado a eles, mas também de que modo se daria sua participação no estudo, quais seriam os riscos e os benefícios dessa participação, etc. Todos esses detalhes constam no Termo de Compromisso Livre e Esclarecido (TCLE – vide Anexo 2) que foi entregue a cada participante antes do início de sua contribuição à pesquisa.

O número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) é 45075115.8.0000.0065; o do comprovante de envio do projeto é 042384/2015 (vide Anexo 1).

Ressalta-se que, caso haja algum fato relevante que altere o curso normal da pesquisa aprovada pelo CEP, o Sistema CEP/CONEP será devidamente informado.

5.3.2 Validação do método

Uma vez aprovado pelo CEP, prosseguiu-se com a validação do método, que consiste em simular a consecução da pesquisa, tal como esta seria efetivamente realizada, porém sem o objetivo de colher resultados para embasar eventuais conclusões do estudo; nesse momento, deseja-se apenas verificar se o método é apropriado à finalidade pretendida.

Avaliou-se, principalmente, se o questionário e a carta explicativa das alternativas e dos critérios estavam satisfatoriamente explanados para os participantes, de modo a não gerar dúvidas que pudessem atrapalhar a obtenção das respostas. Também foi verificado se havia informações o suficiente nos documentos citados e, em média, qual seria o tempo necessário para responder ao questionário.

Este processo de validação mostrou a necessidade de mudança em parte da metodologia em relação ao que havia sido proposto no exame de qualificação, conforme será visto mais adiante (item 6.1 – Resultados da validação do método).

Na metodologia aqui descrita, estão incorporadas as alterações sugeridas durante a validação.

5.3.3 Contato inicial com os participantes da pesquisa

Nessa etapa, foram contatados seis atores sociais: representantes das áreas técnica, comunitária (atuante na região da bacia do Mineirinho), política, empresarial, ambiental e urbanística. Ressalta-se que o número de participantes da pesquisa diminuiu em relação à proposta inicial, tal como constava no exame de qualificação, em que se contatariam oito atores sociais. Tal decisão foi tomada ao se considerar que o representante da área social e o líder comunitário provavelmente apresentariam pontos de vista semelhantes, bem como os representantes das áreas técnica e operacional, de modo que o resultado final da pesquisa poderia ser enviesado para seus interesses em detrimento dos outros. Portanto, considerou-se que uma pessoa apenas poderia representar concomitantemente os interesses comunitário e social; e outra pessoa poderia responder, ao mesmo tempo, pelos pontos de vista técnico e operacional. Os outros quatro atores sociais foram mantidos, resultando em um total de seis atores, conforme detalhado anteriormente.

Buscaram-se indivíduos com autonomia plena para participar da pesquisa.

Explicou-se brevemente o estudo e firmou-se um compromisso formal com o ator social, para que este respondesse a um questionário e participasse de uma reunião, que foram parte do processo decisório, de modo que cada ator se caracterizaria como um tomador de decisão. Além disso, foi entregue a cada ator um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2), que possui dois anexos. No primeiro (Anexo 3) se encontra uma carta contendo uma lista de critérios, bem como informações acerca das alternativas de uso e ocupação do solo na bacia. Já no outro anexo (Anexo 4) está o questionário que o ator social respondeu em um momento de sua preferência e entregou à pesquisadora em uma data estipulada em conjunto com ela.

5.3.3.1 Termo de Compromisso Livre e Esclarecido (TCLE)

Conforme pode ser visto no Termo (Anexo 2), foram assegurados aos participantes: a confidencialidade de suas atividades no contexto da pesquisa; a proteção de sua imagem; a impossibilidade de haver danos pessoais acarretados por sua participação ou não participação, a qual foi voluntária e não gratificada; a utilização exclusiva dos dados obtidos no

desenvolvimento da dissertação de mestrado e, posteriormente, em publicações no meio acadêmico; entre outras informações úteis.

Cada tomador de decisão leu e assinou o TCLE em duas vias, confirmando sua participação voluntária na pesquisa.

5.3.3.2 Carta com informações sobre os critérios e as alternativas

No Anexo 3 (carta com informações sobre os critérios e as alternativas), podem-se verificar os critérios inicialmente elencados:

- critérios relacionados à sustentabilidade ambiental:
 - proteção do solo contra erosão (envolve a existência de áreas verdes, áreas permeáveis, medidas de contenção de taludes, etc.);
 - proteção da biodiversidade (animal e vegetal);
 - qualidade da água dos corpos hídricos;
 - diminuição do risco de inundações;
- critérios relacionados à sustentabilidade econômica:
 - influência sobre o comércio local;
 - relação benefício/custo;
 - investimento inicial necessário (para a implantação da alternativa);
 - tempo de retorno financeiro;
- critérios relacionados à sustentabilidade social:
 - danos causados por inundações a imóveis;
 - promoção de recreação e esportes;
 - infraestrutura (abertura de vias, saneamento básico, etc.);
 - influência sobre a qualidade de vida da população local (envolve questões como segurança, saúde);
 - retorno político.

Ainda conforme visto no Anexo 3, as alternativas de planejamento de uso e ocupação em questão são as três diferentes situações futuras estudadas por Pontremolez (2013) quanto ao potencial para inundações urbanas (vide item 5.1).

Cada um desses critérios e dessas alternativas foram julgados pelos atores sociais com relação a sua importância para o cumprimento do objetivo final (escolha da alternativa ótima de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho buscando a redução no risco de inundações urbanas), conforme detalhado adiante.

5.3.3.3 Questionário individual sobre os critérios e as alternativas

O questionário, exposto no Anexo 4, está dividido em duas partes principais: a primeira contém perguntas em que o ator social assinalou, dentre as nove alternativas de resposta, aquela que representa seu ponto de vista sobre a importância relativa entre os critérios, inicialmente, e entre as alternativas em relação a cada critério, num segundo momento. A resposta assinalada foi posteriormente convertida, pela pesquisadora executante do projeto, em um peso numérico correspondente, conforme será visto adiante no item 5.3.4.1, a fim de proceder ao Método Analítico Hierárquico (AHP).

Posteriormente, ainda se pede no questionário que o decisor preencha uma tabela preparada para receber as ponderações dos critérios, e outra tabela para as ponderações de cada alternativa em relação a cada critério. Antes do preenchimento, é explicada a escala a ser utilizada. As ponderações tabeladas por cada ator social foram utilizadas para compor pesos médios que, por sua vez, foram empregados nas análises dos métodos *fuzzy*-ELECTRE e *fuzzy* TOPSIS (vide itens 5.3.4.2 e 5.3.4.3).

5.3.4 Aplicação das análises multicriteriais

De posse dos dados necessários à implementação dos MCDSS, a autora da pesquisa deu prosseguimento às análises multicriteriais. Para tanto, buscaram-se implementar métodos consagrados, cuja aplicabilidade fosse possível no contexto da pesquisa (planejamento de uso e ocupação do solo visando à prevenção de inundações urbanas), e cujo processamento não demandasse conhecimento matemático ou computacional aprofundado demais para seu entendimento.

Além disso, para efeitos de comparação, procurou-se utilizar um método representativo de cada grande grupo: o método analítico hierárquico (AHP) é o mais popular entre os que se valem da Teoria da Utilidade Multiatributo; o ELECTRE é um método baseado em relações de preferência consagrado, principalmente na escola europeia; e o TOPSIS é um método simples e intuitivo que mede a distância das alternativas para a opção ideal. Porém, uma vez que o ELECTRE e o TOPSIS não lidam satisfatoriamente com julgamentos imprecisos e carregados de incertezas, eles foram trabalhados com a teoria dos conjuntos *fuzzy*, sanando tal deficiência.

5.3.4.1 Método Analítico Hierárquico (AHP)

A descrição do método AHP foi feita, neste trabalho, com base em Zuffo et al. (2002) e Fantinatti (2011).

Inicialmente, o problema foi decomposto em uma hierarquia de objetivo, critérios (divididos em dois níveis hierárquicos distintos) e alternativas. Tal decomposição foi esquematizada na Figura 15.

Figura 15 – Hierarquização do problema em objetivo, critérios e alternativas

Os atores sociais participantes da presente pesquisa compararam os n critérios de um mesmo nível hierárquico entre si, par a par, ao responderem o questionário apresentado no Anexo 4. A fim de se formar uma matriz de comparação $A = (s_{i,j})_{n \times n}$, as respostas de cada ator foram convertidas em um correspondente numérico, conforme a escala semântica de Saaty exposta na Tabela 7.

Tabela 7 – A escala semântica de Saaty e sua correspondência numérica

Escala semântica	Correspondência numérica
De igual importância	1
De pequena importância sobre o segundo	3
De grande importância sobre o segundo	5
De importância muito grande sobre o segundo	7
De importância absoluta sobre o segundo	9

Na matriz A , o valor do elemento $s_{i,j}$ indica o quanto o critério da linha i é preferível ao da coluna j . Se, porém, este último for preferido, basta utilizar o valor recíproco, invertendo o valor original (por exemplo: $1/3$, $1/5$, $1/7$ e $1/9$).

Ressalta-se que foram trabalhadas matrizes de comparação tanto com respostas individuais (de cada ator social), quanto utilizando a média das respostas dos seis atores. Dessa maneira, foi possível, após finalizar a aplicação do AHP, analisar não somente as opiniões do coletivo, mas também os pontos de vista de cada setor da sociedade.

Encontraram-se, então, os autovetores e os autovalores da matriz de comparação A . O autovetor dá a ordem de prioridade, enquanto o autovalor é a medida da consistência do julgamento. Há n autovalores e respectivos autovetores para os n critérios. Sendo λ o autovalor e W o autovetor correspondente, este pode ser obtido por meio das seguintes equações:

$$AW = \lambda W$$

$$(A - \lambda I)W = 0$$

Em que I é a matriz identidade.

A consistência cardinal só pode ser obtida caso $n-1$ dos autovalores forem iguais a zero, e se o maior autovalor ($\lambda_{\max}$) for igual a n . No caso de os julgamentos serem inconsistentes, o maior autovalor será superior a n .

Visando à determinação do grau de consistência da matriz de avaliação, calculou-se a razão de consistência RC , correspondente à relação entre o índice de consistência IC e um índice randômico IR :

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

O índice randômico IR é tabelado em função do número de critérios n , conforme a Tabela 8.

Tabela 8 – Valores de IR em função do número n de critérios

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,51

O valor de RC deve ser inferior a 0,10 (10%); se essa condição não for satisfeita, houve violação em nível inaceitável da proporcionalidade e da transitividade nos julgamentos dos tomadores de decisão. Nesse caso, sugere-se a obtenção de mais informações pertinentes e a execução de uma nova rodada de julgamentos.

Prosseguindo com o método, fez-se, para cada critério, uma matriz de avaliação das alternativas, e repetiram-se os procedimentos descritos para a matriz dos critérios, isto é, encontraram-se os autovalores, os autovetores (que indicam a ordem de prioridade) e verificou-se a consistência. Por fim, para se obterem as prioridades finais das alternativas, foi feito o somatório dos produtos entre o peso de prioridade da alternativa e o peso do critério (e ainda o peso do grupo de critérios, por haver tal configuração de hierarquias).

5.3.4.2 *Fuzzy-ELECTRE*

A descrição do ELECTRE que aqui se encontra foi feita com base em Aytaç et al. (2011) e Hatami-Marbini et al. (2013), em que os autores propuseram uma extensão do tradicional método ELECTRE I para integrá-lo à teoria dos conjuntos *fuzzy*.

O princípio do ELECTRE é a escolha dos sistemas que são preferidos pela maioria dos critérios, e que não ultrapassem os níveis de desconforto ou descontentamento pré-definidos pelos tomadores de decisão para cada critério. A preferência e o desconforto são avaliados, respectivamente, pelos índices de concordância, $C(i,j)$, e de discordância, $D(i,j)$, entre as alternativas i e j . Para o cálculo desses índices, inicialmente os tomadores de decisão definem os pesos $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_l$, para todos os l critérios, assumindo que os pesos não mudem durante o desenvolvimento do ELECTRE.

A ponderação foi feita na medida em que os decisores definiram verbalmente a importância desses critérios para o cumprimento do objetivo final (escolha da alternativa ótima de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho, buscando a redução no risco de inundações urbanas). Ou seja, uma vez que não é possível conferir um valor numérico preciso para a importância dos critérios, os tomadores de decisão afirmaram simplesmente se cada um desses critérios deveria ter um peso baixo, mediano, alto, bastante alto, etc., conforme mostrado

na Tabela 9. Com vistas a incorporar as incertezas inerentes a esses julgamentos, as expressões foram convertidas pela pesquisadora em números *fuzzy*, os quais são compostos de três valores (o menor possível, o mais provável e o maior possível) em vez de apenas um valor preciso.

Tabela 9 – Expressões para definir o peso dos critérios no método *fuzzy*-ELECTRE e sua correspondência numérica

Expressão	Abreviação	Número <i>fuzzy</i>
Bastante baixo	BB	(0; 0; 0,1)
Baixo	B	(0; 0,1; 0,3)
Meio baixo	MB	(0,1; 0,3; 0,5)
Mediano	M	(0,3; 0,5; 0,7)
Meio alto	MA	(0,5; 0,7; 0,9)
Alto	A	(0,7; 0,9; 1)
Bastante alto	BA	(0,9; 1; 1)

Além de ponderar os critérios, os tomadores de decisão também avaliam a *performance* das alternativas em relação a cada critério, valendo-se de expressões linguísticas, à semelhança de como procederam no caso dos critérios.

As expressões utilizadas e os números *fuzzy* correspondentes são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Expressões para definir a *performance* das alternativas no método *fuzzy*-ELECTRE e sua correspondência numérica

Expressão	Abreviação	Número <i>fuzzy</i>
Péssima	P	(0; 0; 1)
Ruim	R	(0; 1; 3)
Medianamente ruim	MR	(1; 3; 5)
Mediana	M	(3; 5; 7)
Medianamente satisfatória	MS	(5; 7; 9)
Satisfatória	S	(7; 9; 10)
Ótima	Ot	(9; 10; 10)

Essa ponderação foi feita individualmente na medida em que os tomadores de decisão respondiam ao final do questionário exposto no Anexo 4, onde há tabelas preparadas especialmente para que eles preenchessem com as expressões de julgamento dos critérios e das alternativas. Os procedimentos descritos a seguir, nos passos 1 a 9, no entanto, foram feitos tanto com as respostas individuais, quanto com a média aritmética das respostas dos seis atores. Dessa maneira, à semelhança do caso do AHP, foi possível analisar também as opiniões do coletivo, além dos pontos de vista de cada setor da sociedade, com a aplicação do *fuzzy*-ELECTRE.

Passo 1: Matriz fuzzy de decisão

O problema a ser resolvido é expresso em forma de uma matriz *fuzzy* de decisão, $\tilde{U}$, e um vetor de pesos, $\tilde{w}$:

$$\tilde{U} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}, \quad \tilde{w} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n)$$

Em que $\tilde{x}_{ij}$ é a *performance* dada pelo tomador de decisão à i -ésima alternativa em relação ao critério j , enquanto $\tilde{w}_j$ é o peso atribuído ao j -ésimo critério.

Passo 2: Matriz fuzzy de decisão normalizada

A normalização é feita para assegurar que todos os elementos na matriz de decisão possuam unidades homogêneas e comparáveis, além de garantir que todos os números *fuzzy* triangulares estejam compreendidos no intervalo $[0, 1]$, de modo a reduzir a complexidade das operações matemáticas.

A matriz *fuzzy* de decisão normalizada, $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$, é formada da seguinte maneira:

$$\tilde{r}_{ij} = (r_{ij}^l, r_{ij}^y, r_{ij}^u) = \left(\frac{x_{ij}^l}{c_j^*}, \frac{x_{ij}^y}{c_j^*}, \frac{x_{ij}^u}{c_j^*} \right), \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j \in J^+$$

$$c_j^* = \max_i(x_{ij}^u), \quad j \in J^+$$

Sendo J^+ o conjunto dos critérios positivos (quanto maior $\tilde{r}_{ij}$, melhor); e

$$\tilde{r}_{ij} = (r_{ij}^l, r_{ij}^y, r_{ij}^u) = \left(\frac{a_j^-}{x_{ij}^u}, \frac{a_j^-}{x_{ij}^y}, \frac{a_j^-}{x_{ij}^l} \right), \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j \in J^-$$

$$a_j^- = \min_i(x_{ij}^l), \quad j \in J^-$$

Em que J^- é o conjunto dos critérios negativos (quanto menor $\tilde{r}_{ij}$, melhor).

Passo 3: Matriz fuzzy de decisão ponderada

Visando à construção da matriz fuzzy de decisão ponderada, $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$, basta multiplicar os pesos dos critérios pelos valores da matriz fuzzy de decisão normalizada:

$$\tilde{v}_{ij} = (v_{ij}^l, v_{ij}^y, v_{ij}^u) = \tilde{w}_j(\times) \tilde{r}_{ij} = (w_j^l r_{ij}^l, w_j^y r_{ij}^y, w_j^u r_{ij}^u)$$

Passo 4: Matriz de concordância

Considerando duas alternativas A_p e A_q , forma-se um conjunto de concordância:

$$J^C = \{j \mid \tilde{v}_{pj} \geq \tilde{v}_{qj}\}$$

Dessa maneira, J^C constitui-se pelos critérios em que a alternativa A_p é, pelo menos, tão boa quanto A_q (a *performance* de A_p nesse critério iguala ou supera a de A_q).

Então, forma-se a matriz de concordância:

$$\tilde{C} = \begin{bmatrix} - & \dots & \tilde{c}_{1q} & \dots & \tilde{c}_{1(m-1)} & \tilde{c}_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \tilde{c}_{p1} & \dots & \tilde{c}_{pq} & \dots & \tilde{c}_{p(m-1)} & \tilde{c}_{pm} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \tilde{c}_{m1} & \dots & \tilde{c}_{mq} & \dots & \tilde{c}_{m(m-1)} & - \end{bmatrix}$$

Em que:

$$\tilde{c}_{pq} = (c_{pq}^l, c_{pq}^y, c_{pq}^u) = \sum_{j \in J^C} \tilde{w}_j = \left(\sum_{j \in J^C} \tilde{w}_j^l, \sum_{j \in J^C} \tilde{w}_j^y, \sum_{j \in J^C} \tilde{w}_j^u \right)$$

Passo 5: Matriz de discordância

Forma-se, inicialmente, um conjunto de discordância J^D . Considerando duas alternativas A_p e A_q , tem-se:

$$J^D = \{j \mid \tilde{v}_{pj} < \tilde{v}_{qj}\}$$

J^D , então, é constituído pelos critérios em que a alternativa A_p é, pior que A_q (a *performance* de A_q nesse critério supera a de A_p).

Com o fim de continuar a elaboração da matriz de discordância, foi utilizado o método da distância Hamming para comparar quaisquer duas alternativas A_p e A_q em relação a cada critério.

Para se entender a distância Hamming, definem-se os números *fuzzy* triangulares como o terceto (a, b, c) , em que os parâmetros a , b e c correspondem, respectivamente, ao menor valor possível, ao valor mais provável e ao maior valor possível. A função de pertinência de um número *fuzzy* triangular pode ser assim descrita:

$$\mu(x/\tilde{M}) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ (x-a)/(b-a), & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b), & b \leq x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases}$$

Tomando-se quaisquer dois números *fuzzy* $\tilde{A}$ e $\tilde{B}$, a distância Hamming $(\tilde{A}, \tilde{B})$ entre eles pode ser encontrada por:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \int_{\mathbb{R}} |\mu_{\tilde{A}}(x) - \mu_{\tilde{B}}(x)| dx$$

Em que $\mathbb{R}$ denota o conjunto dos números reais.

