

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

*“Método AHP como instrumento de apoio à decisão para a manutenção da qualidade da água do Reservatório de Ilha Solteira”*

**CAIO BERTOLO LARRUBIA**

**Co-orientador:** Prof. Dr. Maurício Augusto Leite

**Orientador:** Prof. Dr. Milton Dall’Aglio Sobrinho

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Conhecimento: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais.

Ilha Solteira – SP  
Dezembro/2010

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

L334m

Larrubia, Caio Bertolo.

Método *AHP* como instrumento de apoio à decisão para a manutenção da qualidade da água do reservatório de Ilha Solteira / Caio Bertolo Larrubia. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2010.

185 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, 2010

Orientador: Milton Dall'Aglío Sobrinho

Co-orientador: Maurício Augusto Leite

Inclui bibliografia

1. Gestão de recursos hídricos. 2. Recursos hídricos – Uso. 3. Processo decisório por critério múltiplo. 4. Modelo multicritério.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** Método AHP como instrumento de apoio à decisão para a manutenção da qualidade da água do reservatório de Ilha Solteira

**AUTOR:** CAIO BERTOLO LARRUBIA

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. MILTON DALL AGLIO SOBRINHO

**CO-ORIENTADOR:** Prof. Dr. MAURÍCIO AUGUSTO LEITE

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL, Área: RECURSOS HIDRICOS E TECNOLOGIAS AMBIENTAIS, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MAURÍCIO AUGUSTO LEITE

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. JOSE AUGUSTO DE LOLLO

Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. EVALDO LUIZ GAETA ESPINDOLA

Departamento de Hidráulica e Saneamento / Escola de Engenharia de São Carlos-Usp

Data da realização: 20 de dezembro de 2010.

## **AGRADECIMENTOS**

*Primeiramente a Deus, por sempre me abençoar, me dar forças e me guiar diante das dificuldades encontradas.*

*Aos meus familiares, principalmente meus pais Edgard e Nice, minhas irmãs Thaís e Maísa, minha tia Altair e minha avó Tereza, pelo apoio, incentivo, carinho e confiança depositados em mim. Ao Rodrigo pela ajuda e apoio quando precisei. Pessoas que são exemplos de vida para mim.*

*Ao Prof. Dr. Maurício Augusto Leite, pela orientação, dedicação, compreensão, paciência, confiança e, principalmente, pela oportunidade de realização deste trabalho.*

*Ao Prof. Dr. Milton Dall'Aglio Sobrinho, pela atenção nos momentos que precisei.*

*Ao Prof. Dr. José Augusto de Lollo e ao Prof. Dr. Edson Pereira Tangerino, pelas sugestões no Exame Geral de Qualificação.*

*A todos que se prontificaram a responder os questionários, possibilitando a realização da presente pesquisa.*

*A todos os docentes e funcionários do Departamento de Engenharia Civil, pelos auxílios e ensinamentos.*

*À Prof. Dra. Elizete Aparecida Checon de F. Lima, pela oportunidade de realização do estágio de docência.*

*Aos membros e amigos da ONG S.O.S. Rio Dourado, pelo apoio e compreensão durante o desenvolvimento desta pesquisa.*

*À amiga Thassya, pelos diversos conselhos, auxílios e infindáveis conversas, sem sua ajuda tudo seria mais difícil.*

*Aos amigos da Pós-graduação: Juliana, Josy, Gleyce, Rossi, Gilberto, Ana Gabriela, Mônica, Iván Sánchez, Amanda, Angélica e Roberto Branco.*

*A todos os amigos e companheiros mensalistas do Ypê.*

*Ao amigo José Ivan Abeid Viveiros, pela companhia nas viagens de Lins a Ilha Solteira.*

*À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.*

*Por fim, a todas as pessoas que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.*

## RESUMO

O reservatório da Usina Hidrelétrica Ilha Solteira localiza-se entre os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás inserindo-se na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná. Este reservatório foi construído com o objetivo de geração de energia, porém, como geralmente ocorre com a maioria dos reservatórios, passou a ser utilizado para múltiplas finalidades. Dentre os usos se destacam o transporte hidroviário, a irrigação, a aquicultura e o lazer. Devido à boa qualidade de suas águas, apresenta uma forte tendência ao aumento das utilizações deste recurso. Considerando que alguns aproveitamentos resultam em impactos e consequentes conflitos relacionados aos interesses de usos do recurso, é de suma importância o desenvolvimento de medidas disciplinadoras que visem à manutenção da qualidade da água. Nesse sentido, a presente proposta objetivou estabelecer uma hierarquia dos principais usos do reservatório considerando critérios econômicos, sociais, operacionais e a qualidade da água. Para tanto, adotou-se um Modelo Multicritério de Apoio à Decisão, onde, com a utilização do método *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, as modalidades de uso do reservatório foram priorizadas. De acordo com o constatado no presente estudo, o segmento de recreação e turismo apresentou o melhor desempenho nos critérios avaliados, sendo considerado como prioridade global para a utilização da água do reservatório de Ilha Solteira e de seus afluentes. O uso dos recursos hídricos para irrigação se mostrou interessante, sendo que foi apontado como prioridade em alguns municípios. A aquicultura aparece em terceiro lugar na ordem de prioridade, se destacando tanto em projetos da iniciativa privada como em projetos com investimentos públicos. A região apresentou um baixo uso dos recursos hídricos para o transporte hidroviário, sendo este segmento quase uma exclusividade do município de São Simão-GO. O uso da água para abastecimento se mostrou de pouca expressão nos municípios da região, porém merece atenção o volume de efluentes, em grande parte tratados, lançados no reservatório ou em seus afluentes. A definição de um peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” não alterou a ordem de prioridade. O modelo proposto mostrou-se como uma alternativa para subsidiar processos de tomada de decisão, podendo facilitar a escolha de programas, projetos e destinação de recursos financeiros relacionados ao planejamento e gerenciamento de recursos hídricos na área de estudo.