Assim, pode-se estruturar a matriz de discordância da seguinte forma:

$$D = \begin{bmatrix} - & \dots & d_{1q} & \dots & d_{1(m-1)} & d_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{p1} & \dots & d_{pq} & \dots & d_{p(m-1)} & d_{pm} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{m1} & \dots & d_{mq} & \dots & d_{m(m-1)} & - \end{bmatrix}$$

Sendo:

$$d_{pq} = \frac{\max_{j \in J^D} |\tilde{v}_{pj} - \tilde{v}_{qj}|}{\max_j |\tilde{v}_{pj} - \tilde{v}_{qj}|} = \frac{\max_{j \in J^D} |d(\max(\tilde{v}_{pj}, \tilde{v}_{qj}), \tilde{v}_{qj})|}{\max_j |d(\max(\tilde{v}_{pj}, \tilde{v}_{qj}), \tilde{v}_{qj})|}$$

Ressalta-se que, enquanto a matriz de concordância é composta de números fuzzy, na matriz de discordância houve a “defuzzyficação” dos elementos.

Passo 6: Matriz booleana de concordância

Inicialmente, determina-se o nível mínimo de concordância, o qual é utilizado para avaliar os valores da matriz de concordância para que se forme a matriz booleana.

O nível mínimo de concordância $\tilde{\tilde{C}} = (c^l, c^y, c^u)$ pode ser definido como a média dos elementos da matriz de concordância, sendo calculado por:

$$c^l = \sum_{p=1}^m \sum_{q=1}^m \frac{c_{pq}^l}{m(m-1)}$$

$$c^y = \sum_{p=1}^m \sum_{q=1}^m \frac{c_{pq}^y}{m(m-1)}$$

$$c^u = \sum_{p=1}^m \sum_{q=1}^m \frac{c_{pq}^u}{m(m-1)}$$

A matriz booleana de concordância E, então, é construída como se segue:

$$E = \begin{bmatrix} - & \dots & e_{1q} & \dots & e_{1(m-1)} & e_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ e_{p1} & \dots & e_{pq} & \dots & e_{p(m-1)} & e_{pm} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ e_{m1} & \dots & e_{mq} & \dots & e_{m(m-1)} & - \end{bmatrix}$$

Em que:

$$\begin{cases} \tilde{c}_{pq} \geq \tilde{\tilde{C}} \Leftrightarrow e_{pq} = 1 \\ \tilde{c}_{pq} < \tilde{\tilde{C}} \Leftrightarrow e_{pq} = 0 \end{cases}$$

Vale ressaltar que, enquanto a matriz de concordância é formada por elementos *fuzzy*, sua booleana não o é.

Passo 7: Matriz booleana de discordância

Similarmente à construção da matriz booleana de concordância, para elaborar a matriz booleana de discordância F é necessário, em primeiro lugar, determinar o nível mínimo de discordância $\bar{D}$, o qual pode ser definido como a média dos elementos da matriz de discordância:

$$\bar{D} = \sum_{p=1}^m \sum_{q=1}^m \frac{d_{pq}}{m(m-1)}$$

Estrutura-se, então, a matriz booleana de discordância:

$$F = \begin{bmatrix} - & \dots & f_{1q} & \dots & f_{1(m-1)} & f_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ f_{p1} & \dots & f_{pq} & \dots & f_{p(m-1)} & f_{pm} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ f_{m1} & \dots & f_{mq} & \dots & f_{m(m-1)} & - \end{bmatrix}$$

Em que:

$$\begin{cases} d_{pq} < \bar{D} \Leftrightarrow f_{pq} = 1 \\ d_{pq} \geq \bar{D} \Leftrightarrow f_{pq} = 0 \end{cases}$$

Passo 8: Matriz global

Constrói-se a matriz global G por meio da multiplicação elemento a elemento das matrizes booleanas de concordância, E , e discordância, F :

$$G = E \otimes F$$

Os elementos da matriz global com o valor 1 indicam relação de preferência, de forma que, se $g_{pq} = 1$ (e, consequentemente, $g_{qp} = 0$), a alternativa A_p é preferível à A_q ; se $g_{qp} = 1$ (e, por conseguinte, $g_{pq} = 0$), A_q é preferível a A_p . Caso tanto g_{pq} , quanto g_{qp} sejam iguais a zero, então não há relação de preferência entre A_p e A_q .

Passo 9 (final): Gráfico de decisão e ranking das alternativas

O gráfico de decisão, por fim, é construído a fim de se determinar o ranking das alternativas. Estas compõem os vértices do gráfico, e podem ser ligadas por meio de setas (apontadas para uma alternativa ou outra) ou não. Se $g_{pq} = 1$, ou seja, a alternativa A_p é preferível à A_q , então haverá uma seta saindo de A_p e apontando para A_q . Se, porém, $g_{qp} = 1$, então A_q domina sobre A_p e, assim, a seta sairá de A_q e apontará para A_p . Caso não haja relação de preferência entre as duas alternativas, não haverá seta ligando-as.

A Figura 16 exemplifica o gráfico de decisão para um caso em que há preferência de dada alternativa A_p em detrimento das outras alternativas A_q e A_r , não havendo, porém, relação entre as duas últimas.

Figura 16 – Exemplo de gráfico de decisão, em que A_p domina sobre A_q e A_r , e não há relação de dominância entre A_q e A_r

5.3.4.3 Fuzzy-TOPSIS

O método TOPSIS de análise multicriterial foi proposto por Hwang e Yoon (1981), e baseia-se na ideia de que a alternativa escolhida deve apresentar a menor distância da solução positiva ideal, bem como a maior distância da solução negativa ideal. Não há relação de preferência (AFSHAR et al., 2011; LEE et al., 2013; 2014).

Conforme anteriormente explicado, a teoria dos conjuntos *fuzzy* pode ser aplicada ao TOPSIS para considerar as incertezas das informações.

Para obter os dados de entrada do método *fuzzy*-TOPSIS, pediu-se que os atores sociais definissem a importância de determinados critérios para o cumprimento do objetivo final (escolha da alternativa ótima de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho, buscando a redução no risco de inundações urbanas), bem como avaliassem a *performance* de três alternativas distintas ocupação territorial em relação a cada critério. As respostas foram coletadas no questionário mostrado no Anexo 4, em cujo final há duas tabelas que foram completadas pelos decisores com as ponderações dos critérios e a *performance* das alternativas. Trata-se das mesmas tabelas utilizadas para colher os dados usados no *fuzzy*-ELECTRE e, consequentemente, ambos os métodos possuem os mesmos dados de entrada.

Assim como no caso do *fuzzy*-ELECTRE, utilizam-se expressões linguísticas, em vez de um valor numérico preciso, para avaliar tanto o peso dos critérios (vide Tabela 11), quanto a *performance* de cada alternativa em relação a eles (vide Tabela 12). Tais expressões foram convertidas pela pesquisadora em um número *fuzzy* correspondente, permitindo agregar, aos valores numéricos, as incertezas inerentes ao julgamento dos atores sociais.

Tabela 11 – Expressões para avaliar o peso dos critérios no método *fuzzy-TOPSIS* e sua correspondência numérica

Expressão	Abreviação	Número <i>fuzzy</i>
Bastante baixo	BB	(0; 0; 0,1)
Baixo	B	(0; 0,1; 0,3)
Meio baixo	MB	(0,1; 0,3; 0,5)
Mediano	M	(0,3; 0,5; 0,7)
Meio alto	MA	(0,5; 0,7; 0,9)
Alto	A	(0,7; 0,9; 1,0)
Bastante alto	BA	(0,9; 1,0; 1,0)

Tabela 12 – Expressões para avaliar a *performance* de cada alternativa no método *fuzzy-TOPSIS* e sua correspondência numérica

Expressão	Abreviação	Número <i>fuzzy</i>
Péssima	P	(0; 0; 1)
Ruim	R	(0; 1; 3)
Medianamente ruim	MR	(1; 3; 5)
Mediana	M	(3; 5; 7)
Medianamente satisfatória	MS	(5; 7; 9)
Satisfatória	S	(7; 9; 10)
Ótima	Ot	(9; 10; 10)

A ponderação foi feita por cada um dos atores sociais. Contudo, os procedimentos descritos nos passos seguintes (1 ao 6) foram feitos tanto com as respostas individuais, quanto com a média aritmética das respostas dos seis atores, assim como nos casos do AHP e do *fuzzy-ELECTRE*. O motivo é o mesmo apresentado anteriormente para esses dois métodos, a saber, torna-se possível analisar as opiniões do coletivo, além dos pontos de vista de cada setor da sociedade.

Os três primeiros passos do *fuzzy-TOPSIS* assemelham-se aos do *fuzzy-ELECTRE*, e estão descritos neste trabalho com base em Hatami-Marbini et al. (2013).

Passo 1: Matriz fuzzy de decisão

O problema a ser resolvido é expresso em forma de uma matriz *fuzzy* de decisão, $\tilde{U}$, e um vetor de pesos, $\tilde{w}$:

$$\tilde{U} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}, \quad \tilde{W} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n)$$

Em que $\tilde{x}_{ij}$ é a *performance* dada pelo tomador de decisão à i -ésima alternativa em relação ao critério j , enquanto $\tilde{w}_j$ é o peso atribuído ao j -ésimo critério.

Passo 2: Matriz fuzzy de decisão normalizada

A normalização é feita para assegurar que todos os elementos na matriz de decisão possuam unidades homogêneas e comparáveis, além de garantir que todos os números *fuzzy* triangulares estejam compreendidos no intervalo $[0, 1]$, de modo a reduzir a complexidade das operações matemáticas.

A matriz *fuzzy* de decisão normalizada, $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$, é formada da seguinte maneira:

$$\tilde{r}_{ij} = (r_{ij}^l, r_{ij}^y, r_{ij}^u) = \left(\frac{x_{ij}^l}{c_j^*}, \frac{x_{ij}^y}{c_j^*}, \frac{x_{ij}^u}{c_j^*} \right), \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j \in J^+$$

$$c_j^* = \max_i (x_{ij}^u), \quad j \in J^+$$

Sendo J^+ o conjunto dos critérios positivos (quanto maior $\tilde{r}_{ij}$, melhor); e

$$\tilde{r}_{ij} = (r_{ij}^l, r_{ij}^y, r_{ij}^u) = \left(\frac{a_j^-}{x_{ij}^u}, \frac{a_j^-}{x_{ij}^y}, \frac{a_j^-}{x_{ij}^l} \right), \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j \in J^-$$

$$a_j^- = \min_i (x_{ij}^l), \quad j \in J^-$$

Em que J^- é o conjunto dos critérios negativos (quanto menor $\tilde{r}_{ij}$, melhor).

Passo 3: Matriz fuzzy de decisão ponderada

Visando à construção da matriz *fuzzy* de decisão ponderada, $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$, basta multiplicar os pesos dos critérios pelos valores da matriz *fuzzy* de decisão normalizada:

$$\tilde{v}_{ij} = (v_{ij}^l, v_{ij}^y, v_{ij}^u) = \tilde{w}_j(\times)\tilde{r}_{ij} = (w_j^l r_{ij}^l, w_j^y r_{ij}^y, w_j^u r_{ij}^u)$$

Os passos seguintes (quatro, cinco e seis) foram descritos com base em Afshar et al. (2011) e Lee et al. (2013; 2014).

Passo 4: Soluções ideais positivas e negativas

Uma vez que o método TOPSIS seleciona como alternativa ótima aquela que possui a maior proximidade da melhor alternativa possível e a maior distância para a pior, é necessário que se estabeleçam valores para as *performances* dessas alternativas ideais em relação a cada critério, para posteriormente compará-los com os valores das alternativas reais.

Considere-se, então, o grupo J^+ dos critérios positivos, ou seja, para os quais quanto maior o valor de $\tilde{v}_{ij}$, melhor. Como os números *fuzzy* variam no intervalo $[0, 1]$, pode-se tomar $\tilde{v}_j^+ = (1,1,1)$ pela situação positiva ideal (a melhor possível), e $\tilde{v}_j^- = (0,0,0)$, pela situação negativa ideal (a pior possível).

Por outro lado, ao se considerar o grupo J^- dos critérios negativos, isto é, para os quais melhor é a conjuntura quanto menor for o valor de $\tilde{v}_{ij}$, então $\tilde{v}_j^+ = (0,0,0)$ pode ser tomada pela situação positiva ideal, e $\tilde{v}_j^- = (1,1,1)$, pela situação negativa ideal.

Portanto, a solução positiva ideal A^+ , composta pelos valores positivos ideais de $\tilde{v}_{ij}$ para cada critério j , fica assim definida:

$$A^+ = \{\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+\}$$

Sendo:

$$\begin{cases} \tilde{v}_j^+ = (1,1,1), & j = 1, 2, \dots, n, & j \in J^+ \\ \tilde{v}_j^+ = (0,0,0), & j = 1, 2, \dots, n, & j \in J^- \end{cases}$$

Já a solução negativa ideal A^- , fica definida por:

$$A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-\}$$

Sendo:

$$\begin{cases} \tilde{v}_j^- = (0,0,0), & j = 1, 2, \dots, n, & j \in J^+ \\ \tilde{v}_j^- = (1,1,1), & j = 1, 2, \dots, n, & j \in J^- \end{cases}$$

Passo 5: Distâncias d_i^+ (para a solução positiva ideal) e d_i^- (para a solução negativa ideal):

Os cálculos de d_i^+ e d_i^- de cada alternativa i são feitos por meio das seguintes equações:

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{i,j}, \tilde{v}_j^+)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{i,j}, \tilde{v}_j^-)$$

Sendo $i = 1, 2, \dots, m$.

Para o cálculo da distância entre duas alternativas A_1 e A_2 , lançou-se mão da seguinte equação:

$$d(A_1, A_2) = \sqrt{\frac{1}{3}[(\tilde{v}_{1j}^l - \tilde{v}_{2j}^l)^2 + (\tilde{v}_{1j}^y - \tilde{v}_{2j}^y)^2 + (\tilde{v}_{1j}^u - \tilde{v}_{2j}^u)^2]}$$

Para $j = 1, 2, \dots, n$.

Percebe-se que, nessa etapa, ocorre a “defuzzyficação” dos valores com que se trabalha.

Passo 6: Proximidade relativa R_i

Por fim, calculam-se as proximidades relativas R_i de cada alternativa a uma solução ideal, por meio da equação:

$$R_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

Quanto maior o valor de R_i , mais próxima está a alternativa i da ideal e, portanto, melhor ela é.

5.3.5 Reunião com os atores sociais

Prosseguiu-se à reunião, na qual se buscou a participação dos atores sociais (tomadores de decisão), da autora desta pesquisa, de um facilitador para auxiliá-la e ainda da autora do “Estudo das inundações em cenários alternativos de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Córrego do Mineirinho em São Carlos, SP”, Nataska Pontremolez. Vale lembrar que as três alternativas de ocupação da bacia do Mineirinho aqui apresentadas foram

mais profundamente estudadas por Pontremolez, que também as avaliou quanto às manchas de inundação e às vazões de pico.

Estava proposta, para essa reunião, a seguinte estrutura, mostrada na Tabela 13:

Tabela 13 – Estrutura da reunião com os participantes da pesquisa

Tópico	Tempo estimado (minutos)
Breve exposição da pesquisa	8
Apresentação da estrutura da reunião	2
Apresentação dos participantes	8
Opiniões dos atores sociais sobre o questionário	15
Exposição das alternativas de uso e ocupação do solo	20
Debate sobre as alternativas	25
Apresentação de resultados	12

O teto de tempo estabelecido para essa reunião foi de 1h 30min. Foram utilizados recursos audiovisuais (como computador, *data-show* e gravador de voz) para facilitar o desenrolar da reunião.

Como pode ser visto na Tabela 13, após um momento inicial de apresentações, os participantes poderiam expressar suas opiniões acerca do questionário, ressaltando seus pontos fortes e fracos, a pertinência das perguntas, clareza, dificuldades para responder, entre outros aspectos. Em seguida, Pontremolez faria uma apresentação sobre as alternativas de uso e ocupação do solo, de modo a explicar mais a fundo sobre as manchas de inundação e vazões de pico possíveis em cada uma.

Após a exposição de Pontremolez, propôs-se que os participantes da pesquisa debatessem sobre as alternativas de uso e ocupação do solo da bacia do Mineirinho, expondo seus pontos de vista acerca de cada uma, suas vantagens, desvantagens, sugestões de melhoria, etc. Ressalta-se que poderia haver a proposição de novos critérios e novas alternativas, haja vista principalmente que a microbacia do rio Mineirinho, recentemente, sofreu algumas alterações (novos loteamentos e abertura de uma via) que dificultariam o cumprimento à risca das alternativas descritas por Pontremolez em 2013. Portanto, na reunião, poderiam ser discutidos esses novos critérios ou alternativas de controle de inundação, mesmo que eles não estivessem incluídos no rol dos avaliados nas análises multicriteriais. Ainda, essas proposições seriam citadas neste estudo, possibilitando, inclusive, que novas pesquisas fossem desenvolvidas sobre elas.

Para finalizar a reunião, estava proposto que a autora desta pesquisa exibisse alguns resultados advindos das análises multicriteriais e das respostas dos questionários. Tais

resultados, no entanto, deveriam ser mostrados de maneira anônima, ou seja, sem que se divulgasse quem gerou cada resposta.

Ao fim da reunião, pediu-se que os tomadores de decisão entregassem um breve questionário com suas respostas, para que a autora da pesquisa pudesse aferir a opinião de cada um acerca dos métodos utilizados e da possibilidade de sua implementação no contexto decisório, bem como para verificar se seu ponto de vista sobre o problema das inundações urbanas foi, de algum modo, influenciado pelas diferentes opiniões dos decisores. As perguntas podem ser vistas ao final do Anexo 3. Desejava-se que os tomadores de decisão pudessem obter certo tipo de benefício com sua participação voluntária na pesquisa, na medida em que o contato com os diferentes pontos de vista expostos na reunião possibilitasse o enriquecimento de sua percepção acerca do problema do planejamento territorial urbano e das inundações.

Foi registrada a ata da reunião.

6 RESULTADOS

6.1 Resultados da validação do método

Conforme explicado anteriormente, o intuito da validação do método foi verificar se o método, tal como estava proposto, era apropriado à finalidade pretendida. Assim, simulou-se a consecução da pesquisa com cinco participantes voluntários de diferentes perfis e opiniões quanto ao tema.

6.1.1 Alteração na obtenção de respostas e na finalidade da reunião

Logo no início da validação, foi sugerido que, em vez de realizar uma reunião com todos os participantes para que se chegasse a um consenso nas ponderações relativas (necessárias ao método AHP) entre os critérios e entre as alternativas, houvesse um questionário a ser respondido individualmente para se obterem tais ponderações. Assim, buscar-se-iam, em um primeiro momento, as respostas de cada participante também para o método AHP, e não somente para o *fuzzy-ELECTRE* e o *fuzzy-TOPSIS* (lembrando que, desde o início desse estudo, era proposto que se buscassem respostas individuais para estes dois últimos métodos).

Tal mudança se deve, principalmente, a dois motivos: em primeiro lugar, porque seria muito improvável atingir um consenso entre pessoas que provavelmente não estão familiarizadas umas com as outras e possuem opiniões diferentes. Também não seria proveitoso à pesquisa obter um falso consenso, em que alguns atores sociais eventualmente omitissem suas opiniões verdadeiras por se sentirem constrangidos ou intimidados pela presença de outras

peças com pontos de vista discrepantes, ou ainda para apressar a obtenção do comum acordo. Em segundo lugar, está justamente o fator tempo, pois poderia ser extremamente longa uma reunião em que se almejassem o consenso nas comparações par a par entre todos os 13 critérios e entre as três alternativas para cada critério. Ou ainda poderia haver a necessidade de reuniões adicionais. Provavelmente os participantes da pesquisa não teriam tamanha disponibilidade de tempo.