**Palavras-chave:** Gestão dos recursos hídricos. Usos múltiplos. Modelo Multicritério.

## ABSTRACT

The Ilha Solteira reservoir is located between the States of São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais and Goiás, inserted in Paraná's river basin. This reservoir was built with the purpose of power generation, but as it usually happens with most reservoirs, it began to be used for multiple purposes. Among the various uses of the reservoir can be highlighted the navigation, the irrigation, the aquaculture and the recreation. Due to the high quality of its waters, there's a strong intent on increasing the use of this resource, being that some uses result in significant impact and therefore, conflicts of interest arise. It is then of utmost importance the creation of disciplinary measures targeted on maintaining water quality. In that sense, this proposal aims to establish a hierarchy of the main uses of the reservoir, considering the criteria economical, social, operational and the quality of the water. To that end, was adapted a Multi-Criteria Decision Support model, where, using the method of Analytic Hierarchy Process (AHP), the uses of the reservoir were prioritized. According to the results of this study, the segment of recreation and tourism showed the best performance on the evaluated criteria and was defined as the global priority concerning the water usage of the reservoir of Ilha Solteira and of their tributaries. The use of water resources for irrigation proved to be interesting, and it was appointed as a priority in some cities. The aquaculture appears in third place in the priority order, standing out so much in projects of the private initiative such as in projects with public investments. The region presented low use of water resources for waterborne transport, being that segment almost exclusiveness of the São Simão-GO city. The usage of the water to supply showed little expression on the cities in the region, however deserves attention for the volume of sewage released into the reservoir and its tributaries. The definition of a larger relative weight to the criteria "Conservation of the quality of the water" didn't modify the priority order. The definition of a greater weight to the criteria "Conservation of the quality of the water" didn't modify the priority order. The proposed model was shown as an alternative to subsidize on the decision making processes, which can facilitate the choice of programs, projects and financial resources destination related to the planning and management of the water resources on the study area. The proposed model proved to be as an alternative to support decision making process, which can facilitate the choice of programs, projects and financial resources destination related to the planning and management of the water resources on the study area.

**Keywords:** Water resources management. Multiple uses. Multicriteria Decision Support model.

## LISTA DE FIGURAS

|                  |                                                                                                                                  |           |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 01</b> | Exemplo de estrutura hierárquica simples                                                                                         | <b>36</b> |
| <b>Figura 02</b> | Municípios localizados dentro da área de influencia do reservatório de Ilha Solteira                                             | <b>43</b> |
| <b>Figura 03</b> | Reservatório de Ilha Solteira e seus contribuintes                                                                               | <b>44</b> |
| <b>Figura 04</b> | Estrutura hierárquica do modelo                                                                                                  | <b>56</b> |
| <b>Figura 05</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Aparecida d'Oeste-SP                         | <b>62</b> |
| <b>Figura 06</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Aparecida d'Oeste-SP                             | <b>62</b> |
| <b>Figura 07</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério "Conservação da qualidade da água" - Aparecida d'Oeste-SP          | <b>63</b> |
| <b>Figura 08</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério "Conservação da qualidade da água" - Aparecida d'Oeste-SP   | <b>64</b> |
| <b>Figura 09</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Ilha Solteira-SP                             | <b>66</b> |
| <b>Figura 10</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Ilha Solteira-SP                                 | <b>66</b> |
| <b>Figura 11</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério "Conservação da qualidade da água" - Ilha Solteira-SP              | <b>67</b> |
| <b>Figura 12</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério "Conservação da qualidade da água" - Ilha Solteira-SP       | <b>67</b> |
| <b>Figura 13</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Paranapuã-SP                                 | <b>71</b> |
| <b>Figura 14</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais- Paranapuã-SP                                      | <b>71</b> |
| <b>Figura 15</b> | Valores de prioridade das alternativas atribuindo maior peso ao critério "Conservação da qualidade da água" - Paranapuã-SP       | <b>72</b> |
| <b>Figura 16</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério "Conservação da qualidade da água" - Paranapuã-SP           | <b>72</b> |
| <b>Figura 17</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Pereira Barreto-SP                           | <b>75</b> |
| <b>Figura 18</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais- Pereira Barreto-SP                                | <b>75</b> |
| <b>Figura 19</b> | Valores de prioridade das alternativas atribuindo maior peso ao critério "Conservação da qualidade da água" - Pereira Barreto-SP | <b>76</b> |
| <b>Figura 20</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério "Conservação da qualidade da água" - Pereira Barreto-SP     | <b>76</b> |
| <b>Figura 21</b> | Usos dos recursos hídricos superficiais em Pereira Barreto-SP                                                                    | <b>80</b> |
| <b>Figura 22</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Populina-SP                                  | <b>81</b> |
| <b>Figura 23</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Populina-SP                                      | <b>82</b> |
| <b>Figura 24</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério "Conservação da qualidade da água" - Populina-SP                   | <b>82</b> |
| <b>Figura 25</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério "Conservação da qualidade da água" - Populina-SP            | <b>83</b> |
| <b>Figura 26</b> | Figura 26 -Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Rubinéia-SP                       | <b>85</b> |

|                  |                                                                                                                                      |            |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Figura 27</b> | Figura 27 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Rubinéia-SP                              | <b>86</b>  |
| <b>Figura 28</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Rubinéia-SP                       | <b>86</b>  |
| <b>Figura 29</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” -Rubinéia-SP                 | <b>87</b>  |
| <b>Figura 30</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Santa Albertina - SP                             | <b>90</b>  |
| <b>Figura 31</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Santa Albertina - SP                                 | <b>90</b>  |
| <b>Figura 32</b> | Valores de prioridade das alternativas atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” – Santa Albertina - SP   | <b>91</b>  |
| <b>Figura 33</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” – Santa Albertina – SP       | <b>91</b>  |
| <b>Figura 34</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Santa Clara d’Oeste – SP                         | <b>94</b>  |
| <b>Figura 35</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Santa Clara d’Oeste – SP                             | <b>94</b>  |
| <b>Figura 36</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Santa Clara d’Oeste – SP          | <b>95</b>  |
| <b>Figura 37</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” – Santa Clara d’Oeste – SP   | <b>95</b>  |
| <b>Figura 38</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Santa Fe do Sul-SP                               | <b>98</b>  |
| <b>Figura 39</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Santa Fe do Sul-SP                                   | <b>98</b>  |
| <b>Figura 40</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Santa Fe do Sul-SP                | <b>99</b>  |
| <b>Figura 41</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Santa Fe do Sul-SP         | <b>99</b>  |
| <b>Figura 42</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Santana da Ponte Pensa –SP                       | <b>103</b> |
| <b>Figura 43</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais Santana da Ponte Pensa –SP                             | <b>104</b> |
| <b>Figura 44</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Santana da Ponte Pensa -SP        | <b>104</b> |
| <b>Figura 45</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” – Santana da Ponte Pensa -SP | <b>105</b> |
| <b>Figura 46</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Sud Mennucci –SP                                 | <b>107</b> |
| <b>Figura 47</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Sud Mennucci –SP                                     | <b>108</b> |
| <b>Figura 48</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Sud Mennucci –SP                  | <b>109</b> |
| <b>Figura 49</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” – Sud Mennucci –SP           | <b>109</b> |
| <b>Figura 50</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Suzanápolis – SP                                 | <b>112</b> |
| <b>Figura 51</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Suzanápolis – SP                                     | <b>113</b> |
| <b>Figura 52</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Suzanápolis-SP                    | <b>113</b> |
| <b>Figura 53</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Suzanápolis-SP             | <b>114</b> |
| <b>Figura 54</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Três Fronteiras-SP                               | <b>116</b> |



|                  |                                                                                                                               |            |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Figura 55</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Três Fronteiras-SP                            | <b>117</b> |
| <b>Figura 56</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Três Fronteiras -SP        | <b>118</b> |
| <b>Figura 57</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” – Três Fronteiras -SP | <b>118</b> |
| <b>Figura 58</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Selvíria-MS                               | <b>121</b> |
| <b>Figura 59</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Selvíria-MS                                   | <b>122</b> |
| <b>Figura 60</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Selvíria – MS              | <b>122</b> |
| <b>Figura 61</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” – Selvíria–MS         | <b>123</b> |
| <b>Figura 62</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais–Caçu-GO                                     | <b>125</b> |
| <b>Figura 63</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Caçu-GO                                       | <b>126</b> |
| <b>Figura 64</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Caçu-GO                    | <b>127</b> |
| <b>Figura 65</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Caçu-GO             | <b>127</b> |
| <b>Figura 66</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Itarumã -GO                               | <b>130</b> |
| <b>Figura 67</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Itarumã - GO                                  | <b>130</b> |
| <b>Figura 68</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Itarumã –GO                | <b>131</b> |
| <b>Figura 69</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Itarumã –GO         | <b>131</b> |
| <b>Figura 70</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – São Simão-GO                              | <b>134</b> |
| <b>Figura 71</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - São Simão-GO                                  | <b>134</b> |
| <b>Figura 72</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - São Simão-GO               | <b>135</b> |
| <b>Figura 73</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” – São Simão-GO        | <b>135</b> |
| <b>Figura 74</b> | Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Limeira do Oeste-MG                       | <b>139</b> |
| <b>Figura 75</b> | Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Limeira do Oeste-MG                           | <b>140</b> |
| <b>Figura 76</b> | Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Limeira do Oeste-MG        | <b>140</b> |
| <b>Figura 77</b> | Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” – Limeira do Oeste-MG | <b>141</b> |
| <b>Figura 78</b> | Possíveis regiões de interesse comum na área de influência do reservatório de Ilha Solteira                                   | <b>146</b> |