Em suma, decidiu-se, então, que atores sociais forneceriam respostas individuais (e não em conjunto) ao questionário, de modo que, na reunião entre todos, seriam discutidos alguns resultados interessantes e tópicos pertinentes à pesquisa.

6.1.2 Alterações nos documentos entregues aos atores sociais

Devido às alterações na metodologia de obtenção das respostas, conforme explicado anteriormente, foi necessário mudar também o conteúdo dos três documentos entregues aos atores sociais (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; carta com informações sobre os critérios e as alternativas; e questionário individual).

No TCLE, que pode ser visto no Anexo 2, a descrição dos procedimentos teve de ser retificada, bem como houve a necessidade de informar ao ator social o risco de este se fatigar ao responder ao questionário individual, apesar de haver um tempo suficientemente longo (duas semanas) para esta tarefa, de modo que ela poderia ser feita aos poucos.

Na carta com informações sobre os critérios e as alternativas (vide Anexo 3, foi necessário detalhar melhor cada uma destas. Como a intenção inicial da pesquisadora era que os participantes respondessem ao questionário conjuntamente durante a reunião, após Pontremolez expor mais profundamente as alternativas de uso e ocupação do solo, não era preciso apresentá-las detalhadamente na carta, deixando-a mais concisa. Contudo, uma vez que a metodologia foi mudada para os participantes responderem individualmente ao questionário antes da reunião, mais informações sobre as alternativas tiveram de ser adicionadas, permitindo a cada ator social exprimir um julgamento mais bem fundamentado a respeito delas.

O questionário, como foi dito, antes de passar pela validação, seria respondido conjuntamente. Assim, não havia um documento específico a ser entregue aos atores sociais para receber suas respostas. Havia, no entanto, ao final da carta com informações sobre os critérios e as alternativas, uma seção com tabelas comparativas de critérios e de alternativas entre si, além das duas tabelas de atribuição de pesos e performances que ainda permanecem no questionário atual (vide Anexo 4). Esta seção possuía caráter informativo apenas, para que os atores tomassem ciência de como seriam as perguntas durante a reunião. A partir do

momento que se buscaram as respostas individualmente, tal seção teve de ser separada da carta e adaptada para expor com clareza as perguntas. Por exemplo: as tabelas comparativas de critérios e alternativas entre si não eram intuitivas e claras o suficiente para serem respondidas individualmente; durante a reunião, porém, elas seriam explicadas pela pesquisadora à medida que deveriam ser respondidas. A vantagem de utilizá-las consistia no fato de que as respostas estariam no formato correto para serem trabalhadas na análise multicriterial. Ao se elaborar um questionário individual, essas tabelas comparativas foram trocadas por questões de múltipla escolha.

6.2 Resultados das análises multicriteriais

Nesta seção são apresentados os resultados gerados após a implementação de cada método de análise multicriterial, tanto para as respostas individuais, quanto para a média aritmética do conjunto de respostas.

6.2.1 AHP

A Figura 17 mostra as preferências de cada ator social quanto às três alternativas de uso e ocupação do solo, segundo os resultados do Processo Analítico Hierárquico (AHP).

Figura 17 – Porcentagem de preferência de cada alternativa, segundo o método AHP, dos representantes do ponto de vista: (a) técnico, (b) ambiental, (c) político, (d) empresarial, (e) urbanístico e (f) comunitário

Pode-se perceber que, no geral, houve uma divisão dos atores em dois grupos, quais sejam: (1) atores que possuem predileção pelo futuro alternativo e (2) atores que preferem o futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana. São pertencentes ao primeiro grupo os representantes dos pontos de vista técnico, ambiental e urbanístico; já no segundo, encontram-se os representantes das áreas política, empresarial e comunitária. Em todos os casos, a alternativa dominante apresenta uma ampla margem de preferência sobre as demais, sempre contando com mais da metade desta (entre 57% e 77%).

A Figura 18 mostra o resultado da aplicação do método AHP à média das respostas dos atores sociais.

Figura 18 – Porcentagem de preferência de cada alternativa, segundo o método AHP, do conjunto dos atores sociais

Fica evidente que a preferência do conjunto dos atores foi a alternativa “futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana”, que obteve cerca de 60% dessa preferência. Em seguida vem o “futuro tendencial”, com pouco mais de 20% e, por último, o futuro alternativo, com quase 20%.

É interessante notar que, nas análises das respostas de cada ator isoladamente, por mais que as opiniões aparentassem bem divididas entre duas alternativas, a saber, futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana e futuro alternativo, nas análises do conjunto a primeira apresentou ampla dominância sobre a segunda. Aliás, surpreendentemente o futuro alternativo ficou com a menor porcentagem de preferência – apenas 18%. Isso ajuda a mostrar como a análise multicriterial não é um mero exercício de votação, mas um método de escolha criteriosa da alternativa ótima, e ainda como a média das análises individuais difere da análise da média das respostas individuais.

Uma vez que, conforme será relatado no item 6.4, houve certa dificuldade em entender e julgar principalmente os critérios econômicos por parte dos atores sociais, tendo alguns destes relatado tal problema, verificaram-se também os resultados de preferência considerando somente cada grupo de critérios. Assim, pode-se constatar se a preferência pelo futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana permanece ao se avaliarem somente os critérios ambientais, ou os econômicos, ou ainda os sociais. Os resultados dessa análise são mostrados na Figura 19.

Figura 19 – Porcentagem de preferência de cada alternativa, segundo o método AHP, do conjunto dos atores sociais, considerando somente os critérios (a) ambientais; (b) econômicos e (c) sociais

Nota-se que a preferência pelo futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana foi mantida para cada grupo de critérios (ambientais, econômicos e sociais). Destarte, infere-se que o conjunto dos atores sociais considerou tal alternativa como a ótima sob os três aspectos.

Seria necessário investigar as razões das preferências e ponderações dos atores sociais para compreender melhor, por exemplo, por que o futuro alternativo apresentou menor porcentagem de preferência (somente 18%), mesmo ao se considerarem apenas os critérios ambientais. Ressalta-se que esta alternativa foi elaborada com base nas diretrizes e princípios do manual de drenagem urbana de Denver, e aparentava pregar medidas mais cautelosas em relação ao meio ambiente como um todo, não apenas no que tange a inundações em um local pontual.

6.2.1.1 Ressalvas do método AHP

Conforme pode ser verificado no Anexo 4, a parte do questionário com questões de múltipla escolha para determinação da importância relativa entre os critérios e alternativas (justamente visando à implementação do método AHP) ficou muito extensa. Isso se deve ao

fato de que o AHP exige que se façam comparações par a par entre os critérios e entre as alternativas em relação a cada critério, ou seja, é preciso que um volume grande de perguntas seja feito para extrair cada uma dessas informações. Com isso, o ator social que deve preencher o questionário pode fatigar-se durante o processo, o que possivelmente compromete a qualidade das respostas.

Outro ponto importante de se notar consiste na ocorrência de inconsistências nos julgamentos dos atores sociais. Se, por um lado, existiam apenas três alternativas para serem comparadas entre si em relação a cada critério, por outro lado o número de critérios a serem comparados entre si era ligeiramente maior, podendo chegar a cinco, mesmo com a divisão nos subgrupos “ambientais”, “econômicos” e “sociais”. Desse modo, torna-se mais fácil ocorrer de o ator social responder que dado critério X é mais importante que outro critério Y, e que Y é mais importante que certo critério Z e, após fazer outras comparações com os critérios faltantes, afirmar que Z é mais importante que (ou igualmente importante a) X. Ou seja, provavelmente a ordem das perguntas de comparação acabou por influenciar as respostas, de certa forma. Tal fenômeno de quebra da transitividade foi verificado em alguns casos, resultando em valores de Razão de Consistência (RC) superiores a 0,10 (ou 10%), como pode ser visto no Anexo 5.

Em outros casos de comparação entre os critérios, e até mesmo entre as alternativas, houve inconsistências em menor proporção, na medida em que se julga, por exemplo, uma opção A muito mais importante que B; B, muito mais importante que C; e A, muito mais importante que C. Nesse caso, não se inverteu a ordem de importância de nenhuma opção. Porém, pela lógica, A deveria ser considerada mais do que “apenas” muito mais importante que C. Tais inconsistências também foram denunciadas por valores de RC maiores que 0,10.

Percebe-se que, especificamente com relação à probabilidade de ocorrerem inconsistências, há uma vantagem dos outros dois sistemas de suporte à decisão multicriteriais – o *fuzzy*-TOPSIS e o *fuzzy*-ELECTRE – sobre o AHP. Diferentemente deste, neles se teve mais facilmente uma visão geral do ranking de importância dos critérios no momento de atribuição de pesos, que ficaram concentrados em uma tabela somente, assim como as *performances* das alternativas em relação a cada critério, que se situaram em outra tabela (vide Anexo 6).

Ressalta-se que não se implementou novamente a aplicação dos questionários principalmente devido à falta de tempo hábil. Não havia nenhuma garantia de que em uma próxima rodada, ou eventualmente, conseguir-se-iam obter respostas totalmente satisfatórias. Assim, deveriam ser feitas, pelo menos uma vez mais, etapas que demandam muito tempo da pesquisa, a saber: reuniões com os decisores para explicar o problema da falta de transitividade em algumas respostas e pedir que respondam novamente ao questionário (etapa demorada

devido à agenda lotada de praticamente todos os atores sociais, o que torna difícil sua consecução em curto prazo); espera pela resposta dos decisores; e aplicação das análises multicriteriais.

Além disso, ainda haveria de se proceder à reunião com todos os atores sociais para discutir o questionário, os critérios, as alternativas e os resultados para finalizar a pesquisa. Como agravante da situação, alguns dos atores sociais entrariam em recesso ou férias de fim de ano pouco tempo após a entrega dos questionários, que ocorreu na primeira metade de novembro. Assim, a autora apresentou os resultados das análises multicriteriais aos atores durante reunião realizada em 26/11/2015, salientando, porém, que os resultados obtidos com os métodos *fuzzy*-TOPSIS e *fuzzy*-ELECTRE eram mais representativos do que os provenientes do AHP.

6.2.2 *Fuzzy*-ELECTRE e *fuzzy*-TOPSIS

A Figura 20 apresenta os pesos dados pelos atores sociais a cada um dos 13 critérios avaliados.

Figura 20 – Pesos dados pelos atores sociais aos critérios, sendo BB: bastante baixo; B: baixo; MB: medianamente baixo; M: mediano; MA: medianamente alto; A: alto; e BA: bastante alto

Pode-se verificar que a maioria dos atores sociais conferiu ponderação alta ou bastante alta aos critérios ambientais (os quatro primeiros no gráfico da Figura 20), de modo que estes se configuraram como os mais importantes entre todos. Em seguida, vieram os critérios sociais e, por último, os econômicos. Essa ordem de importância permite obter uma ideia do valor que os atores sociais dão ao meio ambiente para a escolha de uma alternativa de uso e ocupação do solo em uma microbacia urbana.

A proteção do solo contra erosão e a diminuição do risco de inundações foram os critérios aos quais se concedeu maior importância, enquanto o retorno político foi considerado o menos importante. Entre os atores, o representante do ponto de vista ambiental foi o que conferiu maior peso aos critérios ambientais; quem ponderou mais os critérios econômicos e os sociais foi o representante político, seguido pelo comunitário.

Em geral, os pesos dados para cada critério, à exceção dos ambientais, variaram consideravelmente entre os atores sociais. As maiores discordâncias quanto à importância se deram no caso da influência sobre o comércio local, da relação benefício/custo e do retorno político. Para estes três critérios, as ponderações extremas foram dadas pelos representantes dos pontos de vista ambiental e político (pesos mais baixos e mais altos, respectivamente). Esse fato provavelmente reflete discordâncias entre ambos os pontos de vista, com as quais é preciso lidar da maneira adequada antes do momento de tomada de decisão. A análise multicriterial, por exemplo, é uma ferramenta que pode ajudar nesse processo.

A Figura 21 mostra um gráfico em radar com as performances conferidas pelos atores sociais a cada alternativa, segundo cada critério.

Figura 21 – *Performance das alternativas em relação aos 13 critérios. Quanto mais perto do centro do círculo, menor a performance.*

Percebe-se claramente como a região central do gráfico é dominada pelas *performances* dadas ao futuro tendencial (linha vermelha), o que significa que esta alternativa obteve as menores notas dos atores sociais. Por outro lado, a linha roxa e a alaranjada, que representam, respectivamente, as *performances* do futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana e do futuro alternativo, ficaram nas regiões mais externas do gráfico, mostrando como estas duas alternativas possuem melhor desempenho, aos olhos dos atores sociais, em relação a cada critério.

Nos itens 6.2.2.1 e 6.2.2.2 são mostrados os resultados das análises multicriteriais feitas com o auxílio dos métodos *fuzzy-ELECTRE* e *fuzzy-TOPSIS*, respectivamente, para verificar quais as preferências dos atores sociais, após se considerarem também os pesos dos critérios.

6.2.2.1 Fuzzy-ELECTRE

Inicialmente, mostram-se os resultados obtidos com as respostas de cada ator social separadamente, conforme pode ser visto nos gráficos de decisão apresentados na Figura 22, Figura 23, Figura 24 e Figura 25.

Figura 22 – Gráfico de decisão gerado pelo ponto de vista técnico

Figura 23 - Gráfico de decisão gerado pelos pontos de vista ambiental, político e urbanístico

Figura 24 - Gráfico de decisão gerado pelo ponto de vista empresarial

Figura 25 - Gráfico de decisão gerado pelo ponto de vista comunitário

Percebe-se que a maioria dos decisores (representantes dos pontos de vista ambiental, político e urbanístico) preferiu as alternativas “futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana” e “futuro alternativo” em detrimento do “futuro tendencial”, não demonstrando, porém, relação de preferência entre as duas primeiras.

O representante do ponto de vista técnico preferiu o futuro alternativo em relação às outras duas alternativas, sendo o futuro tendencial a pior delas, em sua opinião. Já o ator social que representa o ramo empresarial apresentou posicionamento inverso, preferindo o futuro tendencial em detrimento dos outros dois, dos quais o futuro alternativo foi o menos desejado. Imagina-se que uma explicação razoável para este fato é a maior disponibilidade de lotes para construção de imóveis no futuro tendencial, porém, há a necessidade de investigar as reais motivações para essa preferência.

O ator social que representa a comunidade local, por sua vez, preferiu o futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana às outras opções, entre as quais não houve relação de preferência. Dentre inúmeros fatores possíveis para tanto, pode ter acontecido de os menores valores de vazões de pico possíveis no local tenham favorecido essa decisão, mesmo que o problema das inundações seja arrastado para jusante.

A Figura 26 apresenta o resultado de preferência do conjunto dos atores sociais, segundo o método *fuzzy*-ELECTRE.

Figura 26 – Gráfico de decisão gerado pelo conjunto dos pontos de vista dos atores sociais

O gráfico de decisão do conjunto dos atores sociais seguiu a tendência demonstrada pela maioria dos resultados individuais, isto é, preferiram-se o futuro tendencial com Plano Diretor

de Drenagem Urbana e o futuro alternativo em comparação com o futuro tendencial, mas não houve relação de preferência entre os dois primeiros.

É interessante notar como os atores sociais, em geral, conferiram maior importância aos critérios ambientais em detrimento dos demais (como foi verificado anteriormente na Figura 20), embora tenham preferido igualmente o futuro alternativo e o futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana. Na própria Figura 21 foi visto como estas alternativas apresentaram *performances* muito semelhantes em relação a todos os critérios (incluindo os ambientais), o que refletiu nesse resultado. Vale lembrar que o futuro alternativo foi inspirado no plano de drenagem de Denver, o qual favorece muito a proteção ambiental por meio dos princípios e diretrizes que o regem e das medidas que propõe. Assim, reitera-se que seria pertinente investigar o motivo das ponderações e preferências dos participantes da pesquisa.

Verificou-se ainda qual seria o resultado de preferência do conjunto dos atores sociais ao se considerarem apenas os critérios pertencentes a um mesmo grupo (ambientais, econômicos ou sociais). Os gráficos de decisão para essa análise são mostrados na Figura 27.

Figura 27 – Gráficos de decisão gerado pelo conjunto dos pontos de vista dos atores sociais, considerando somente os critérios (a) ambientais; (b) econômicos e (c) sociais

Nota-se que, mesmo ao se considerarem apenas os critérios ambientais, a alternativa preferida é o futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana. Considerando-se os

critérios econômicos, mantiveram-se essas relações de preferência. Levando-se em conta os critérios sociais, porém, a alternativa “futuro alternativo” foi a preferida em relação às outras, e o futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana foi preferido em relação ao futuro tendencial.

6.2.2.2 Fuzzy-TOPSIS

Na Figura 28 podem ser observados os resultados de preferência de cada ator social, conforme o método *fuzzy*-TOPSIS.

Figura 28 – Proximidades relativas (RI) de cada alternativa para a solução ideal, segundo os representantes dos pontos de vista: (a) técnico, (b) ambiental, (c) político, (d) empresarial, (e) urbanístico e (f) comunitário

Os representantes dos pontos de vista técnico, ambiental, político e urbanístico julgaram que o futuro alternativo é a solução mais próxima a uma ideal, sendo seguido pelo futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana e, por último, pelo futuro tendencial. No caso do ponto de vista ambiental, houve praticamente um empate entre as duas primeiras alternativas.

Para o representante dos empresários e o líder comunitário, a alternativa “futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana” aproximou-se mais de uma situação ideal; para o primeiro, porém, o futuro tendencial mostrou-se melhor que o alternativo, enquanto para o líder comunitário, as duas opções restantes são igualmente próximas à ideal.

Pode-se notar ainda como o método *fuzzy*-TOPSIS, diferentemente dos outros dois previamente mostrados, permite verificar não somente qual a alternativa preferida com base na proximidade para a solução ideal, mas também, de certa maneira, o quanto o ator social aprovou a alternativa, em uma escala de zero a um, independentemente da ordem de preferência. Essa medida de aprovação é diretamente proporcional à proximidade relativa (RI), de modo que, quanto maior o valor de RI, mais a alternativa agradou ao decisor.

Assim, pode-se inferir da Figura 28 também como os representantes político e comunitário aprovaram suas alternativas preferidas mais do que os outros atores, uma vez que estas ultrapassaram o valor de 0,6 para a proximidade relativa. Por outro lado, ao se considerar que a escala varia de zero a um, nenhuma das alternativas apresentou uma proximidade realmente elevada, ficando o valor de RI das preferidas na ordem de 0,5 ou 0,6. Isso mostra como há ainda muito que se melhorar nas alternativas, mesmo nas preferidas, para aproximá-las da idealidade. Pode-se trabalhá-las nos critérios em que receberam menores medidas de *performance*, por exemplo.

Ressalta-se ainda que o futuro tendencial, como pode ser visto na Figura 28, apresentou muito baixa proximidade para a solução ideal, segundo alguns atores (técnico, ambiental, político e urbanístico), chegando a acusar valores de RI da ordem de 0,2. Ou seja, o futuro tendencial estaria muito distante do ideal e, portanto, seria passível de melhorias em muitos aspectos.

A Figura 29 mostra a proximidade de cada alternativa para a solução ideal segundo o conjunto dos atores sociais.

Figura 29 – Proximidade relativa (RI) de cada alternativa para a solução ideal, segundo o conjunto dos pontos de vista dos atores sociais

Inicialmente, deve-se ressaltar como as proximidades relativas das alternativas são da ordem de 0,4 e 0,5, o que permite afirmar que, mesmo para as opções mais próximas do ideal, ainda há muito que possa ser melhorado para que seus valores de RI se aproximem de 1,0.