## LISTA DE QUADROS

|                  |                                                                                                                                               |            |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Quadro 01</b> | Variação do consumo água de acordo com as diferentes classes de consumo                                                                       | <b>22</b>  |
| <b>Quadro 02</b> | Escala fundamental para comparações par a par                                                                                                 | <b>36</b>  |
| <b>Quadro 03</b> | Valores de IR para uso no cálculo da relação de consistência                                                                                  | <b>39</b>  |
| <b>Quadro 04</b> | Dados de população, área e índices sócio-econômicos dos municípios que estão inseridos na área de influência do reservatório de Ilha Solteira | <b>42</b>  |
| <b>Quadro 05</b> | Municípios do Estado de São Paulo e suas unidades de gerenciamento                                                                            | <b>45</b>  |
| <b>Quadro 06</b> | Áreas cultivas com cana-de-açúcar na região de influência do reservatório da UHE Ilha Solteira nos anos de 2004/2005 e 2008/2009.             | <b>48</b>  |
| <b>Quadro 07</b> | Categorias de usos do reservatório e suas especificações                                                                                      | <b>52</b>  |
| <b>Quadro 08</b> | Escala numérica utilizada para obtenção das respostas                                                                                         | <b>57</b>  |
| <b>Quadro 09</b> | Usinas hidrelétricas instaladas nos municípios goianos da área de influência do reservatório de Ilha Solteira                                 | <b>128</b> |
| <b>Quadro 10</b> | Características da UHE São Simão                                                                                                              | <b>136</b> |
| <b>Quadro 11</b> | Movimentação de cargas no Complexo Portuário de São Simão                                                                                     | <b>137</b> |

## LISTA DE TABELAS

|                    |                                                                                           |            |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Tabela 3.01</b> | <b>Critérios escolhidos</b>                                                               | <b>53</b>  |
| <b>Tabela 3.02</b> | <b>Relação dos respondentes</b>                                                           | <b>58</b>  |
| <b>Tabela 3.03</b> | <b>Atribuição de pesos aos critérios</b>                                                  | <b>59</b>  |
| <b>Tabela 4.01</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Aparecida d'Oeste-SP</b>               | <b>61</b>  |
| <b>Tabela 4.02</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Ilha Solteira-SP</b>                   | <b>65</b>  |
| <b>Tabela 4.03</b> | <b>Características de dois núcleos de pisciculturas em Ilha Solteira-SP</b>               | <b>69</b>  |
| <b>Tabela 4.04</b> | <b>Matrizes – Paranapuã-SP</b>                                                            | <b>70</b>  |
| <b>Tabela 4.05</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Pereira Barreto-SP</b>                 | <b>74</b>  |
| <b>Tabela 4.06</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Populina -SP</b>                       | <b>81</b>  |
| <b>Tabela 4.07</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Rubinéia-SP</b>                        | <b>84</b>  |
| <b>Tabela 4.08</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Santa Albertina-SP</b>                 | <b>89</b>  |
| <b>Tabela 4.09</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Santa Clara d'Oeste-SP</b>             | <b>93</b>  |
| <b>Tabela 4.10</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Santa Fe do Sul-SP</b>                 | <b>97</b>  |
| <b>Tabela 4.11</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Santana da Ponte Pensa-SP</b>          | <b>102</b> |
| <b>Tabela 4.12</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Sud Mennucci-SP</b>                    | <b>107</b> |
| <b>Tabela 4.13</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Suzanópolis-SP</b>                     | <b>111</b> |
| <b>Tabela 4.14</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Três Fronteiras-SP</b>                 | <b>116</b> |
| <b>Tabela 4.15</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Selvíria-MS</b>                        | <b>121</b> |
| <b>Tabela 4.16</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Caçu-GO</b>                            | <b>125</b> |
| <b>Tabela 4.17</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Itarumã-GO</b>                         | <b>129</b> |
| <b>Tabela 4.18</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – São Simão-GO</b>                       | <b>133</b> |
| <b>Tabela 4.19</b> | <b>Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Limeira do Oeste-MG</b>                | <b>138</b> |
| <b>Tabela 4.20</b> | <b>Síntese dos resultados – Critérios com pesos iguais</b>                                | <b>143</b> |
| <b>Tabela 4.21</b> | <b>Síntese dos resultados – Peso maior ao critério "Conservação da qualidade da água"</b> | <b>144</b> |
| <b>Tabela 4.22</b> | <b>Possíveis regiões de interesse comum</b>                                               | <b>145</b> |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                          |                                                                                        |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | Abastecimento e lançamento de efluentes                                                |
| <b>AHP</b>               | Analytic Hierarchy Process                                                             |
| <b>ANA</b>               | Agência Nacional de Águas                                                              |
| <b>Aproaqua</b>          | Associação dos Produtores de Organismos Aquáticos de Ilha Solteira                     |
| <b>CATI</b>              | Coordenadoria de Assistência Técnica Integral                                          |
| <b>CERH</b>              | Conselho Estadual de Recursos Hídricos                                                 |
| <b>CESP</b>              | Companhia Energética de São Paulo                                                      |
| <b>CETEC</b>             | Centro Tecnológico da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação                       |
| <b>CETESB</b>            | Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental                                        |
| <b>Cimdespi</b>          | Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Sustentável da Piscicultura            |
| <b>CONAMA</b>            | Conselho Nacional do Meio Ambiente                                                     |
| <b>COPAM</b>             | Conselho Estadual de Política Ambiental                                                |
| <b>CPTI</b>              | Cooperativa de Pesquisas Tecnológicas e Industriais                                    |
| <b>DAEE</b>              | Departamento de Águas e Energia Elétrica                                               |
| <b>DBO</b>               | Demanda Bioquímica de Oxigênio                                                         |
| <b>ETE</b>               | Estação de tratamento de efluentes                                                     |
| <b>EUA</b>               | Estados Unidos da América                                                              |
| <b>IBGE</b>              | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                                        |
| <b>IC</b>                | Índice de Consistência                                                                 |
| <b>IET</b>               | Índice de Estado Trófico                                                               |
| <b>IGAM</b>              | Instituto Mineiro de Gestão das Águas                                                  |
| <b>IPT</b>               | Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São                                   |
| <b>IQA</b>               | Índice de Qualidade da Água                                                            |
| <b>IR</b>                | Índice Randômico                                                                       |
| <b>LUPA</b>              | Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo        |
| <b>MPA</b>               | Ministério da Pesca e Aquicultura                                                      |
| <b>Naveg/Transp</b>      | Navegação e transporte                                                                 |
| <b>OAB/SP</b>            | Ordem dos Advogados do Brasil Seção de São Paulo                                       |
| <b>Piscis</b>            | Associação de Piscicultores de Ilha Solteira                                           |
| <b>PNRH</b>              | Política Nacional de Recursos Hídricos                                                 |
| <b>RC</b>                | Razão de Consistência                                                                  |
| <b>Rec./Turismo</b>      | Recreação e turismo                                                                    |
| <b>SABESP</b>            | Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo                                  |
| <b>SANESUL</b>           | Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul S.A.                                       |
| <b>SEAP</b>              | Secretaria Especial da Aquicultura e Pesca                                             |
| <b>SEBRAE</b>            | Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas                               |
| <b>SEPIN</b>             | Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação                                 |
| <b>SNIS</b>              | Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento                                       |
| <b>SJD</b>               | Rio São José dos Dourados                                                              |
| <b>UHE</b>               | Usina Hidrelétrica de Energia                                                          |
| <b>UGRHI</b>             | Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos                                          |
| <b>UPG</b>               | Unidade de Planejamento e Gerenciamento                                                |
| <b>UPGRH-MG</b>          | Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais |

## SUMÁRIO

|          |                                                                   |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                           | <b>14</b> |
| 1.1      | JUSTIFICATIVA .....                                               | 15        |
| 1.2      | OBJETIVOS .....                                                   | 16        |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                                 | <b>17</b> |
| 2.1      | RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO .....                                 | 17        |
| 2.2      | USOS MÚLTIPLOS EM RESERVATÓRIOS.....                              | 19        |
| 2.2.1    | Geração de energia elétrica.....                                  | 21        |
| 2.2.2    | Abastecimento .....                                               | 22        |
| 2.2.3    | Irrigação .....                                                   | 23        |
| 2.2.4    | Navegação e transporte .....                                      | 23        |
| 2.2.5    | Recreação e turismo.....                                          | 24        |
| 2.2.6    | Aquicultura.....                                                  | 25        |
| 2.3      | QUALIDADE DA ÁGUA.....                                            | 27        |
| 2.3.1    | Gestão de recursos hídricos.....                                  | 28        |
| 2.4      | CONFLITOS DE USOS .....                                           | 29        |
| 2.5      | PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO .....                               | 30        |
| 2.5.1    | Métodos Multicritérios de Análise de Decisão.....                 | 31        |
| 2.5.2    | A escolha do Método AHP.....                                      | 33        |
| 2.6      | ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP).....                             | 35        |
| 2.6.1    | Decomposição hierárquica .....                                    | 35        |
| 2.6.2    | Julgamentos comparativos .....                                    | 36        |
| 2.6.3    | Síntese das prioridades ou composição hierárquica .....           | 38        |
| 2.6.3.1  | Análise de Sensibilidade .....                                    | 39        |
| <b>3</b> | <b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>                                   | <b>41</b> |
| 3.1      | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....                             | 41        |
| 3.1.1    | Hidrografia .....                                                 | 43        |
| 3.1.2    | Clima .....                                                       | 45        |
| 3.1.3    | Geologia .....                                                    | 45        |
| 3.1.4    | Geomorfologia .....                                               | 45        |
| 3.1.5    | Pedologia.....                                                    | 46        |
| 3.1.6    | Uso e ocupação do solo.....                                       | 46        |
| 3.1.7    | Qualidade da água .....                                           | 49        |
| 3.1.8    | Situações preocupantes na área de influência do reservatório..... | 50        |
| 3.1.9    | Usos do reservatório.....                                         | 51        |
| 3.2      | CONSTRUÇÃO DA HIERARQUIA .....                                    | 53        |
| 3.2.1    | Foco principal.....                                               | 53        |
| 3.2.2    | Identificação dos decisores .....                                 | 53        |
| 3.2.3    | Identificação do Conjunto de Critérios.....                       | 53        |
| 3.2.4    | Identificação do Conjunto de Alternativas .....                   | 55        |
| 3.2.5    | Estruturação Hierárquica .....                                    | 55        |
| 3.2.6    | Elaboração dos questionários.....                                 | 57        |
| 3.2.7    | Aplicação dos questionários .....                                 | 57        |
| 3.2.8    | Análise dos julgamentos .....                                     | 59        |
| 3.2.9    | Análise da decisão .....                                          | 60        |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS .....</b>                                           | <b>61</b> |
| 4.1      | ESTADO DE SÃO PAULO .....                                         | 61        |
| 4.1.1    | Aparecida d'Oeste.....                                            | 61        |
| 4.1.2    | Ilha Solteira .....                                               | 65        |
| 4.1.3    | Paranapuã.....                                                    | 70        |
| 4.1.4    | Pereira Barreto.....                                              | 74        |
| 4.1.5    | Populina.....                                                     | 80        |

|        |                                   |     |
|--------|-----------------------------------|-----|
| 4.1.6  | Rubinéia.....                     | 84  |
| 4.1.7  | Santa Albertina .....             | 89  |
| 4.1.8  | Santa Clara d'Oeste.....          | 93  |
| 4.1.9  | Santa Fé do Sul.....              | 97  |
| 4.1.10 | Santana da Ponte Pensa.....       | 102 |
| 4.1.11 | Sud Mennucci.....                 | 106 |
| 4.1.12 | Suzanópolis.....                  | 111 |
| 4.1.13 | Três Fronteiras.....              | 115 |
| 4.2    | ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL..... | 120 |
| 4.2.1  | Selvíria .....                    | 120 |
| 4.3    | ESTADO DE GOAIS .....             | 124 |
| 4.3.1  | Caçu.....                         | 124 |
| 4.3.2  | Itarumã .....                     | 129 |
| 4.3.3  | São Simão.....                    | 133 |
| 4.4    | ESTADO DE MINAS GERAIS.....       | 138 |
| 4.4.1  | Limeira do Oeste.....             | 138 |
| 5      | DISCUSSÃO .....                   | 143 |
| 6      | CONSIDERAÇÕES FINAIS.....         | 160 |
| 7      | CONCLUSÕES .....                  | 162 |
|        | REFERÊNCIAS .....                 | 164 |
|        | APÊNDICE A.....                   | 177 |

## 1 INTRODUÇÃO

Os anos do pós-guerra trouxeram uma fase de grande desenvolvimento sócio-econômico, verificado principalmente nos EUA e na Europa Ocidental, em função da necessidade de reconstrução do continente europeu. Os países que se mantiveram sob a esfera de influência dos EUA receberam grandes quantidades de recursos financeiros para serem aplicados em obras de infraestrutura e reconstrução. Essa iniciativa ficou conhecida como Plano Marshall, e foi uma das formas da nação norte-americana fazer frente à expansão da então União Soviética (BRANDÃO, 2004).

Esses acontecimentos estão relacionados, de alguma maneira, à origem do processo de aceleração do desenvolvimento sócio-econômico que parte do mundo experimentou na segunda metade do século XX. Neste período, houve uma grande explosão urbana desordenada nos países em desenvolvimento, nos quais se inclui o Brasil, que, aliada às crescentes demandas por alimentos e produtos industrializados, foram responsáveis pelo aumento da demanda de água para abastecimento e saneamento das áreas urbanas, para abastecimento industrial e para irrigação de áreas agrícolas (LEAL, 1998).

Esses processos de desenvolvimento aumentam também a demanda de energia. As características físicas do Brasil, em especial a grande extensão territorial e a existência de rios caudalosos, aliadas às dimensões relativamente reduzidas das reservas de petróleo e carvão mineral, foram determinantes para a implantação de um parque gerador de energia elétrica de base predominantemente hidráulica, utilizando como fonte primária de energia a água acumulada nos reservatórios.

Considerando as características favoráveis, muitas represas foram construídas no Brasil, promovendo a distribuição de energia elétrica em diversas regiões do país. Entre estas, menciona-se a UHE Ilha Solteira, que entrou em funcionamento pleno em 1978. A UHE Ilha Solteira é a maior usina hidrelétrica da Companhia Energética de São Paulo (CESP) e a terceira maior usina do Brasil, localizada na bacia hidrográfica do Rio Paraná. O reservatório da Usina Hidrelétrica Ilha Solteira foi construído com o objetivo de geração de energia, porém, como geralmente ocorre com a maioria dos reservatórios, passou a ser utilizado para múltiplas finalidades. Dentre os usos se destacam o transporte hidroviário, a irrigação e o lazer (CETESB, 2001; PEREIRA, 2006; VASÍLIO, 2006).

Nos pontos analisados por Leite e Matsumoto (2004) e Matsumoto *et al.* (2006), no reservatório de Ilha Solteira, o Índice de Qualidade da Água (IQA) apresentou valores classificados, respectivamente, como “Bom” e “Ótimo”.

Considerando que alguns aproveitamentos feitos neste reservatório resultam em impactos e consequentes conflitos relacionados aos interesses de usos do recurso, é de suma importância o desenvolvimento de métodos que visem à manutenção da qualidade da água.