Pode-se perceber que, em se tratando dos julgamentos do conjunto de decisores, houve praticamente um empate entre as alternativas “futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana” e “futuro alternativo”, o que faz o resultado do *fuzzy*-TOPSIS aproximar-se ao do *fuzzy*-ELECTRE (vide item 6.2.2.1). Ainda assim, há uma ligeira vantagem do futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana sobre as outras alternativas, enquanto o futuro tendencial mostrou-se a opção mais distante do ideal. Novamente, este resultado careceria de ser investigado quanto às razões que levaram a essa preferência do conjunto decisor.

Também para o *fuzzy*-TOPSIS foi verificado, para cada grupo de critérios separadamente, qual era a alternativa preferida pelo conjunto dos atores sociais. Os resultados dessas análises estão mostrados na Figura 30.

Figura 30 – Proximidade relativa (RI) de cada alternativa para a solução ideal, segundo o conjunto dos pontos de vista dos atores sociais, considerando somente os critérios (a) ambientais; (b) econômicos e (c) sociais

Para o conjunto dos critérios ambientais, o futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana foi considerado o mais próximo do ideal, enquanto o futuro alternativo foi bastante rejeitado segundo esses critérios. Outras investigações poderiam auxiliar a descobrir o porquê de esta última alternativa, construída sobre fundamentos aparentemente bastante benéficos ao meio ambiente, não ter obtido uma boa pontuação final junto aos decisores.

Tanto para os critérios econômicos, quanto para os sociais, o futuro tendencial se mostrou o mais distante do ideal. No entanto, segundo os critérios econômicos, o futuro alternativo mostrou-se a melhor opção, enquanto para os sociais, foi o futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana.

Ressalta-se ainda que, ao se analisarem todos os resultados para o *fuzzy*-TOPSIS, nota-se que os valores de RI obtidos para o conjunto dos atores sociais não correspondem à média dos valores calculados para cada ator separadamente. Da mesma maneira, fazendo-se a média dos resultados para cada grupo de critérios, não é possível chegar aos valores de RI para todos os critérios concomitantemente. Recomenda-se adotar, como parâmetro de decisão, os resultados do conjunto de atores sociais e avaliando-se todos os critérios; os demais resultados podem auxiliar no entendimento dos pontos de vista dos decisores.

6.2.2.3 Teste adicional: média ponderada

Uma vez que, conforme explanado nos itens 5.3.4.2 e 5.3.4.3 desta dissertação, os três primeiros passos dos métodos *fuzzy*-ELECTRE e *fuzzy*-TOPSIS consistem em construir a matriz de decisão e suas versões normalizada e ponderada, seria extremamente simples partir desta última matriz para verificar qual alternativa possui a maior média, considerando-se todos os critérios. Decidiu-se, então, por fazer esse teste adicional com médias dos julgamentos expressos pelo conjunto dos atores sociais, chegando-se ao resultado exposto na Tabela 14.

Tabela 14 – Médias ponderadas das alternativas de uso e ocupação do solo

Alternativa	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo
Média ponderada	(0,19; 0,37; 0,59)	(0,33; 0,56; 0,78)	(0,32; 0,55; 0,78)
Média “defuzzificada”	0,38	0,56	0,55

Na tabela acima, a média “defuzzificada” se trata da média aritmética dos três elementos que compõem o número *fuzzy*. Assim como no caso do *fuzzy*-TOPSIS, o valor dessas médias varia de zero, na pior situação, a um, na melhor.

Nota-se que o resultado gerado por esse método de simples entendimento e aplicação assemelha-se ao produzido pelo *fuzzy*-TOPSIS (vide item 6.2.2.2). Neste, haviam sido obtidos os seguintes valores de proximidade para a solução ideal: 0,392 para o futuro tendencial; 0,550 para o futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana; e 0,542 para o futuro alternativo. O método *fuzzy*-ELECTRE também havia gerado um resultado parecido, de dominância do futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana e do futuro alternativo sobre o futuro tendencial.

Logo, especificamente nesse estudo, um simples cálculo da média ponderada, que não deixa de ser uma análise multicriterial, produziu resultados extremamente satisfatórios, dispensando a necessidade de procedimentos mais complexos como no caso do *fuzzy-ELECTRE*. O *fuzzy-TOPSIS*, apesar de também ser bem simples e intuitivo, não é tão presente no cotidiano comum quanto a média ponderada, a qual possivelmente geraria bons resultados também em outros casos de análise multicriterial.

6.3 Resultados da reunião com os participantes da pesquisa

A ata da reunião pode ser vista no Anexo 7.

Em primeiro lugar, as inúmeras tentativas infrutíferas de marcar a reunião em dia e horário que todos os participantes estivessem disponíveis demonstraram uma das dificuldades inerentes a um projeto com participação social. Essa constatação, portanto, vem a corroborar a decisão tomada após a validação do método, em que se substituiu uma reunião para responder ao questionário com base em um consenso dos participantes por uma reunião em que se discutiam os critérios e as alternativas após os atores sociais terem ciência destes e haverem respondido ao questionário individualmente. Vale lembrar que o tempo de apenas uma reunião muito provavelmente não bastaria para o escopo planejado anteriormente à validação do método.

Uma segunda constatação, feita pelos próprios participantes da pesquisa, conforme pode ser visto no Anexo 7, foi a dificuldade em julgar as alternativas segundo alguns critérios, ora devido à pouca especificidade destes, ora em função da insuficiência de informações para exercer o julgamento. As justificativas para estas questões são documentadas no item 6.4.

Um participante da pesquisa também se sentiu desconfortável com o elevado número de opções de resposta nas questões de múltipla escolha. Uma vez que tais opções foram dadas aos decisores tendo por objetivo seguir a escala semântica de Saaty (vide Tabela 7 no item 5.3.4.1), infere-se que esta não seja totalmente apropriada a todas as pessoas que participam de uma pesquisa utilizando o AHP.

Na reunião, também foi levantada a questão de que as respostas de uma mesma pessoa podem variar conforme seu estado de espírito.

Um participante sugeriu a aplicação da técnica Delphi para refinar paulatinamente as respostas, o que infelizmente não pôde ser realizado na presente pesquisa por falta de tempo hábil.

Além disso, foi sugerido que quem participasse de todas as etapas da pesquisa (que demandassem participação) fosse gratificado com algum prêmio. Contudo, esta sugestão foi controversa na própria reunião.

Por fim, foram sugeridas algumas modificações nas alternativas, como aumentar as áreas de drenagem ao longo da bacia por meio da implantação de pequenos reservatórios, e levar em consideração a drenagem urbana nos loteamentos.

Ressalta-se que o debate foi prejudicado pela ausência de quatro atores sociais, conforme descrito no item 6.4.

Quanto ao questionário pós-reunião, as respostas dadas pelos atores sociais permitem inferir que:

- os participantes acreditam ser difícil, mas não impossível, que o modelo de tomada de decisão utilizado na presente pesquisa (baseado nas análises multicriteriais e com a participação de diferentes setores da sociedade) seja implementado em contextos decisórios reais. A dificuldade apontada reside no fato de se tratar de um procedimento complexo e relativamente subjetivo;
- uma vez que o debate foi prejudicado pela ausência, na reunião, de quatro participantes, não houve mudanças no ponto de vista sobre a questão das inundações urbanas, ou sobre os critérios e as alternativas.

6.4 Dificuldades e ressalvas em geral

Inicialmente, ressalta-se a dificuldade de se moldar o questionário para que este fique simples e conciso o suficiente para os tomadores de decisão, sem que se prejudique a obtenção dos dados necessários à consecução da pesquisa. Para o método AHP, por exemplo, é preciso que se faça uma grande quantidade de perguntas, uma vez que, conforme explanado anteriormente, há que se comparar os critérios par a par, bem como as alternativas em relação a cada critério. Portanto, foi necessário limitar o número de critérios para que o questionário não se tornasse demasiadamente extenso. Ressalta-se que havia a intenção de analisar as alternativas segundo mais critérios que eram, por sua vez, mais específicos; estes, no entanto, foram agrupados entre si, resultando em menos critérios, porém mais amplos.

A maior vagueza dos critérios, aliás, provavelmente influenciou de maneira negativa na obtenção das respostas dos atores sociais. Visando a mitigar esse efeito, a pesquisadora deixou seu contato com eles e se propôs a reunir-se com cada um sempre que necessário, justamente para sanar eventuais dúvidas surgidas enquanto eles respondiam ao questionário. Todavia,

apenas um ator social usufruiu dessa oportunidade, embora alguns outros tenham manifestado sua dificuldade em compreender um critério ou outro ao entregarem o questionário respondido.

Além da dificuldade de entender algum critério, os alguns atores demonstraram dificuldade de assimilar corretamente as alternativas, bem como de julgá-las quanto a alguns critérios, justamente por não serem especialistas no ramo de conhecimento a que o critério pertence ou por não dispor de dados suficientes. Nesse contexto, vale lembrar que, conforme descrito no item 6.1.1, pretendia-se, no início da pesquisa, fazer o julgamento das alternativas e dos critérios na reunião com todos os atores sociais, de modo que as alternativas poderiam ser explicadas mais a fundo e as dúvidas em relação aos critérios poderiam ser sanadas à medida que surgissem. A própria existência do debate para se chegar à resposta do questionário favoreceria uma maior compreensão dos atores sociais acerca de cada questão, mesmo porque haveria a apresentação de distintos argumentos para embasar uma ou outra resposta. Porém, segundo o relatado no item acima referido, houve a necessidade de mudança na estrutura da reunião, de modo que o questionário foi respondido individualmente e antes da ocorrência desta.

Buscou-se ainda marcar uma reunião adicional com os atores sociais, cuja pauta seriam as alternativas de uso e ocupação do solo, anteriormente àquela reunião para discussão dos critérios e alternativas. Nataska Pontremolez se dispôs a explicar seu estudo e apresentar as referidas alternativas em detalhes, a fim de que os atores as compreendessem melhor antes de responderem ao questionário, o que conferiria maior embasamento às respostas. Porém, não foi possível encontrar dia e hora em que isso pudesse ocorrer devido à indisponibilidade dos atores sociais. Assim, Pontremolez expôs seu estudo sobre as alternativas somente na reunião ocorrida após a entrega dos questionários respondidos para a discussão dos critérios e das alternativas.

Sobre a reunião, aliás, há que se ressaltar a grande dificuldade de agendá-la com os atores sociais, de modo que todos pudessem estar presentes. De fato, não se obteve a presença de todos devido à incompatibilidade de horários dos atores. Procurou-se, então, marcar a reunião em uma data e um horário em que a maioria estivesse disponível, chegando-se ao dia 26/11/2015, às 16h, quando quatro dos seis atores sociais poderiam comparecer, além da pesquisadora, da facilitadora da reunião, e de Nataska Pontremolez. Contudo, no dia combinado, dois atores sociais comunicaram a ocorrência de imprevistos que os impediriam de participar da reunião. Os dois atores remanescentes tiveram de chegar um pouco atrasados à reunião por conta de outros compromissos que possuíam, de maneira que esta iniciou apenas às 16h36, o que prejudicou seu andamento conforme planejado.

A ausência de quatro atores sociais também foi prejudicial, principalmente ao debate sobre as alternativas, visto que se perdeu a oportunidade de que eles argumentassem o porquê de haverem atribuído a elas determinadas *performances*, e que opinassem sobre possibilidades de melhoria nas alternativas. Vale lembrar que, conforme discutido no item 6.2.2.2, o *fuzzy-TOPSIS* mostrou os quão distantes estas se encontram da idealidade, de modo que há a possibilidade de aperfeiçoá-las. Na verdade, as próprias respostas brutas dos atores sociais sobre as *performances* das alternativas haviam demonstrado que elas podem ser melhoradas, uma vez que não obtiveram notas máximas em muitos critérios (vide Anexo 6).

Há que se ressaltar ainda o fato de que, mesmo entre os representantes de um mesmo ponto de vista (seja ambiental, político, empresarial, etc), é bem provável que as opiniões diverjam. Na presente pesquisa, obteve-se a opinião apenas de uma pessoa para responder por cada segmento da sociedade, pois não havia tempo hábil para lograr amostras estatisticamente significativas. Ademais, as respostas de cada ator social podem variar conforme seu “estado de espírito”, ou as ocasiões ou circunstâncias que os cercam.

7 CONCLUSÃO

Inicialmente, pode-se concluir que as análises multicriteriais foram satisfatórias em proporcionar uma estrutura de tomada de decisão participativa e conciliadora, uma vez que permitiram que diversos atores sociais pudessem contribuir para o resultado final quanto à melhor alternativa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho. Vale lembrar que o resultado obtido com as análises multicriteriais não corresponde, necessariamente, à decisão final a ser tomada; contudo, ajuda a nortear a deliberação do corpo decisor.

Entretanto, nem todos os métodos de análise multicriterial testados na presente pesquisa se mostraram adequados ao problema proposto. Uma vez que se tratava de uma decisão multidisciplinar, elencou-se, a princípio, um número elevado de critérios para a escolha da alternativa de uso e ocupação do solo. Porém, com isso, o questionário visando à obtenção dos dados de entrada do AHP ficou demasiadamente extenso, pois se deveriam comparar os critérios dois a dois, bem como as alternativas duas a duas em relação a cada critério. A fim de viabilizar a aplicação do método, tiveram de ser unificados alguns critérios, fazendo surgir outros mais abrangentes, o que, todavia, prejudicou a clareza do que deveria ser julgado pelos atores sociais. Ainda assim, o questionário do AHP foi o mais longo, e algumas respostas obtidas com ele foram inconsistentes. Nesse sentido, o *fuzzy-ELECTRE* e o *fuzzy-TOPSIS* se configuraram como métodos mais adequados ao problema em questão e, portanto, os resultados gerados por estes métodos são mais confiáveis que os do AHP no caso específico do presente estudo.

Visto que, para alguns atores sociais, certos critérios não estavam suficientemente claros ou faltavam informações para a avaliação das alternativas, alguns julgamentos, principalmente relacionados aos critérios econômicos, para os quais havia carência de dados, foram subjetivos. Uma sugestão para tentar corrigir esse problema seria convocar os participantes para uma ou mais reuniões em conjunto, dependendo da necessidade, anteriormente à etapa de resposta ao questionário, com a finalidade de expor mais a fundo os critérios e as alternativas e sanar eventuais dúvidas. Com isso, há que se planejar o cronograma da pesquisa com cautela, pois o tempo necessário à sua consecução aumenta substancialmente. Vale lembrar que, no presente trabalho, a pesquisadora havia proposto reunir-se com cada participante, individualmente, no caso de surgirem dúvidas, o que, porém, não parece ser a melhor abordagem, uma vez que apenas um ator social solicitou tal reunião. Outra solução viável, mas que também demandaria tempo, seria preparar de antemão a pontuação de cada alternativa em relação aos critérios, com base em fontes externas (dados e informações de que os atores não puderam dispor, além do

conhecimento de especialistas) e, posteriormente, pedir que os participantes julgassem apenas a importância relativa entre os critérios.

Quanto às alternativas estudadas de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho, os métodos *fuzzy*-TOPSIS e *fuzzy*-ELECTRE produziram resultados semelhantes, em que o conjunto decisor preferiu o futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana e o futuro alternativo em vez do futuro tendencial. Assim, percebe-se como esta opção não agradou ao grupo, que não deseja que se permita a urbanização da bacia sem que se implantem medidas significativas para diminuir o risco de inundações no local. Embora algumas análises individuais possam sugerir preferências diferentes, a intenção é que prevaleça a opinião do conjunto.

Em relação aos critérios, todos os atores sociais conferiram ponderações elevadas aos ambientais, mesmo em comparação com os demais (econômicos e sociais), o que pode ser um indicativo de simpatia à causa da proteção do meio ambiente. Por outro lado, não houve preferência do futuro alternativo em detrimento das outras opções de uso e ocupação do solo, tendo o *fuzzy*-TOPSIS apontado até uma ligeira vantagem do futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana sobre as outras alternativas. Assim, seria necessário investigar a causa das preferências dos atores sociais, bem como das ponderações e medidas de *performance* que atribuíram aos critérios e às alternativas, o que não pôde ser realizado na presente pesquisa devido à falta de tempo hábil para sua execução.

Por fim, não foi possível detectar qualquer alteração no ponto de vista de algum ator social acerca do problema das inundações urbanas, ou de algum critério ou alternativa de uso e ocupação do solo, em razão da ausência da maioria dos participantes na reunião em que se realizaria o debate entre ideias possivelmente conflitantes.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos. **Carta de Recife**. ABRH, 1995.
- ABRISHAMCHI, A.; EBRAHIMIAN, A.; TAJRISHI, M.; MARINO, M.A. Case study: application of multicriteria decision making to urban water supply. **J Water Resour Plan Manage** 131(4):326–335. 2005.
- AFSHAR, Amin.; MARINHO, M.A.; SAASATPOUR, M.; AFSHAR, Abbas. Fuzzy TOPSIS Multi-Criteria Decision Analysis Applied to Karun Reservoirs System. **Water Resour Manage** 25:545–563, 2011.
- ALMEIDA, T. L. **Implicações ambientais dos processos de atenuação de lixiviado em locais de disposição de resíduos sólidos urbanos**. 2009. 192p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasil, 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_CRHB_capitulo6.pdf> Acesso em 03 de junho de 2016.
- ANGELINI SOBRINHA, L. et al. Challenges of the hydrological monitoring of small hydrographic basins: Case of study of the Mineirinho stream basin, São Carlos (SP – Brazil). In: 6th International Conference on Flood Management, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: 2014.
- ANGELONI, M.T. Elementos intervenientes na tomada de decisão. In: **Ci. Inf.**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 17-22, jan./abr. 2003.
- APRÍGIO, P.O. **Avaliação de modelos de simulação de cargas difusas em bacias urbanas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento), EESC/USP, São Carlos, SP, 2012.
- AZEVEDO, L.G.T.; REGO, M.F.; BALTAR, A.M.; PORTO, R. Sistemas de suporte à decisão para a outorga de direitos de uso da água no Brasil: uma análise da situação brasileira em alguns estados. In: **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 13, n. Especial, p. 481-496, 2003.
- BANA e COSTA, C.A.; de CORTE, J.M.; VANSNICK, J.C. On the mathematical foundation of MACBETH. In: FIGUEIRA, J.; SALVATORE, G.; EHRGOTT, M. (eds). **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp133–162, 2005.
- BENINI, R. M. **Cenários de ocupação urbana e seus impactos no ciclo hidrológico na bacia do córrego do Mineirinho**. 2005. 122p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- BORBA, M.L.; WARNERI, J.F.; PORTO, M.F.A. Urban stormwater flood management in the Cordeiro Watershed, São Paulo, Brazil: are socio-political aspects incorporated into the technical intervention? In: **6th International Conference on Flood Management**, São Paulo, Brazil, September 2014.
- BRANS, J.P.; VINCKE, P.H.; MARSHAL, B. How to select and how to rank projects: the PROMETHEE method. **Eur J Oper Res** 24:228–238. 1986.