Mediante essa situação, a presente proposta teve por objetivo desenvolver um Modelo Multicritério de Apoio à Decisão, onde, com a utilização do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), foi possível estabelecer uma ordenação dos usos prioritários do reservatório e seus afluentes.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Os reservatórios, na sua grande maioria, estão sendo utilizados com diversas finalidades, dentre elas a diluição e o afastamento de despejos industriais e domésticos, assim como também para a piscicultura. Estes usos são impactantes ao sistema hídrico do reservatório, sendo classificados como fontes pontuais de poluição.

Segundo Pereira (2006), a área de influência do reservatório da UHE Ilha Solteira apresenta alguns usos potencialmente poluidores que são os lançamentos de efluentes industriais, os lançamentos de esgotos domésticos e as pisciculturas.

De acordo com Mota (2003), o despejo de esgoto doméstico causa diversos danos ao ambiente aquático tais como: a redução do oxigênio dissolvido na água, a proliferação de organismos patogênicos, o assoreamento e a eutrofização. Os despejos de efluentes industriais, além de causar os danos já citados, podem causar mudanças na cor da água, espumas e aumento nos custos de tratamento de água (MOTA, 2003). Os efluentes da produção intensiva de peixes, que contêm alimento não consumido e resíduos fecais, contribuem para a poluição ambiental nos corpos hídricos, pois incrementam a sedimentação de materiais degradáveis e não degradáveis (NAYLOR *et al.*, 2000). Também, segundo Naylor *et al.* (2000), a descarga de grandes quantidades de resíduos nitrogenados, tais como amônia e nitrito, pode superar a capacidade de assimilação dos corpos receptores, levando a uma deterioração da qualidade de água.

As fontes difusas de poluição contribuem, ainda mais, para o aumento da carga poluidora direcionada ao reservatório, pois são distribuídas ao longo da superfície do solo por inúmeros agentes poluidores e afluem aos corpos de água geralmente pelas águas pluviais. A expansão da área cultivada com cana-de-açúcar (CANASAT, 2009) e da prática da agricultura irrigada (CETESB, 2001; CPTI, 2008) na região de influência do reservatório de Ilha Solteira tende a intensificar o carreamento de substâncias como defensivos e fertilizantes agrícolas para o corpo d'água e, conseqüentemente, acelerar o processo de eutrofização (CRUZ *et al.*, 2007).

No trabalho realizado por Vasílio (2006), que incluiu pontos de amostragem nas praias do reservatório, o autor verificou que o Índice de Qualidade da Água (IQA), padronizado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), em todos os pontos amostrados foram considerados com Qualidade Boa e Ótima.



Neste contexto, cria-se uma ambiguidade, uma vez que os atuais usos estão degradando a qualidade de recurso e tão logo poderão limitar os atuais e futuros usos da água do reservatório, como também da área do entorno, já que a região tem potencial turístico. Apesar do conhecimento dos diversos impactos causados no reservatório de Ilha Solteira, não há nenhuma proposta concreta para incentivar ou restringir determinado uso.

Nesse sentido, fica evidente a necessidade de estabelecer uma ordem de prioridade das principais utilizações do reservatório para servir como subsídio em processos de tomada de decisão. Objetivando isto, se propôs a utilização do método *AHP* estruturado em quatro critérios, dentre eles, a conservação da qualidade da água. Segundo Saaty (1990), o método *AHP* possibilita a decomposição de um complexo problema em uma estrutura hierárquica de vários níveis contendo objetivos, critérios, subcritérios e alternativas, simplificando o processo de tomada de decisão.

## 1.2 OBJETIVOS

A presente pesquisa teve por finalidade identificar os usos prioritários dos recursos hídricos do reservatório de Ilha Solteira e de seus afluentes, gerando, com isto, subsídios para o gerenciamento otimizado da área de influência do reservatório. Para atingir tal objetivo, as seguintes metas foram propostas:

- Estruturar um modelo de análise de decisão, baseado no método *AHP*, definindo as principais alternativas de uso do reservatório e os critérios para elucidar o quanto uma alternativa é preferencial à outra;
- Aplicar questionários, com o modelo já estruturado, aos decisores que são os responsáveis pela gestão dos recursos hídricos dos municípios na área de influência do reservatório;
- Comparar os resultados obtidos na situação inicial, quando se consideram os pesos dos critérios iguais, com os resultados obtidos quando se prioriza o critério “Conservação da qualidade da água”;
- Elaborar um diagnóstico com as prioridades de usos dos recursos hídricos locais, regionais e, por fim, definir a prioridade global na área de influência do reservatório.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO

Dentro das diferentes obras hidráulicas que podem ser criadas para alocação da água para diferentes usos, os reservatórios têm adquirido grande relevância ao longo da história.

Os reservatórios de acumulação são formados pelo barramento de um rio (STRASKABA; TUNDISI, 2000). Qualquer que seja o tamanho do reservatório ou a finalidade da água acumulada, sua principal função é a de regulador, objetivando a regularização da vazão dos cursos de água ou atendendo às variações da demanda dos usuários (LINSLEY *et al.*, 1978).

Esses ecossistemas artificiais, construídos principalmente para produção de energia elétrica, agora servem também para outros fins, tais como: conservação da água para uso público, pesca e aquicultura, lazer, turismo e irrigação. As fases de projeto, construção e operação de um reservatório, associadas aos múltiplos usos que este pode ter, são fatores que contribuem diretamente para o desenvolvimento regional (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2003).