- BRASIL. Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União** - Seção 1 - 9/1/1997, Página 470.
- BRASIL. Lei 10.257, de 10 de julho de 1991. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União** – Seção 1 – 11/07/2001.
- CANHOLI, A. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos. 2005.
- FANTINATTI, P.A.P. **Abordagem MCDA como ferramenta de mudança de paradigma no planejamento dos recursos hídricos**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Unicamp, Campinas, SP. 2011.
- FIGUEIRA, J.; SALVATORE, G.; EHRGOTT, M. (eds). **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. Springer, Berlin Heidelberg New York, 1045 p. 2005a.
- FIGUEIRA, J.; MOUSSEAU, V.; ROY, B. ELECTRE methods. In: FIGUEIRA, J.; SALVATORE, G.; EHRGOTT, M. (eds). **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp133–162, 2005b.
- GIBOSHI, M.L.; RODRIGUES, L.H.A.; LOMBARDI NETO, F. Sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra. In: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.861-866, 2006.
- HADDAD, E.; TEIXEIRA, E. Economic Impacts of Natural Disasters in Megacities: The Case Of Floods In São Paulo, Brazil. **TD Nereus**, 2013. 21 p.
- HAJKOWICZ S.; COLLINS K. A review of multiple criteria analysis for water resource planning and management. **Water Resour Manage** 21(9):1553–1566. 2007.
- HATAMI-MARBINI, A.; TAVANA, M.; MORADI, M.; KANGI, F. A fuzzy group Electre method for safety and health assessment in hazardous waste recycling facilities. In: **Safety Science** 51 (2013) 414–426. 2013.
- HWANG, C.L.; YOON, K. **Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications**. Springer-Verlag, Heidelberg, 1981.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico**. 2010.
- JARDIM, S.B. **Aplicabilidade de algumas técnicas de análise multiobjetivo ao processo decisório no âmbito de comitês de gerenciamento de bacia hidrográfica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia), UFRGS, Porto Alegre, RS, 1999.
- KIM, G.; PARK, C.S.; YOON, K.P. Identifying investment opportunities for advanced manufacturing systems with comparative-integrated performance measurement, **Int. J. Prod. Econ.**, 50, 23–33, 1997.
- KOLEN, B.; HOMMES, S.; TRAINOR, J.; RUITEN, K.; v SHAW, G. Flood response: an introduction. In: KOLEN, B.; HOMMES, S.; HUIJSKES, E. (org) **Flood Preparedness**

- in The Netherlands: a US perspective.** A Publication by the Netherlands US Water Crisis Research Network (NUWCRen). p: 7 – 31. 2012
- LAI, Y.J.; LIU, T.Y.; HWANG, C.L. TOPSIS for MODM. **Eur J Oper Res** 76(3):486–500. 1994.
- LEE, G.; JUN, K.-S.; CHUNG, E.-S. Integrated multi-criteria flood vulnerability approach using fuzzy TOPSIS and Delphi technique. **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, 13, 1293–1312, 2013.
- LEE, G.; JUN, K.-S.; CHUNG, E.-S. Robust spatial flood vulnerability assessment for Han River using fuzzy TOPSIS with α -cut level set. **Expert Systems with Applications** 41: 644–654, 2014.
- LEVY, J.K. Multiple criteria decision making and decision support systems for flood risk management. **Stoch Environ Res Risk Assess** 19: 438-447, 8 October 2005.
- MORAIS, D.C.; ALMEIDA, A.T. Water supply system decision making using multicriteria analysis. **Water SA** Vol. 32 No. 2 April 2006.
- PAULINO, P.F. **Estudo sobre a sensibilidade dos parâmetros do método SCS na determinação de hidrogramas de cheia em bacias urbanas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento), EESC/USP, São Carlos, SP, 2014.
- PERES, R.B.; SILVA, R.S. Análise das relações entre o Plano de Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara, Bauru e São Carlos, SP: avanços e desafios visando a integração de instrumentos de gestão. In: **Soc. nat.** vol.25 no.2, Uberlândia, maio/ago. 2013.
- PMSC - Prefeitura Municipal de São Carlos. **Lei 13.246, de 27 de novembro de 2003. Dispõe sobre a construção de reservatório de detenção ou retenção de águas em conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em áreas urbanas.** São Carlos: 2003.
- _____. **Lei 13.691/05: Plano Diretor do Município de São Carlos.** São Carlos: 2005.
- _____. **Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável.** São Carlos: Secretaria de obras, 2011. 213 p. Relatório Síntese. Volume II – Medidas Estruturais, Medidas Não Estruturais e Custos.
- PONTREMOLEZ, N.S. **Estudo das inundações em cenários alternativos de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho em São Carlos, SP.** Dissertação (Mestrado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento). EESC/USP, São Carlos, SP. 2013.
- PORTO, R. L. L.; AZEVEDO, L. G. T. Sistemas de suporte a decisões aplicados a problemas de recursos hídricos. In: _____. (Ed.). **Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos.** Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS/ABRH, 1997. p. 43-95.
- PORTO, M.; PORTO, R. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados** (63), jun. 2008, p. 43-60. 2008.

- REICHERT, G.A. **Apoio à tomada de decisão por meio da avaliação do ciclo de vida em sistemas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: o caso de Porto Alegre**. 276p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Porto Alegre, Brasil. 2013.
- SAATY, T.L. The analytic hierarchy process – what it is and how it is used. **Math Model** 9:161–176, 1987.
- SAATY, T.L. The analytic hierarchy and analytic network process for the measurement of intangible criteria and for decision making. *In*: FIGUEIRA, J.; SALVATORE, G.; EHRGOTT, M. (eds). **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp133–162, 2005.
- SALOMON, V.A.P.; MONTEVECHI, J.A.B. A compilation of comparisons on the Analytic Hierarchy Process and other multiple criteria decision making methods: some cases developed in Brazil. **ISAHP 2001**, Berne, Switzerland, August 2-4, 2001.
- SÃO PAULO (Cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana**. São Paulo: SMDU, 2012. 168p. il. v.1.
- SÃO PAULO (Estado). Lei 7.663, de 30 de dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **D.O.E.**; Seq. I, São Paulo, 101 (247), terça-feira, 31 dez. 1991.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Coordenadoria de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH): 2012/2015**. São Paulo: SSRH/CRHi, 2013. 210 p.: il.
- SILVA JÚNIOR, J.R.; PASSOS, L.A. **O negócio é participar: a importância do plano diretor para o desenvolvimento municipal**. – Brasília DF: CNM, SEBRAE, 2006. 32p.
- SRDJEVIC, B. Analytic Hierarchy process and social choice methods to support group decision-making in water management. **Decision Support Systems** 42: 2261–2273, 2007.
- SRDJEVIC, Z.; SRDJEVIC, B. Modelling Multicriteria Decision Making Process for Sharing Benefits from the Reservoir at Serbia-Romania Border. **Water Resour Manage** (2014) 28:4001–4018.
- SHIH, H.S.; SHYUR, H.J.; LEE, E.S. An extension of TOPSIS for group decision making. **Math. Comput. Model.**, 45, 801–813, 2007.
- TOLENTINO, M. **Estudo Crítico sobre o clima da região de S.Carlos**. São Carlos: EdUFSCar, 2007. 76p.
- TOMINAGA, L.; SANTORO, J.; AMARAL, R.. **Desastres naturais: conhecer para prevenir** (1ª ed.). São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196 p.
- TUCCI, C. Inundações urbanas. (C. TUCCI, R. PORTO, & M. BARROS, Eds.) **Drenagem Urbana** (1ª ed.), 15-36. 1995.

- _____. **Hidrologia: ciência e aplicação** (2ª ed.). Porto Alegre, RS: ABRH. 1997.
- _____. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. **REGA**, 1(1), jan./jun de 2004, p. 59-73.
- _____. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, 22(63). 2008.
- TUCCI, C.; GENZ, F. Controle do Impacto da Urbanização. (C. TUCCI, R. PORTO, & M. BARROS, Eds.) **Drenagem Urbana**, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 5. 1995.
- UDFCD - Urban Drainage and Flood Control District. **Drainage criteria manual: volumes 1, 2 and 3**. Colorado: UDFCD, 2001.
- ZADEH, L.A. Fuzzy sets. **Inf Control** 8:338-353, 1965.
- ZUFFO, A.C.; REIS, L.F.R.; SANTOS, R.F.; CHAUDHRY, F.H. Aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. São Paulo, v. 7, n. 1, p. 81-102, 2002.

**Anexo 1 – Comprovante de envio do projeto ao Comitê de Ética em
Pesquisa (CEP)**

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FMUSP

COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análises multicriteriais aplicadas à avaliação de alternativas de controle de inundações na bacia hidrográfica do rio Mineirinho (São Carlos, SP)

Pesquisador: Ana Elisa Ferrari Carvalho

Versão: 2

CAAE: 45075115.8.0000.0065

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 042384/2015

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

Bairro: PACAEMBU

CEP: 01.246-903

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3893-4401

E-mail: cep.fm@usp.br

Anexo 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. HIDRÁULICA E SANEAMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA

1. NOME:

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DA PESQUISA: Análises multicriteriais aplicadas à avaliação de alternativas de controle de inundações na bacia hidrográfica do rio Mineirinho (São Carlos – SP)

2. PESQUISADORA: Ana Elisa Ferrari Carvalho

CARGO/FUNÇÃO: Mestranda

UNIDADE DA EESC - USP: Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS)

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO	☒	RISCO MÉDIO	☐
RISCO BAIXO	☐	RISCO MAIOR	☐

4. TÉRMINO DA PESQUISA : Março de 2016

Prezado(a) senhor(a),

Como aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos/USP, realizo pesquisa cuja área de estudo engloba a Bacia Hidrográfica do Rio Mineirinho e convido o(a) senhor(a) a participar como integrante de uma equipe multidisciplinar em um processo decisório.

Objetivos da pesquisa

O objetivo principal é verificar qual alternativa de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Mineirinho (São Carlos – SP) seria escolhida, tendo em vista a redução no risco de inundações, e considerando o julgamento de diferentes atores sociais. Visando à integração das diferentes percepções destes atores, simular-se-á um processo decisório em que se utiliza a análise multicriterial.

Como objetivos secundários do estudo, tem-se: simular uma tomada de decisão participativa e conciliadora; analisar a proposição, por parte dos tomadores de decisão, de novas alternativas de ocupação territorial da bacia, distintas das apresentadas no início da pesquisa; verificar se houve conscientização dos decisores acerca do problema das inundações, bem como a assimilação de diferentes percepções, após as reuniões para a tomada de decisão; averiguar eventuais pontos de entrave à implementação da alternativa que, conforme os critérios técnicos, mais favorece a redução no risco de inundações urbanas.

Procedimentos

Serão contatados seis atores sociais (dentre os quais, o(a) senhor(a)): representantes das áreas técnica, comunitária (atuante na região da bacia do Mineirinho), política, empresarial, ambiental e urbanística. Buscar-se-ão indivíduos com autonomia plena para participar da pesquisa. Os atores sociais serão os tomadores de decisão nessa pesquisa.

Pretende-se, nessa etapa de contato inicial, explicar brevemente o estudo e firmar um compromisso formal com o ator, para que este responda a um questionário e participe de uma reunião que são parte do processo decisório. Além disso, será entregue a cada ator social este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que possui dois anexos. Em um anexo (Anexo 3) se encontra uma carta contendo uma lista de critérios, bem como informações acerca das alternativas de uso e ocupação do solo na bacia. Já no outro anexo (Anexo 4) está o questionário que o ator social poderá responder em um momento de sua preferência, para posteriormente entregá-lo em uma data estipulada em conjunto com a pesquisadora.

Cada tomador de decisão lerá e assinará o TCLE em duas vias, confirmando sua participação voluntária na pesquisa.

Após a entrega dos questionários respondidos, a pesquisadora realizará as análises multicriteriais, com base em métodos descritos na literatura para avaliar as preferências do conjunto dos participantes da pesquisa.

Prossegue-se à reunião, na qual se busca a participação dos atores sociais (tomadores de decisão), da autora da pesquisa e de um facilitador para auxiliá-la. Propõem-se, para essa reunião, o esclarecimento de eventuais dúvidas dos participantes sobre o projeto e a discussão de resultados obtidos dos questionários. Podem ser discutidos ainda novos critérios ou novas alternativas de controle de inundação, além daqueles listados anteriormente.

Ao fim da reunião, será pedido que os tomadores de decisão respondam a duas perguntas para aferir a opinião de cada um acerca dos métodos utilizados e da possibilidade de sua implementação no contexto decisório, bem como para verificar se seu ponto de vista sobre o problema das inundações urbanas foi, de algum modo, influenciado pelas diferentes opiniões dos decisores. Assim, ainda que os tomadores de decisão participem da pesquisa de maneira voluntária, poderão obter outro tipo de benefício direto, na medida em que o contato com os diferentes pontos de vista expostos na reunião possibilitem o enriquecimento de sua percepção acerca do problema.

Será registrada a ata da reunião.

Riscos e benefícios da participação na pesquisa

Como a metodologia proposta consiste apenas em realizar pesquisa de opinião com os entrevistados, haveria o risco de haver discordâncias entre os participantes. Porém, as opiniões buscadas não ferem a imagem de terceiros nem causam danos morais.

A privacidade, a confidencialidade e a imagem dos participantes serão preservadas.

Há também o risco de o(a) participante se fatigar de responder ao questionário, mas há um tempo suficientemente longo (duas semanas) para responder-lhe, de modo que se pode fazê-lo aos poucos.

Já os benefícios são mais gerais do que individuais: a pesquisa promove o contato de representantes da sociedade com resultados técnicos e acadêmicos; propõe o diálogo entre partes interessadas no planejamento do território urbano; e apresenta uma metodologia de conciliação de opiniões divergentes que permite um processo decisório realmente participativo, e que pode ou não ser acatada e posta em prática no futuro.

Em nível individual, ainda que os tomadores de decisão participem da pesquisa de maneira voluntária, poderão obter outro tipo de benefício, na medida em que o contato com os diferentes pontos de vista expostos na reunião possibilitam o enriquecimento de sua percepção acerca do problema.

Ressalta-se que a participação na pesquisa é voluntária; não-gratificada.

Garantia de acesso

Em qualquer etapa do estudo, o(a) senhor(a) terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o Prof. Dr. João Luiz Boccia Brandão, que pode ser encontrado no **Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS)**, localizado à **Avenida Trabalhador São Carlense, nº 400 - São Carlos - SP - CEP: 13566-590**. Telefone: (16) 3373-8609. E-mail: jlbb@sc.usp.br. A pesquisadora executante do projeto é Ana Elisa Ferrari Carvalho – mestranda em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos/USP. A pesquisadora pode ser encontrada no **Laboratório de Simulação do Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS)**, localizado à **Avenida Trabalhador São Carlense, nº 400 - São Carlos - SP - CEP: 13566-590**. Telefone: (16) 3373-8267 / 9545 (do Laboratório de Simulação). E-mail: ana.elisa.carvalho@usp.br

Se o(a) senhor(a) tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CEP-FMUSP): **Av. Dr. Arnaldo, 251 - Cerqueira César - São Paulo - SP - 21º andar - sala 36 - CEP: 01246-000** Tel: 3893-4401/4407 E-mail: cep.fm@usp.br

Outras garantias ao participante

- É garantida ao participante a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento, deixando de participar do estudo sem que isso lhe acarrete danos pessoais;
- Direito de confidencialidade: a identificação de cada participante será mantida em sigilo; sua imagem e privacidade serão preservadas;
- O participante possui o direito de ser informado sobre os resultados da pesquisa após a obtenção destes com as análises multicriteriais realizadas pela pesquisadora;

- Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa;
- A autora da pesquisa se compromete a utilizar os dados coletados somente com a finalidade de desenvolver a dissertação de mestrado e posterior publicação no meio acadêmico.

Ao aceitar participar deste estudo, você declara:

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Análises multicriteriais aplicadas à avaliação de alternativas de controle de inundações na bacia hidrográfica do rio Mineirinho (São Carlos – SP)”.

Eu discuti com a pesquisadora executante Ana Elisa Ferrari Carvalho sobre minha decisão em participar nessa pesquisa. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.

Consinto em responder ao questionário (Anexo 4) e participar da reunião para o esclarecimento de eventuais dúvidas sobre o projeto e a discussão de resultados obtidos dos questionários. Podem ser discutidos ainda novos critérios ou novas alternativas de controle de inundação, além daqueles listados anteriormente. Entendo que a data, o horário e o local da reunião ainda serão combinados entre a pesquisadora e os participantes.

Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concorro voluntariamente em participar desta pesquisa e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o estudo, sem penalidades ou prejuízo.

Estando ciente e de acordo, firmo o presente.

São Carlos – SP,

Assinatura do Participante: _____ Data: ____/____/____

Ana Elisa Ferrari Carvalho
Email: ana.elisa.carvalho@usp.br
Aluna de Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento – EESC / USP
Laboratório de Simulação – Fone (16) 3373-8267 / 9545
Avenida Trabalhador São-carlense, nº 400 – São Carlos - SP

Anexo 3 – Carta com informações sobre os critérios e as alternativas

Prezado(a) senhor(a),

gostaria que o(a) senhor(a) estivesse ciente dos critérios preliminares e das alternativas a serem avaliados na reunião da qual o(a) senhor(a) foi convidado a participar, conforme o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que lhe foi entregue.

Critérios de avaliação das alternativas de controle de inundações

A seguir, apresenta-se uma lista de critérios aplicáveis ao estudo para avaliar as alternativas de controle de inundações na bacia do Mineirinho. Ressalta-se que o(a) senhor(a) pode dar sugestões de inclusão ou exclusão de critérios para serem discutidas durante a reunião.

Segue a referida lista:

- critérios relacionados à sustentabilidade ambiental:
 - proteção do solo contra erosão (envolve a existência de áreas verdes, áreas permeáveis, medidas de contenção de taludes, etc.);
 - proteção da biodiversidade (animal e vegetal);
 - qualidade da água dos corpos hídricos;
 - diminuição do risco de inundações;
- critérios relacionados à sustentabilidade econômica:
 - influência sobre o comércio local;
 - relação benefício/custo;
 - investimento inicial necessário (para a implantação da alternativa);
 - tempo de retorno financeiro;
- critérios relacionados à sustentabilidade social:
 - danos causados por inundações a imóveis;
 - promoção de recreação e esportes;
 - infraestrutura (abertura de vias, saneamento básico, etc.);
 - influência sobre a qualidade de vida da população local (envolve questões como segurança, saúde);
 - retorno político.

Alternativas de uso e ocupação do solo da bacia do rio Mineirinho

Os critérios relacionados anteriormente servirão para julgar três alternativas de controle de inundações na bacia hidrográfica do rio Mineirinho (São Carlos – SP), conforme verificadas nos trabalhos de Aprígio (2012), PMSC (2011) e Pontremolez (2013). Para melhor entender

Mapa de uso e ocupação do solo elaborado a partir de imagem de alta resolução. Fonte: Paulino (2014)

A seguir são descritas as alternativas de controle de inundação anteriormente referidas.

1. futuro tendencial: futuro provável formulado com base no histórico de urbanização da bacia, nas diferentes lógicas de ocupação ao longo do tempo e no Plano Diretor Municipal (PMSC, 2005). Considera a área 2 do Campus São Carlos da USP como um forte indutor de crescimento, a construção de

condomínios fechados em áreas loteadas e a ocupação residencial em boa parte das áreas de gramíneas;

Alternativa de uso e ocupação do solo: futuro tendencial.

Fonte: Aprígio (2012)

Com modelação hidráulico-hidrológica para construir hidrogramas de cheia e manchas de inundação, Pontremolez (2013) verificou que essa alternativa pode gerar vazões e inundações conforme mostrado na tabela a seguir.

Vazões máximas e manchas de inundação para a alternativa “futuro tendencial”

Probabilidade anual de ocorrência	Vazão máxima (m³/s)	Mancha de inundação	Área da mancha de inundação (m²)
4%	77,3		32.893
2%	92,8		36.191
1%	112,1		40.592

Observa-se que as vazões máximas, que podem ser muito elevadas, influenciariam na ocorrência de inundações na rotatória da Av. Bruno Ruggiero Filho.

2. futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana: considera-se o futuro tendencial com a incorporação, ao córrego do Mineirinho, de um reservatório de retenção previsto pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município de São Carlos (PMSC, 2011). Assim, seu mapa é semelhante ao do futuro tendencial, apresentando apenas a adição do referido reservatório, denotado na figura a seguir.

Alternativa de uso e ocupação do solo: futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana.

Fonte: PMSC (2011)

Pontremolez (2013) utilizou a modelação hidráulico-hidrológica para construir hidrogramas de cheia e manchas de inundação também para esta alternativa, verificando os seguintes resultados:

Vazões máximas e manchas de inundação para a alternativa “futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana”

Probabilidade anual de ocorrência	Vazão máxima (m³/s)	Mancha de inundação	Área da mancha de inundação (m²)
4%	7,1		67.125
2%	7,4		68.659
1%	7,7		71.491

Observa-se que a área inundada concentrar-se-ia, principalmente, na região do reservatório de retenção, havendo uma pequena mancha de inundação na rotatória da Av.

Bruno Ruggiero Filho e na área prevista para novos residenciais. As vazões máximas diminuiriam com a existência do reservatório.

3. futuro alternativo: construído também a partir do futuro tendencial, o qual foi alterado para atender os princípios e diretrizes do *Urban Drainage and Flood Control District* (UDFCD, 2001 apud PONTREMOLEZ, 2013) para o controle de inundações. As mudanças implementadas no futuro tendencial foram: criação de um parque linear ao longo do córrego do Mineirinho; criação de estruturas de retenção (três reservatórios em série; vide polígonos em azul na figura a seguir) a montante da rotatória da Av. Bruno Ruggiero Filho; e estabilização dos canais.

Alternativa de uso e ocupação do solo: futuro alternativo.

Fonte: Pontremolez (2013)

Valendo-se da modelação hidráulico-hidrológica para construir hidrogramas de cheia e manchas de inundação, Pontremolez (2013) chegou aos seguintes resultados para esta alternativa:

Vazões máximas e manchas de inundação para a alternativa “futuro alternativo”

Probabilidade anual de ocorrência	Vazão máxima (m³/s)	Mancha de inundação	Área da mancha de inundação (m²)
4%	33,9		43.124
2%	36,7		53.169
1%	40,0		65.335

Pode-se verificar que os três reservatórios em série conseguiriam diminuir as vazões máximas, deixando as manchas de inundação concentradas principalmente na área dos reservatórios, mas ainda há uma mancha na rotatória da Av. Bruno Ruggiero Filho.

Questionário pré-reunião

O questionário que os atores sociais preencherão anteriormente à reunião encontra-se no Anexo 4.

Deve-se ter em mente que não há respostas certas ou erradas, mas apenas respostas que refletem verdadeiramente o ponto de vista de cada entrevistado.

Perguntas pós-reunião

Após o preenchimento das tabelas, a cada participante da pesquisa será pedido que responda às perguntas seguintes:

1 – *Qual a sua opinião acerca dos procedimentos seguidos para a tomada de decisão sobre a alternativa de uso e ocupação do solo da bacia do Mineirinho? O(A) senhor(a) acredita na possibilidade da implementação de um desses procedimentos em contextos decisórios reais?*

2 - *Seu ponto de vista sobre o problema das inundações urbanas, sobre os critérios ou sobre as alternativas avaliadas foi, de algum modo, influenciado ou alterado pelas diferentes opiniões dos outros participantes da pesquisa?*

Desse modo ocorre a participação do(a) senhor(a) e dos outros participantes da pesquisa.

O intuito dessa carta é esclarecer o que o(a) senhor(a) avaliará nesse estudo e como. Se ainda houver dúvidas, conforme consta no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que o(a) senhor(a) recebeu, os participantes da pesquisa têm garantia de acesso aos pesquisadores em qualquer etapa do estudo para esclarecê-las.

Atenciosamente,

Ana Elisa Ferrari Carvalho
Email: ana.elisa.carvalho@usp.br
Aluna de Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento – EESC / USP
Laboratório de Simulação – Fone (16) 3373-8267 / 9545
Avenida Trabalhador São-carlense, nº 400 – São Carlos - SP

REFERÊNCIAS

- APRÍGIO, P.O. **Avaliação de modelos de simulação de cargas difusas em bacias urbanas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento), EESC/USP, São Carlos, SP, 2012.
- PAULINO, P.F. **Estudo sobre a sensibilidade dos parâmetros do método SCS na determinação de hidrogramas de cheia em bacias urbanas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento), EESC/USP, São Carlos, SP, 2014.
- PMSC – Prefeitura Municipal de São Carlos. **Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável.** São Carlos: Secretaria de obras, 2011. 213 p. Relatório Síntese. Volume II – Medidas Estruturais, Medidas Não Estruturais e Custos.
- PONTREMOLEZ, N.S. **Estudo das inundações em cenários alternativos de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho em São Carlos, SP.** Dissertação (Mestrado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento). EESC/USP, São Carlos, SP. 2013.

Anexo 4 – Questionário individual sobre os critérios e as alternativas

1- Importância relativa entre si

I. Importância entre os critérios

Os critérios serão inicialmente avaliados com relação à importância relativa entre si, ou seja, pede-se que o participante da pesquisa responda, comparando-se determinados critérios X e Y, se considera que:

- X é absolutamente mais importante que Y;
- X é muito mais importante que Y;
- X é medianamente mais importante que Y;
- X é pouco mais importante que Y;
- X e Y são igualmente importantes;
- Y é pouco mais importante que X;
- Y é medianamente mais importante que X;
- Y é muito mais importante que X;
- Y é absolutamente mais importante que X.

As perguntas estão a seguir. Por favor, assinale uma das opções levando em consideração o que o(a) senhor(a) acha mais importante para o planejamento do uso e da ocupação do solo da microbacia do rio Mineirinho.

a. Comparando-se os **critérios ambientais** com os **critérios sociais**:

Os ambientais são				Ambos são	Os sociais são			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
mais importantes.				igualmente importantes.	mais importantes.			

b. Comparando-se os **critérios sociais** com os **critérios econômicos**:

Os sociais são				Ambos são	Os econômicos são			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianana- mente	pouco		pouco	medianana- mente	muito	absoluta- mente
mais importantes.				igualmente importantes.	mais importantes.			

c. Comparando-se os **critérios econômicos** com os **critérios ambientais**:

Os econômicos são				Ambos são	Os ambientais são			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianana- mente	pouco		pouco	medianana- mente	muito	absoluta- mente
mais importantes.				igualmente importantes.	mais importantes.			

ENTRE OS CRITÉRIOS AMBIENTAIS:

d. Comparando-se a **proteção do solo contra erosão** com a **proteção da biodiversidade**:

A proteção do solo contra erosão é				Ambas são	A proteção da biodiversidade é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianana- mente	pouco		pouco	medianana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

e. Comparando-se a **proteção do solo contra erosão** com a **qualidade da água dos corpos hídricos**:

A proteção do solo contra erosão é				Ambas são	A qualidade da água dos corpos hídricos é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianana- mente	pouco		pouco	medianana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

f. Comparando-se a **proteção do solo contra erosão** com a **diminuição do risco de inundações**:

A proteção do solo contra erosão é				Ambas são	A diminuição do risco de inundações é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianana- mente	pouco		pouco	medianana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

g. Comparando-se a **proteção da biodiversidade** com a **qualidade da água dos corpos hídricos**:

A proteção da biodiversidade é				Ambas são	A qualidade da água dos corpos hídricos é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianana- mente	pouco		pouco	medianana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

h. Comparando-se a **proteção da biodiversidade** com a **diminuição do risco de inundações**:

A proteção da biodiversidade é				Ambas são	A diminuição do risco de inundações é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianana- mente	pouco		pouco	medianana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

i. Comparando-se a **qualidade da água dos corpos hídricos** com a **diminuição do risco de inundações**:

A qualidade da água dos corpos hídricos é				Ambas são	A diminuição do risco de inundações é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianana- mente	pouco		pouco	medianana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

ENTRE OS CRITÉRIOS ECONÔMICOS:

j. Comparando-se a **influência sobre o comércio local** com a **relação benefício/custo** da alternativa de controle de inundações:

A influência sobre o comércio local é				Ambas são	A relação benefício/custo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianana- mente	pouco		pouco	medianana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

k. Comparando-se a **influência sobre o comércio local** com o **investimento inicial necessário**:

A influência sobre o comércio local é				Ambos são	O investimento inicial necessário é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianana- mente	pouco		pouco	medianana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

l. Comparando-se a **influência sobre o comércio local** com o **tempo de retorno financeiro**:

A influência sobre o comércio local é				Ambos são	O tempo de retorno financeiro é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianana- mente	pouco		pouco	medianana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

m. Comparando-se a **relação benefício/custo** da alternativa de controle de inundações com o **investimento inicial necessário**:

A relação benefício/custo é				Ambos são	O investimento inicial necessário é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianana- mente	pouco		pouco	medianana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

- n. Comparando-se a **relação benefício/custo** da alternativa de controle de inundações com o **tempo de retorno financeiro**:

A relação benefício/custo é				Ambos são	O tempo de retorno financeiro é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

- o. Comparando-se o **investimento inicial necessário** com o **tempo de retorno financeiro**:

O investimento inicial necessário é				Ambos são	O tempo de retorno financeiro é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

ENTRE OS CRITÉRIOS SOCIAIS:

- p. Comparando-se os **danos causados por inundações a imóveis** com a **promoção de recreação e esportes**:

Os danos causados por inundações a imóveis são				Ambos são	A promoção de recreação e esportes é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
mais importantes.				igualmente importantes.	mais importante.			

- q. Comparando-se os **danos causados por inundações a imóveis** com a **infraestrutura** gerada com a implantação da alternativa:

Os danos causados por inundações a imóveis são				Ambos são	A infraestrutura é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianamente	pouco		pouco	medianamente	muito	absolutamente
mais importantes.				igualmente importantes.	mais importante.			

- r. Comparando-se os **danos causados por inundações a imóveis** com a **influência sobre a qualidade de vida da população local**:

Os danos causados por inundações a imóveis são				Ambos são	A influência sobre a qualidade de vida da população local é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianamente	pouco		pouco	medianamente	muito	absolutamente
mais importantes.				igualmente importantes.	mais importante.			

- s. Comparando-se os **danos causados por inundações a imóveis** com o **retorno político** após a implantação da alternativa:

Os danos causados por inundações a imóveis são				Ambos são	O retorno político é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianamente	pouco		pouco	medianamente	muito	absolutamente
mais importantes.				igualmente importantes.	mais importante.			

- t. Comparando-se a **promoção de recreação e esportes** com a **infraestrutura** gerada com a implantação da alternativa:

A promoção de recreação e esportes é				Ambas são	A infraestrutura é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

- u. Comparando-se a **promoção de recreação e esportes** com a **influência sobre a qualidade de vida da população local**:

A promoção de recreação e esportes é				Ambas são	A influência sobre a qualidade de vida da população local é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

- v. Comparando-se a **promoção de recreação e esportes** com o **retorno político** após a implantação da alternativa:

A promoção de recreação e esportes é				Ambos são	O retorno político é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

w. Comparando-se a **infraestrutura** gerada com a implantação da alternativa com a **influência sobre a qualidade de vida da população local**:

A infraestrutura é				Ambos são	A influência sobre a qualidade de vida da população local é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianamente	pouco		pouco	medianamente	muito	absolutamente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

x. Comparando-se a **infraestrutura** gerada com a implantação da alternativa com o **retorno político** após a implantação da alternativa:

A infraestrutura é				Ambos são	O retorno político é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianamente	pouco		pouco	medianamente	muito	absolutamente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

y. Comparando-se a **influência sobre a qualidade de vida da população local** com o **retorno político** após a implantação da alternativa:

A influência sobre a qualidade de vida da população local é				Ambos são	O retorno político é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	medianamente	pouco		pouco	medianamente	muito	absolutamente
mais importante.				igualmente importantes.	mais importante.			

II. Importância entre as alternativas

As três alternativas de controle de inundações (futuro tendencial; futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana; e futuro alternativo) também serão avaliadas com relação

ao desempenho relativo entre si para cada critério. Ou seja, comparam-se as alternativas A e B para um critério X, de modo que o participante da pesquisa responda se considera que:

- A é absolutamente melhor que B;
- A é muito melhor que B;
- A é medianamente melhor que B;
- A é pouco melhor que B;
- A e B são equivalentes;
- B é pouco melhor que A;
- B é medianamente melhor que A;
- B é muito melhor que A;
- B é absolutamente melhor que A.

As perguntas estão a seguir. Por favor, assinale uma das opções levando em consideração o desempenho que o(a) senhor(a) julga que cada alternativa de controle de inundações teria em relação ao critério especificado.

QUANTO À PROTEÇÃO DO SOLO CONTRA EROSÃO:

a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

QUANTO À PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE:

- a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

QUANTO À QUALIDADE DA ÁGUA DOS CORPOS HÍDRICOS:

- a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

QUANTO À DIMINUIÇÃO DO RISCO DE INUNDAÇÕES:

- a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

QUANTO À INFLUÊNCIA SOBRE O COMÉRCIO LOCAL:

- a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

QUANTO À RELAÇÃO BENEFÍCIO / CUSTO:

- a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

QUANTO AO INVESTIMENTO INICIAL NECESSÁRIO:

- a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

QUANTO AO TEMPO DE RETORNO FINANCEIRO:

- a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

QUANTO AOS DANOS CAUSADOS POR INUNDAÇÕES A IMÓVEIS (se houver menos danos, melhor):

- a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

QUANTO À PROMOÇÃO DE RECREAÇÃO E ESPORTES:

- a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

QUANTO À INFRAESTRUTURA GERADA COM A IMPLANTAÇÃO DA ALTERNATIVA:

- a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

QUANTO À INFLUÊNCIA SOBRE A QUALIDADE DE VIDA DA POPULAÇÃO LOCAL (se houver boa influência, melhor; se houver influência ruim, pior. Considere questões como segurança, saúde, entre outras):

- a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

QUANTO AO RETORNO POLÍTICO:

- a. Comparando-se o **futuro tendencial** com o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana**:

O futuro tendencial é				Ambos são	O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- b. Comparando-se o **futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana** com o **futuro alternativo**:

O futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana é				Ambos são	O futuro alternativo é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

- c. Comparando-se o **futuro alternativo** com o **futuro tendencial**:

O futuro alternativo é				Ambos são	O futuro tendencial é			
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
absoluta- mente	muito	mediana- mente	pouco		pouco	mediana- mente	muito	absoluta- mente
melhor.				equivalentes.	melhor.			

2- Ponderações “absolutas”

I. Pesos dos critérios

Pede-se ainda que os participantes preencham uma tabela preparada para receber as ponderações dos critérios, e outra tabela para as ponderações de cada alternativa em relação a cada critério.

Os participantes poderão escrever as expressões ou suas abreviações para ponderar os critérios, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Expressões para avaliar o peso dos critérios

Expressão	Abreviação
Bastante baixo	BB
Baixo	B
Meio baixo	MB
Mediano	M
Meio alto	MA
Alto	A
Bastante alto	BA

Para exemplificar, pode-se fazer a pergunta: “Qual deve ser o peso do critério ‘*proteção do solo contra erosão*’ na escolha da alternativa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho?” Responde-se a essa pergunta com uma das expressões apresentadas na Tabela 1.

Com isso, é pedido que o(a) senhor(a) complete a tabela seguinte:

Tabela 2 - Atribuição dos pesos dos critérios

		Peso do critério na escolha da alternativa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	
	Proteção da biodiversidade	
	Qualidade da água dos corpos hídricos	
	Diminuição do risco de inundações	
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	
	Relação benefício/custo	
	Investimento inicial necessário	
	Tempo de retorno financeiro	
Critérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	
	Promoção de recreação e esportes	
	Infraestrutura	
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	
	Retorno político	

I. Medidas de *performance* das alternativas

Depois, os participantes poderão utilizar as seguintes expressões ou suas abreviações para ponderar as alternativas em relação a cada critério:

Tabela 3 - Expressões para avaliar a *performance* de cada alternativa

Expressão	Abreviação
Péssima	P
Ruim	R
Medianamente ruim	MR
Mediana	M
Medianamente satisfatória	MS
Satisfatória	S
Ótima	Ot

Para exemplificar, pode-se fazer a pergunta: “Qual é a *performance* da alternativa ‘futuro tendencial’ na ‘proteção do solo contra erosão’?” Ou então: “Qual é a *performance* da alternativa ‘futuro alternativo’ na ‘promoção de recreação e esportes’?” Responde-se a essas perguntas com as expressões apresentadas na Tabela 3.

Com isso, complete, por favor, a tabela seguinte:

Tabela 4- Atribuição das *performances* das alternativas

		Alternativas		
		Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão			
	Proteção da biodiversidade			
	Qualidade da água dos corpos hídricos			
	Diminuição do risco de inundações			
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local			
	Relação benefício/custo			
	Investimento inicial necessário			
	Tempo de retorno financeiro			
Critérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis			
	Promoção de recreação e esportes			
	Infraestrutura			
	Influência sobre a qualidade de vida da população local			
	Retorno político			

Muito obrigada por sua colaboração!

Atenciosamente,

Ana Elisa Ferrari Carvalho
Email: ana.elisa.carvalho@usp.br
Aluna de Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento – EESC / USP
Laboratório de Simulação – Fone (16) 3373-8267 / 9545
Avenida Trabalhador São-carlense, nº 400 – São Carlos - SP

Anexo 5 – Tabelas com as comparações par a par entre os critérios e as alternativas

I – Julgamento técnico**i) Tabela de critérios (nível 1)**

	Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Critérios relacionados à sustentabilidade social	W
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	1	5	1	0,455
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	1/5	1	1/5	0,091
Critérios relacionados à sustentabilidade social	1	5	1	0,455

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

ii) Tabelas de critérios (nível 2)**a) Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental**

	Proteção do solo contra erosão	Proteção da biodiversidade	Qualidade da água dos corpos hídricos	Risco de cheias	W
Proteção do solo contra erosão	1	5	1	1	0,301
Proteção da biodiversidade	1/5	1	1/7	1/5	0,055
Qualidade da água dos corpos hídricos	1	7	1	1/3	0,248
Risco de cheias	1	5	3	1	0,396

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,22	0,07	0,90	0,08

b) Critérios relacionados à sustentabilidade econômica

	Influência sobre o comércio local	Relação benefício/custo	Investimento inicial necessário	Tempo de retorno financeiro	W
Influência sobre o comércio local	1	1	1/5	5	0,195
Relação benefício/custo	1	1	1/5	1	0,131
Investimento inicial necessário	5	5	1	3	0,575
Tempo de retorno financeiro	1/5	1	1/3	1	0,099

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,48	0,16	0,90	0,18

c) Critérios relacionados à sustentabilidade social

	Danos causados por inundações a imóveis	Promoção de recreação e esportes	Infraestrutura	Influência sobre a qualidade de vida da população local	Retorno político	W
Danos causados por inundações a imóveis	1	7	7	3	7	0,508
Promoção de recreação e esportes	1/7	1	1/5	1/7	1	0,042
Infraestrutura	1/7	5	1	1/3	5	0,131
Influência sobre a qualidade de vida da população local	1/3	7	3	1	7	0,276
Retorno político	1/7	1	1/5	1/7	1	0,042

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
5	5,36	0,09	1,12	0,08

iii) Tabelas de alternativas

Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental

a) Quanto à proteção do solo contra erosão

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	1/9	0,055
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	1/7	0,173
Futuro alternativo	9	7	1	0,772

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,21	0,10	0,58	0,18

b) Quanto à proteção da biodiversidade

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	1/7	0,072
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	1/9	0,138
Futuro alternativo	7	9	1	0,790

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,21	0,10	0,58	0,18

c) Quanto à qualidade da água dos corpos hídricos

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	1/9	0,055
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	1/7	0,173
Futuro alternativo	9	7	1	0,772

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,21	0,10	0,58	0,18

d) Quanto à diminuição do risco de inundações

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/7	0,063
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	1/3	0,304
Futuro alternativo	7	3	1	0,633

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

Critérios relacionados à sustentabilidade econômica

e) Quanto à influência sobre o comércio local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	1/7	0,067
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	1/5	0,218
Futuro alternativo	7	5	1	0,715

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,18	0,09	0,58	0,16

f) Quanto à relação benefício/custo

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	1/5	0,076
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	1/7	0,198
Futuro alternativo	5	7	1	0,726

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,44	0,22	0,58	0,38

g) Quanto ao investimento inicial necessário

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	5	1/5	0,234
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1/5	1	1/5	0,080
Futuro alternativo	5	5	1	0,685

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

h) Quanto ao tempo de retorno financeiro

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	3	1/3	0,258
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1/3	1	1/5	0,105
Futuro alternativo	3	5	1	0,637

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,04	0,02	0,58	0,03

Critérios relacionados à sustentabilidade social

i) Quanto aos danos causados por inundações a imóveis

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/9	0,048
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	1/7	0,191
Futuro alternativo	9	7	1	0,761

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,33	0,16	0,58	0,28

j) Quanto à promoção de recreação e esportes

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1	1/9	0,096
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1	1	1/7	0,105
Futuro alternativo	9	7	1	0,799

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,01	0,00	0,58	0,01

k) Quanto à infraestrutura gerada com a implantação da alternativa

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1	1/7	0,119
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1	1	1/5	0,134
Futuro alternativo	7	5	1	0,747

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,01	0,01	0,58	0,01

l) Quanto à influência sobre a qualidade de vida sobre a população local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/9	0,048
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	1/7	0,191
Futuro alternativo	9	7	1	0,761

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,33	0,16	0,58	0,28

m) Quanto ao retorno político

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/9	0,048
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	1/7	0,191
Futuro alternativo	9	7	1	0,761

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,33	0,16	0,58	0,28

iv) Tabela de resultados

Alternativa	<i>Performance final</i>
Futuro tendencial	0,070
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	0,195
Futuro alternativo	0,735

II - Julgamento ambiental

i) Tabela de critérios (nível 1)

	Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Critérios relacionados à sustentabilidade social	W
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	1	7	1	0,467
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	1/7	1	1/7	0,067
Critérios relacionados à sustentabilidade social	1	7	1	0,467

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

ii) Tabelas de critérios (nível 2)

a) Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental

	Proteção do solo contra erosão	Proteção da biodiversidade	Qualidade da água dos corpos hídricos	Risco de cheias	W
Proteção do solo contra erosão	1	1	1	1	0,219
Proteção da biodiversidade	1	1	1	1/5	0,146
Qualidade da água dos corpos hídricos	1	1	1	1/5	0,146
Risco de cheias	1	5	5	1	0,489

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,33	0,11	0,90	0,12

b) Critérios relacionados à sustentabilidade econômica

	Influência sobre o comércio local	Relação benefício/custo	Investimento inicial necessário	Tempo de retorno financeiro	W
Influência sobre o comércio local	1	1	1	1	0,250
Relação benefício/custo	1	1	1	1	0,250
Investimento inicial necessário	1	1	1	1	0,250
Tempo de retorno financeiro	1	1	1	1	0,250

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,00	0,00	0,90	0,00

c) Critérios relacionados à sustentabilidade social

	Danos causados por inundações a imóveis	Promoção de recreação e esportes	Infraestrutura	Influência sobre a qualidade de vida da população local	Retorno político	W
Danos causados por inundações a imóveis	1	7	1/5	1	7	0,251
Promoção de recreação e esportes	1/7	1	1	1	7	0,159
Infraestrutura	5	1	1	1	7	0,323
Influência sobre a qualidade de vida da população local	1	1	1	1	7	0,234
Retorno político	1/7	1/7	1/7	1/7	1	0,033

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
5	6,17	0,29	1,12	0,26

iii) Tabelas de alternativas

Crterios relacionados sustentabilidade ambiental

a) Quanto proteo do solo contra eroso

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/7	0,055
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	1/7	0,203
Futuro alternativo	7	7	1	0,742

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,44	0,22	0,58	0,38

b) Quanto proteo da biodiversidade

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	1/7	0,063
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	1/7	0,184
Futuro alternativo	7	7	1	0,753

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

c) Quanto qualidade da gua dos corpos hdricos

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/7	0,055
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	1/7	0,203
Futuro alternativo	7	7	1	0,742

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,44	0,22	0,58	0,38

d) Quanto à diminuição do risco de inundações

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/7	0,055
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	1/7	0,203
Futuro alternativo	7	7	1	0,742

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,44	0,22	0,58	0,38

Critérios relacionados à sustentabilidade econômica

e) Quanto à influência sobre o comércio local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/7	0,055
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	1/7	0,203
Futuro alternativo	7	7	1	0,742

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,44	0,22	0,58	0,38

f) Quanto à relação benefício/custo

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/7	0,055
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	1/7	0,203
Futuro alternativo	7	7	1	0,742

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,44	0,22	0,58	0,38

g) Quanto ao investimento inicial necessário

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	9	9	0,787
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1/9	1	1/7	0,046
Futuro alternativo	1/9	7	1	0,167

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,44	0,22	0,58	0,38

h) Quanto ao tempo de retorno financeiro

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	1/5	0,080
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	5	0,685
Futuro alternativo	5	1/5	1	0,234

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

Crterios relacionados sustentabilidade social

i) Quanto aos danos causados por inundaes a imveis

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/7	0,059
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	5	0,701
Futuro alternativo	7	1/5	1	0,240

n	λ_{max}	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

j) Quanto promoo de recreao e esportes

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1	1/7	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1	1	1/7	0,111
Futuro alternativo	7	7	1	0,778

n	λ_{max}	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

k) Quanto infraestrutura gerada com a implantao da alternativa

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/7	0,067
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	1	0,467
Futuro alternativo	7	1	1	0,467

n	λ_{max}	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

l) Quanto à influência sobre a qualidade de vida sobre a população local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/7	0,055
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	1/7	0,203
Futuro alternativo	7	7	1	0,742

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,44	0,22	0,58	0,38

m) Quanto ao retorno político

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1	1	0,333
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1	1	1	0,333
Futuro alternativo	1	1	1	0,333

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

iv) Tabela de resultados

Alternativa	<i>Performance final</i>
Futuro tendencial	0,079
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	0,300
Futuro alternativo	0,621

III – Julgamento político

i) Tabela de critérios (nível 1)

	Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Critérios relacionados à sustentabilidade social	W
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	1	3	1	0,460
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	1/3	1	3	0,319
Critérios relacionados à sustentabilidade social	1	1/3	1	0,221

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,56	0,28	0,58	0,48

ii) Tabelas de critérios (nível 2)

a) Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental

	Proteção do solo contra erosão	Proteção da biodiversidade	Qualidade da água dos corpos hídricos	Risco de cheias	W
Proteção do solo contra erosão	1	3	1	3	0,395
Proteção da biodiversidade	1/3	1	1	1	0,173
Qualidade da água dos corpos hídricos	1	1	1	3	0,300
Risco de cheias	1/3	1	1/3	1	0,132

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,15	0,05	0,90	0,06

b) Critérios relacionados à sustentabilidade econômica

	Influência sobre o comércio local	Relação benefício/custo	Investimento inicial necessário	Tempo de retorno financeiro	W
Influência sobre o comércio local	1	1	3	3	0,395
Relação benefício/custo	1	1	1	3	0,300
Investimento inicial necessário	1/3	1	1	1	0,173
Tempo de retorno financeiro	1/3	1/3	1	1	0,132

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,15	0,05	0,90	0,06

c) Critérios relacionados à sustentabilidade social

	Danos causados por inundações a imóveis	Promoção de recreação e esportes	Infraestrutura	Influência sobre a qualidade de vida da população local	Retorno político	W
Danos causados por inundações a imóveis	1	3	1	1	1	0,214
Promoção de recreação e esportes	1/3	1	1/3	1/3	1	0,089
Infraestrutura	1	3	1	1/3	1	0,172
Influência sobre a qualidade de vida da população local	1	3	3	1	9	0,414
Retorno político	1	1	1	1/9	1	0,111

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
5	5,50	0,13	1,12	0,11

iii) Tabelas de alternativas

Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental

a) Quanto à proteção do solo contra erosão

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	5	0,297
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	5	0,618
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,086

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

b) Quanto à proteção da biodiversidade

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	1	0,200
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	3	0,600
Futuro alternativo	1	1/3	1	0,200

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

c) Quanto à qualidade da água dos corpos hídricos

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1	5	0,455
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1	1	5	0,455
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,091

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

d) Quanto à diminuição do risco de inundações

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	5	0,258
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	3	0,637
Futuro alternativo	1/5	1/3	1	0,105

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,52	0,26	0,58	0,45

Crterios relacionados sustentabilidade econmica

e) Quanto influncia sobre o comrcio local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	3	0,281
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	3	0,584
Futuro alternativo	1/3	1/3	1	0,135

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

f) Quanto relao benefcio/custo

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	1	0,221
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	1	0,460
Futuro alternativo	1	1	1	0,319

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

g) Quanto ao investimento inicial necessrio

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	1	0,200
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	3	0,600
Futuro alternativo	1	1/3	1	0,200

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

h) Quanto ao tempo de retorno financeiro

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	3	0,281
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	3	0,584
Futuro alternativo	1/3	1/3	1	0,135

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

Crterios relacionados sustentabilidade social**i) Quanto aos danos causados por inundaes a imveis**

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	5	0,297
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	5	0,618
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,086

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

j) Quanto promoo de recreao e esportes

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	3	0,258
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	5	0,637
Futuro alternativo	1/3	1/5	1	0,105

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,04	0,02	0,58	0,03

k) Quanto à infraestrutura gerada com a implantação da alternativa

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	3	0,281
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	3	0,584
Futuro alternativo	1/3	1/3	1	0,135

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

l) Quanto à influência sobre a qualidade de vida sobre a população local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	5	0,323
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	3	0,567
Futuro alternativo	1/5	1/3	1	0,110

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

m) Quanto ao retorno político

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	5	0,279
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	7	0,649
Futuro alternativo	1/5	1/7	1	0,072

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,06	0,03	0,58	0,06

iv) Tabela de resultados

Alternativa	<i>Performance final</i>
Futuro tendencial	0,294
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	0,568
Futuro alternativo	0,138

IV – Julgamento empresarial

i) Tabela de critérios (nível 1)

	Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Critérios relacionados à sustentabilidade social	W
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	1	3	1	0,460
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	1/3	1	3	0,319
Critérios relacionados à sustentabilidade social	1	1/3	1	0,221

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,56	0,28	0,58	0,48

ii) Tabelas de critérios (nível 2)

a) Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental

	Proteção do solo contra erosão	Proteção da biodiversidade	Qualidade da água dos corpos hídricos	Risco de cheias	W
Proteção do solo contra erosão	1	1/3	1/3	1/5	0,069
Proteção da biodiversidade	3	1	1/5	1/5	0,104
Qualidade da água dos corpos hídricos	3	5	1	1/5	0,234
Risco de cheias	5	5	5	1	0,593

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,49	0,16	0,90	0,18

b) Critérios relacionados à sustentabilidade econômica

	Influência sobre o comércio local	Relação benefício/custo	Investimento inicial necessário	Tempo de retorno financeiro	W
Influência sobre o comércio local	1	1/5	5	5	0,261
Relação benefício/custo	5	1	5	5	0,583
Investimento inicial necessário	1/5	1/5	1	1	0,078
Tempo de retorno financeiro	1/5	1/5	1	1	0,078

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,33	0,11	0,90	0,12

c) Critérios relacionados à sustentabilidade social

	Danos causados por inundações a imóveis	Promoção de recreação e esportes	Infraestrutura	Influência sobre a qualidade de vida da população local	Retorno político	W
Danos causados por inundações a imóveis	1	1/3	1/5	5	3	0,148
Promoção de recreação e esportes	3	1	1/5	5	3	0,230
Infraestrutura	5	5	1	3	5	0,485
Influência sobre a qualidade de vida da população local	1/5	1/5	1/3	1	5	0,086
Retorno político	1/3	1/3	1/5	1/5	1	0,050

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
5	6,08	0,27	1,12	0,24

iii) Tabelas de alternativas

Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental

a) Quanto à proteção do solo contra erosão

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	1	0,134
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	7	0,747
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,119

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,01	0,01	0,58	0,01

b) Quanto à proteção da biodiversidade

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1	5	0,435
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1	1	7	0,487
Futuro alternativo	1/5	1/7	1	0,078

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,01	0,01	0,58	0,01

c) Quanto à qualidade da água dos corpos hídricos

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	1	0,177
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	1	0,519
Futuro alternativo	1	1	1	0,304

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

d) Quanto à diminuição do risco de inundações

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1	5	0,455
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1	1	5	0,455
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,091

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

Crterios relacionados sustentabilidade econmica

e) Quanto influncia sobre o comrcio local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	5	0,234
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	5	0,685
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,080

n	λ_{max}	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

f) Quanto relao benefcio/custo

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	5	0,234
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	5	0,685
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,080

n	λ_{max}	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

g) Quanto ao investimento inicial necessrio

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	5	0,234
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	5	0,685
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,080

n	λ_{max}	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

h) Quanto ao tempo de retorno financeiro

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	5	0,234
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	5	0,685
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,080

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

Critérios relacionados à sustentabilidade social**i) Quanto aos danos causados por inundações a imóveis**

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	5	0,234
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	5	0,685
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,080

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

j) Quanto à promoção de recreação e esportes

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	5	0,234
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	5	0,685
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,080

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

k) Quanto à infraestrutura gerada com a implantação da alternativa

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1	5	0,455
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1	1	5	0,455
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,091

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

l) Quanto à influência sobre a qualidade de vida sobre a população local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1	5	0,455
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1	1	5	0,455
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,091

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

m) Quanto ao retorno político

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	5	0,234
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	5	0,685
Futuro alternativo	1/5	1/5	1	0,080

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

iv) Tabela de resultados

Alternativa	<i>Performance final</i>
Futuro tendencial	0,323
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	0,568
Futuro alternativo	0,110

V – Julgamento urbanístico

i) Tabela de critérios (nível 1)

	Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Critérios relacionados à sustentabilidade social	W
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	1	7	1	0,467
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	1/7	1	1/7	0,067
Critérios relacionados à sustentabilidade social	1	7	1	0,467

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

ii) Tabelas de critérios (nível 2)

a) Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental

	Proteção do solo contra erosão	Proteção da biodiversidade	Qualidade da água dos corpos hídricos	Risco de cheias	W
Proteção do solo contra erosão	1	3	1	1	0,323
Proteção da biodiversidade	1/3	1	1	1	0,186
Qualidade da água dos corpos hídricos	1	1	1	1	0,245
Risco de cheias	1	1	1	1	0,245

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,15	0,05	0,90	0,06

b) Critérios relacionados à sustentabilidade econômica

	Influência sobre o comércio local	Relação benefício/custo	Investimento inicial necessário	Tempo de retorno financeiro	W
Influência sobre o comércio local	1	1/5	1	5	0,195
Relação benefício/custo	5	1	5	3	0,575
Investimento inicial necessário	1	1/5	1	1	0,131
Tempo de retorno financeiro	1/5	1/3	1	1	0,099

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,48	0,16	0,90	0,18

c) Critérios relacionados à sustentabilidade social

	Danos causados por inundações a imóveis	Promoção de recreação e esportes	Infraestrutura	Influência sobre a qualidade de vida da população local	Retorno político	W
Danos causados por inundações a imóveis	1	5	1	1/5	3	0,197
Promoção de recreação e esportes	1/5	1	1	1	5	0,158
Infraestrutura	1	1	1	1/7	1	0,107
Influência sobre a qualidade de vida da população local	5	1	7	1	7	0,475
Retorno político	1/3	1/5	1	1/7	1	0,062

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
5	6,14	0,28	1,12	0,25

iii) Tabelas de alternativas

Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental

a) Quanto à proteção do solo contra erosão

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	1/5	0,105
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	1/3	0,258
Futuro alternativo	5	3	1	0,637

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,04	0,02	0,58	0,03

b) Quanto à proteção da biodiversidade

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1	1/5	0,143
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1	1	1/5	0,143
Futuro alternativo	5	5	1	0,714

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

c) Quanto à qualidade da água dos corpos hídricos

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1	1/5	0,143
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1	1	1/5	0,143
Futuro alternativo	5	5	1	0,714

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

d) Quanto à diminuição do risco de inundações

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/5	0,072
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	3	0,649
Futuro alternativo	5	1/3	1	0,279

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,06	0,03	0,58	0,06

Crterios relacionados sustentabilidade econmica

e) Quanto influncia sobre o comrcio local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1	1/3	0,200
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1	1	1/3	0,200
Futuro alternativo	3	3	1	0,600

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

f) Quanto relao benefcio/custo

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	1/3	0,135
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	1/3	0,281
Futuro alternativo	3	3	1	0,584

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

g) Quanto ao investimento inicial necessrio

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	3	1/3	0,281
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1/3	1	1/3	0,135
Futuro alternativo	3	3	1	0,584

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

h) Quanto ao tempo de retorno financeiro

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	1/3	0,135
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	1/3	0,281
Futuro alternativo	3	3	1	0,584

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

Crterios relacionados sustentabilidade social**i) Quanto aos danos causados por inundaes a imveis**

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	1/3	0,110
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	1/3	0,323
Futuro alternativo	3	3	1	0,567

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

j) Quanto promoo de recreao e esportes

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	1/7	0,076
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	1/7	0,158
Futuro alternativo	7	7	1	0,766

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

k) Quanto à infraestrutura gerada com a implantação da alternativa

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	1/3	0,135
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	1/3	0,281
Futuro alternativo	3	3	1	0,584

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

l) Quanto à influência sobre a qualidade de vida sobre a população local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/5	1/5	0,080
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5	1	1/5	0,234
Futuro alternativo	5	5	1	0,685

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,29	0,15	0,58	0,25

m) Quanto ao retorno político

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/3	1/3	0,135
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3	1	1/3	0,281
Futuro alternativo	3	3	1	0,584

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,14	0,07	0,58	0,12

iv) Tabela de resultados

Alternativa	<i>Performance final</i>
Futuro tendencial	0,108
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	0,274
Futuro alternativo	0,618

VI – Julgamento comunitário

i) Tabela de critérios (nível 1)

	Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Critérios relacionados à sustentabilidade social	W
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	1	9	1	0,474
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	1/9	1	1/9	0,053
Critérios relacionados à sustentabilidade social	1	9	1	0,474

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

ii) Tabelas de critérios (nível 2)

a) Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental

	Proteção do solo contra erosão	Proteção da biodiversidade	Qualidade da água dos corpos hídricos	Risco de cheias	W
Proteção do solo contra erosão	1	1	1	1	0,212
Proteção da biodiversidade	1	1	1	1/7	0,130
Qualidade da água dos corpos hídricos	1	1	1	1/5	0,142
Risco de cheias	1	7	5	1	0,516

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,42	0,14	0,90	0,16

b) Critérios relacionados à sustentabilidade econômica

	Influência sobre o comércio local	Relação benefício/custo	Investimento inicial necessário	Tempo de retorno financeiro	W
Influência sobre o comércio local	1	1/7	1/7	1/5	0,038
Relação benefício/custo	7	1	7	7	0,655
Investimento inicial necessário	7	1/7	1	3	0,200
Tempo de retorno financeiro	5	1/7	1/3	1	0,106

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,53	0,18	0,90	0,20

c) Critérios relacionados à sustentabilidade social

	Danos causados por inundações a imóveis	Promoção de recreação e esportes	Infraestrutura	Influência sobre a qualidade de vida da população local	Retorno político	W
Danos causados por inundações a imóveis	1	7	7	7	7	0,562
Promoção de recreação e esportes	1/7	1	7	1/3	7	0,140
Infraestrutura	1/7	1/7	1	1/7	7	0,054
Influência sobre a qualidade de vida da população local	1/7	3	7	1	7	0,218
Retorno político	1/7	1/7	1/7	1/7	1	0,025

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
5	6,31	0,33	1,12	0,29

iii) Tabelas de alternativas

Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental

a) Quanto à proteção do solo contra erosão

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,778
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,111

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

b) Quanto à proteção da biodiversidade

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1/7	0,055
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,742
Futuro alternativo	7	1/7	1	0,203

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,44	0,22	0,58	0,38

c) Quanto à qualidade da água dos corpos hídricos

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,778
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,111

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

d) Quanto à diminuição do risco de inundações

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,778
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,111

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

Crterios relacionados sustentabilidade econmica

e) Quanto influncia sobre o comrcio local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,778
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,111

n	λ_{max}	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

f) Quanto relao benefcio/custo

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,778
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,111

n	λ_{max}	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

g) Quanto ao investimento inicial necessrio

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,778
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,111

n	λ_{max}	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

h) Quanto ao tempo de retorno financeiro

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,778
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,111

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

Crterios relacionados sustentabilidade social**i) Quanto aos danos causados por inundaes a imveis**

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,778
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,111

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

j) Quanto promoo de recreao e esportes

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,778
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,111

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

k) Quanto à infraestrutura gerada com a implantação da alternativa

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,778
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,111

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

l) Quanto à influência sobre a qualidade de vida sobre a população local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,778
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,111

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

m) Quanto ao retorno político

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1	1/7	1	0,111
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	7	1	7	0,778
Futuro alternativo	1	1/7	1	0,111

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

iv) **Tabela de resultados**

Alternativa	<i>Performance final</i>
Futuro tendencial	0,108
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	0,776
Futuro alternativo	0,117

VII – Média dos julgamentos dos atores sociaisi) **Tabela de critérios (nível 1)**

	Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Critérios relacionados à sustentabilidade social	W
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	1,00	5,67	1,00	0,535
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	0,18	1,00	1,10	0,174
Critérios relacionados à sustentabilidade social	1,00	0,91	1,00	0,291

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,38	0,19	0,58	0,33

ii) Tabelas de critérios (nível 2)

a) Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental

	Proteção do solo contra erosão	Proteção da biodiversidade	Qualidade da água dos corpos hídricos	Risco de cheias	W
Proteção do solo contra erosão	1,00	2,22	0,89	1,20	0,299
Proteção da biodiversidade	0,45	1,00	0,72	0,46	0,150
Qualidade da água dos corpos hídricos	1,13	1,38	1,00	0,82	0,256
Risco de cheias	0,83	2,19	1,22	1,00	0,294

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,04	0,01	0,90	0,02

b) Critérios relacionados à sustentabilidade econômica

	Influência sobre o comércio local	Relação benefício/custo	Investimento inicial necessário	Tempo de retorno financeiro	W
Influência sobre o comércio local	1,00	0,59	1,72	3,20	0,290
Relação benefício/custo	1,69	1,00	3,20	3,33	0,445
Investimento inicial necessário	0,58	0,31	1,00	1,67	0,160
Tempo de retorno financeiro	0,31	0,30	0,60	1,00	0,105

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
4	4,03	0,01	0,90	0,01

c) Critérios relacionados à sustentabilidade social

	Danos causados por inundações a imóveis	Promoção de recreação e esportes	Infraestrutura	Influência sobre a qualidade de vida da população local	Retorno político	W
Danos causados por inundações a imóveis	1,00	4,89	2,73	2,87	4,67	0,444
Promoção de recreação e esportes	0,20	1,00	1,62	1,30	4,00	0,176
Infraestrutura	0,37	0,62	1,00	0,83	4,33	0,151
Influência sobre a qualidade de vida da população local	0,35	0,77	1,21	1,00	7,00	0,185
Retorno político	0,21	0,25	0,23	0,14	1,00	0,044

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
5	5,33	0,08	1,12	0,07

iii) Tabelas de alternativas

Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental

a) Quanto à proteção do solo contra erosão

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	0,23	1,24	0,176
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	4,44	1,00	3,27	0,656
Futuro alternativo	0,80	0,31	1,00	0,168

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,03	0,02	0,58	0,03

b) Quanto à proteção da biodiversidade

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	0,50	1,10	0,249
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1,99	1,00	2,91	0,545
Futuro alternativo	0,91	0,34	1,00	0,206

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,01	0,00	0,58	0,01

c) Quanto à qualidade da água dos corpos hídricos

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	0,45	1,24	0,253
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	2,23	1,00	2,25	0,528
Futuro alternativo	0,80	0,44	1,00	0,219

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

d) Quanto à diminuição do risco de inundações

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	0,30	1,91	0,232
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3,39	1,00	3,08	0,613
Futuro alternativo	0,52	0,32	1,00	0,155

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,06	0,03	0,58	0,05

Crterios relacionados sustentabilidade econmica

e) Quanto influncia sobre o comrcio local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	0,34	1,60	0,238
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	2,97	1,00	2,61	0,580
Futuro alternativo	0,62	0,38	1,00	0,182

n	λ_{max}	IC	IR	RC
3	3,04	0,02	0,58	0,03

f) Quanto relao benefcio/custo

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	0,23	1,28	0,188
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	4,44	1,00	2,27	0,613
Futuro alternativo	0,78	0,44	1,00	0,199

n	λ_{max}	IC	IR	RC
3	3,09	0,05	0,58	0,08

g) Quanto ao investimento inicial necessrio

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	2,95	2,76	0,576
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	0,34	1,00	2,61	0,275
Futuro alternativo	0,36	0,38	1,00	0,148

n	λ_{max}	IC	IR	RC
3	3,12	0,06	0,58	0,10

h) Quanto ao tempo de retorno financeiro

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	0,70	1,64	0,317
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1,43	1,00	3,42	0,513
Futuro alternativo	0,61	0,29	1,00	0,170

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,02	0,01	0,58	0,01

Crterios relacionados sustentabilidade social**i) Quanto aos danos causados por inundaes a imveis**

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	0,19	1,93	0,184
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	5,16	1,00	3,75	0,684
Futuro alternativo	0,52	0,27	1,00	0,132

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,11	0,05	0,58	0,09

j) Quanto promoo de recreao e esportes

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	0,50	1,57	0,278
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	1,99	1,00	2,90	0,541
Futuro alternativo	0,64	0,34	1,00	0,182

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

k) Quanto à infraestrutura gerada com a implantação da alternativa

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	0,49	1,60	0,279
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	2,03	1,00	2,76	0,537
Futuro alternativo	0,62	0,36	1,00	0,184

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,00	0,00	0,58	0,00

l) Quanto à influência sobre a qualidade de vida sobre a população local

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	0,33	1,91	0,249
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	3,06	1,00	2,58	0,580
Futuro alternativo	0,52	0,39	1,00	0,171

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,07	0,04	0,58	0,06

m) Quanto ao retorno político

	Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo	W
Futuro tendencial	1,00	0,36	2,07	0,256
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	2,79	1,00	3,41	0,598
Futuro alternativo	0,48	0,29	1,00	0,147

n	$\lambda_{\max}$	IC	IR	RC
3	3,03	0,02	0,58	0,03

iv) Tabela de resultados

Alternativa	<i>Performance final</i>
Futuro tendencial	0,235
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	0,590
Futuro alternativo	0,175

v) Tabela de resultados considerando apenas os critérios ambientais

Alternativa	<i>Performance final</i>
Futuro tendencial	0,223
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	0,594
Futuro alternativo	0,183

vi) **Tabela de resultados considerando apenas os critérios econômicos**

Alternativa	<i>Performance final</i>
Futuro tendencial	0,278
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	0,539
Futuro alternativo	0,183

vii) **Tabela de resultados considerando apenas os critérios sociais**

Alternativa	<i>Performance final</i>
Futuro tendencial	0,230
Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	0,614
Futuro alternativo	0,156

Anexo 6 – Tabelas com os pesos dos critérios e as *performances* das alternativas

I – Julgamento técnico

i) Pesos dos critérios

		Peso do critério na escolha da alternativa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	A
	Proteção da biodiversidade	B
	Qualidade da água dos corpos hídricos	A
	Diminuição do risco de inundações	BA
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	M
	Relação benefício/custo	M
	Investimento inicial necessário	MA
	Tempo de retorno financeiro	MB
Critérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	BA
	Promoção de recreação e esportes	M
	Infraestrutura	MA
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	BA
	Retorno político	A

ii) *Performance das alternativas*

		Alternativas		
		Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo
Crítérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	R	MS	S
	Proteção da biodiversidade	MR	M	MS
	Qualidade da água dos corpos hídricos	M	M	S
	Diminuição do risco de inundações	P	S	S
Crítérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	R	MS	S
	Relação benefício/custo	M	M	MS
	Investimento inicial necessário	MS	M	MR
	Tempo de retorno financeiro	MS	M	M
Crítérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	R	MS	S
	Promoção de recreação e esportes	R	M	S
	Infraestrutura	R	M	MS
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	R	MS	S
	Retorno político	MR	MS	MS

II – Julgamento ambiental

i) Pesos dos critérios

		Peso do critério na escolha da alternativa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	BA
	Proteção da biodiversidade	BA
	Qualidade da água dos corpos hídricos	BA
	Diminuição do risco de inundações	A
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	B
	Relação benefício/custo	BB
	Investimento inicial necessário	M
	Tempo de retorno financeiro	M
Critérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	A
	Promoção de recreação e esportes	M
	Infraestrutura	M
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	A
	Retorno político	B

ii) *Performance das alternativas*

		Alternativas		
		Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	M	Ot	Ot
	Proteção da biodiversidade	M	S	Ot
	Qualidade da água dos corpos hídricos	M	S	S
	Diminuição do risco de inundações	M	Ot	Ot
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	MS	Ot	Ot
	Relação benefício/custo	MS	Ot	M
	Investimento inicial necessário	Ot	M	M
	Tempo de retorno financeiro	M	M	M
Critérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	MR	S	S
	Promoção de recreação e esportes	M	S	S
	Infraestrutura	R	S	S
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	M	S	S
	Retorno político	M	M	M

III – Julgamento político

i) Pesos dos critérios

		Peso do critério na escolha da alternativa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	A
	Proteção da biodiversidade	A
	Qualidade da água dos corpos hídricos	BA
	Diminuição do risco de inundações	MA
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	A
	Relação benefício/custo	A
	Investimento inicial necessário	MA
	Tempo de retorno financeiro	M
Critérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	MA
	Promoção de recreação e esportes	M
	Infraestrutura	MA
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	BA
	Retorno político	A

ii) *Performance das alternativas*

		Alternativas		
		Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo
Crítérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	MS	Ot	S
	Proteção da biodiversidade	MR	MS	S
	Qualidade da água dos corpos hídricos	S	Ot	M
	Diminuição do risco de inundações	S	Ot	M
Crítérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	MS	S	Ot
	Relação benefício/custo	R	MS	Ot
	Investimento inicial necessário	M	S	Ot
	Tempo de retorno financeiro	M	MS	S
Crítérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	MR	MS	S
	Promoção de recreação e esportes	M	S	S
	Infraestrutura	M	MS	S
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	M	S	Ot
	Retorno político	R	MS	Ot

IV – Julgamento empresarial

i) Pesos dos critérios

		Peso do critério na escolha da alternativa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	A
	Proteção da biodiversidade	A
	Qualidade da água dos corpos hídricos	MA
	Diminuição do risco de inundações	BA
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	MB
	Relação benefício/custo	M
	Investimento inicial necessário	M
	Tempo de retorno financeiro	M
Critérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	MA
	Promoção de recreação e esportes	MA
	Infraestrutura	M
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	M
	Retorno político	M

ii) *Performance das alternativas*

		Alternativas		
		Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo
Crítérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	Ot	Ot	S
	Proteção da biodiversidade	S	Ot	M
	Qualidade da água dos corpos hídricos	S	Ot	S
	Diminuição do risco de inundações	Ot	Ot	S
Crítérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	Ot	Ot	S
	Relação benefício/custo	S	Ot	M
	Investimento inicial necessário	S	Ot	S
	Tempo de retorno financeiro	S	Ot	S
Crítérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	Ot	Ot	S
	Promoção de recreação e esportes	Ot	Ot	S
	Infraestrutura	Ot	Ot	S
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	S	Ot	S
	Retorno político	S	Ot	M

V – Julgamento urbanístico

i) Pesos dos critérios

		Peso do critério na escolha da alternativa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	A
	Proteção da biodiversidade	A
	Qualidade da água dos corpos hídricos	BA
	Diminuição do risco de inundações	MA
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	A
	Relação benefício/custo	A
	Investimento inicial necessário	MA
	Tempo de retorno financeiro	M
Critérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	MA
	Promoção de recreação e esportes	M
	Infraestrutura	MA
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	BA
	Retorno político	A

ii) *Performance das alternativas*

		Alternativas		
		Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo
Crítérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	MS	Ot	S
	Proteção da biodiversidade	MR	MS	S
	Qualidade da água dos corpos hídricos	S	Ot	M
	Diminuição do risco de inundações	S	Ot	M
Crítérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	MS	S	Ot
	Relação benefício/custo	R	MS	Ot
	Investimento inicial necessário	M	S	Ot
	Tempo de retorno financeiro	M	MS	S
Crítérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	MR	MS	S
	Promoção de recreação e esportes	M	S	S
	Infraestrutura	M	MS	S
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	M	S	Ot
	Retorno político	R	MS	Ot

VI – Julgamento comunitário

i) Pesos dos critérios

		Peso do critério na escolha da alternativa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Mineirinho
Critérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	A
	Proteção da biodiversidade	A
	Qualidade da água dos corpos hídricos	A
	Diminuição do risco de inundações	BA
Critérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	M
	Relação benefício/custo	A
	Investimento inicial necessário	A
	Tempo de retorno financeiro	M
Critérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	BA
	Promoção de recreação e esportes	A
	Infraestrutura	A
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	BA
	Retorno político	BB

ii) *Performance das alternativas*

		Alternativas		
		Futuro tendencial	Futuro tendencial com Plano Diretor de Drenagem Urbana	Futuro alternativo
Crítérios relacionados à sustentabilidade ambiental	Proteção do solo contra erosão	M	MS	M
	Proteção da biodiversidade	M	MS	M
	Qualidade da água dos corpos hídricos	S	S	S
	Diminuição do risco de inundações	MS	S	MS
Crítérios relacionados à sustentabilidade econômica	Influência sobre o comércio local	MS	S	MS
	Relação benefício/custo	MS	S	MS
	Investimento inicial necessário	MS	S	MS
	Tempo de retorno financeiro	MS	S	MS
Crítérios relacionados à sustentabilidade social	Danos causados por inundações a imóveis	MS	S	MS
	Promoção de recreação e esportes	MS	MS	MS
	Infraestrutura	MS	S	MS
	Influência sobre a qualidade de vida da população local	MS	S	MS
	Retorno político	M	MS	M

Anexo 7 – Ata da reunião com os atores sociais

ATA DA REUNIÃO

Discussão: critérios e alternativas de uso e ocupação do solo

São Carlos, 26 de novembro de 2015

Início às 16h36 (houve atraso de alguns participantes).

1º momento:

A pesquisadora executante do projeto, **Ana Elisa Ferrari Carvalho**, apresentou brevemente a pesquisa.

2º momento:

Os participantes se apresentaram. Estavam presentes, além de Ana Elisa:

- a facilitadora da reunião, Gabriela;
- Nataska Pontremolez;
- ator social representante do ponto de vista técnico;
- ator social representante do ponto de vista ambiental.

3º momento:

Os presentes manifestaram suas opiniões acerca do questionário.

Nataska Pontremolez, que havia sido convidada, no começo da pesquisa, para ser representante do ponto de vista técnico, explicou a todos por que preferiu não fazer parte do grupo decisor, deixando o posto livre para que Ana Elisa convidasse outra pessoa (no caso, o atual representante do ponto de vista técnico). Ocorre que Nataska fez o trabalho em que constam os três cenários futuros utilizados na presente pesquisa e, por isso, disporia de muito mais informações do que os demais atores sociais. Assim, ela preferiu, em vez de participar do grupo de tomadores de decisão, apresentar a estes sua pesquisa, para que eles pudessem embasar melhor suas opiniões.

O **representante do ponto de vista ambiental** relatou que teve dificuldade para julgar a parte referente aos critérios sociais, dizendo que precisaria de mais tempo para isso.

O **representante do ponto de vista técnico** achou o questionário difícil e questionou se este corresponderia ao modelo mais adequado. Também comentou que havia muitas opções de resposta nas questões de múltipla escolha.

Nataska considerou que as respostas podem mudar conforme o estado de espírito da pessoa.

Ana Elisa disse que gostaria que o questionário tivesse sido respondido na reunião, em conjunto com todos os atores sociais, mas teve de mudar a estratégia principalmente pelo tempo que isso demandaria.

O **representante do ponto de vista técnico** perguntou a Ana Elisa se a quantidade de opções nas questões de múltipla escolha era definida pelo método, ao que a pesquisadora respondeu que sim.

Nataska comentou sobre a possibilidade de oferecer algum tipo de prêmio a quem participasse corretamente da pesquisa, para incentivar essa participação. O **representante do ponto de vista ambiental**, no entanto, considerou que as pessoas deveriam tomar parte na pesquisa por boa vontade. Ainda sugeriu que talvez o horário não tenha favorecido a reunião, e que esta pudesse ter ocorrido durante a noite.

O **representante do ponto de vista técnico** comentou acerca da técnica Delphi para a obtenção das respostas.

O **representante do ponto de vista ambiental** falou sobre a falta de informações da prefeitura sobre os gastos públicos, o que dificulta a resposta às perguntas relacionadas aos critérios econômicos.

4º momento:

Nataska Pontremolez apresentou sua pesquisa, na qual Ana Elisa Ferrari Carvalho se baseou para a proposição das alternativas de uso e ocupação do solo.

Nataska discorreu sobre:

- as consequências da urbanização e da ocupação das áreas de várzea nos sistemas de drenagem;
- medidas estruturais e não estruturais visando à diminuição do risco de enchentes;
- as diferenças entre um hidrograma de uma área urbanizada e um hidrograma de uma área não urbanizada;
- modelações hidrológica e hidráulica;
- os princípios do manual de drenagem de Denver (UDFCD);
- características da área de estudo (bacia hidrográfica do córrego do Mineirinho);
- consequências na drenagem ao se considerarem o cenário atual da bacia e os três cenários futuros;
- conclusões de seu estudo e recomendações.

5º momento:

Os participantes da reunião debateram sobre os critérios e as alternativas.

O **representante do ponto de vista técnico**, em relação às alternativas de uso e ocupação do solo, sugeriu aumentar as áreas de drenagem ao longo da bacia. Propôs outros pequenos reservatórios, por exemplo.

O **representante do ponto de vista ambiental** perguntou se fazer várias intervenções não seria algo ruim para o rio.

O **representante do ponto de vista técnico** afirmou a importância de os loteamentos que surgirem no local considerarem o sistema de drenagem urbana. Ainda comentou que falta uma macrodiretriz para a bacia concernente a esse aspecto.

6º momento:

Ana Elisa apresentou os resultados obtidos com as análises multicriteriais, e os presentes comentaram sobre eles.

Os atores sociais presentes entregaram o questionário pós-reunião respondido, e deu-se o fim da reunião às 17h45.