Segundo Margalef (1983), reservatórios podem ser caracterizados como ambientes intermediários entre lótico (rio) e lântico (lago). Em um reservatório a taxa de renovação da água é menor que em um rio, porém maior que em um lago e as organizações, verticais de um lago e horizontais de um rio, assumem uma característica intermediária (MARGALEF, 1983). Tendo como princípio as características hidrodinâmicas dos reservatórios, Kimmel e Groeger (1984 *apud* STRASKABA; TUNDISI, 2000) distinguiram três zonas longitudinais distintas: zona lótica ou fluvial, zona de transição e zona lacustre ou lântica. O tamanho destas zonas horizontais varia de acordo com cada reservatório, dependendo de sua morfometria, tempo de detenção, estratificação térmica, estação do ano e localização geográfica (STRASKABA e TUNDISI, 2000).

Essas regiões se distinguem basicamente quanto à penetração de luz, disponibilidade de nutrientes, quantidade de sólidos em suspensão, fluxo e tempo de residência da água (KIMMEL; GROEGER, 1984 *apud* COQUEMALA, 2005). De acordo com Kimmel *et al.* (1990 *apud* IGRECIAS, 2009), estas zonas podem ser caracterizadas da seguinte maneira:

- Zona Lótica: apresenta alta vazão, baixo tempo de residência da água, alta disponibilidade de nutrientes, alta concentração de sólidos em suspensão, baixa penetração de radiação solar e fonte de matéria orgânica alóctone. É geralmente a região mais eutrófica do reservatório, tendo a produção primária limitada pela radiação;
- Zona de Transição: apresenta alta produtividade de fitoplâncton, redução da vazão, aumento do tempo de residência da água, redução do material em suspensão,

menor turbidez e maior penetração da radiação solar. Devido à disponibilidade de luz e nutrientes para a fotossíntese, essa pode ser considerada a região mais fértil do reservatório;

- Zona Lêntica: ocorre no baixo reservatório, próximo ao seu barramento, e geralmente tem o maior tempo de residência da água, sendo caracterizada pela menor concentração de nutrientes dissolvidos e de sólidos em suspensão, o que permite maior penetração da radiação solar. A produção primária é limitada pela concentração de nutrientes e esta é geralmente a região mais oligotrófica do reservatório.

Kennedy (1999) cita que a redução gradual de materiais sedimentares em suspensão e o subsequente aumento da transparência da água favorecem a produção de algas na zona de transição.

Nogueira (1991) ressalta que o tempo de residência pode estar subordinado às regras de operação da barragem, afetando diretamente os seguintes processos:

- a) reciclagem e acúmulo de nutrientes no sedimento e na água;
- b) crescimento do fitoplâncton, que requer 2 a 3 semanas;
- c) crescimento e desenvolvimento de macrófitas aquáticas;
- d) concentração e acúmulo de elementos químicos dissolvidos;
- e) o estado trófico do reservatório.

Em rios represados por hidrelétricas, a transformação para condições lênticas altera profundamente a hidrologia local. Com o barramento, a formação do novo ambiente leva à criação de novos habitats e à perda de outros, estabelecendo um novo ecossistema que reestrutura as comunidades bióticas (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

Para Müller (1995), a construção de barragens pode gerar uma zona de distúrbios ecológicos em função da formação do lago e consequentemente a fragilização das comunidades faunísticas na área de influência do empreendimento. A intensidade e a natureza desses impactos ocasionados pelos represamentos hidrológicos dependem das características da fauna local, dos padrões de migração e das estratégias reprodutivas de cada espécie (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

Mudanças hidrológicas e ecológicas associadas ao represamento têm contribuído substancialmente para a alteração na estrutura das comunidades de peixes (GILLETTE *et al.*, 2005). Após a construção de hidrelétricas, a diversidade de espécies diminui comparada a rios não regulados (MÉRONA *et al.*, 2005). Esta redução de espécies tem sido relacionada às condições fluviais, pois espécies de origem lótica tendem a não permanecer no reservatório, contribuindo para um predomínio daquelas que adaptam-se melhor às novas condições do ambiente lêntico (AGOSTINHO *et al.*, 2004 *apud* AGUIAR, 2008).

Quando se trata de reservatórios é de suma importância se conhecer a “área de influência”, a qual, segundo Sanchez (2006), é a região geográfica na qual são detectáveis os impactos de um empreendimento. A área de influência dos reservatórios pode ser dividida em área de influência direta e indireta.

A Área de Influência Direta corresponde à região sujeita aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento e a Área de Influência Indireta é aquela área real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos ocasionados pela instalação e operação do empreendimento (IBAMA, 2004).

O projeto da UHE Estreito, localizada no rio Tocantins entre os municípios de Estreito-MA e Aguiarnópolis-TO, que terá potencia instalada de 1.087 MW e um reservatório estimado em 590 km<sup>2</sup>, define como área de influência direta do empreendimento uma faixa de 7km no entorno do reservatório (CESTE e CNEC, 2002).

O Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental da UHE São José, que localiza-se no Rio Ijuí entre os municípios de Salvador das Missões-RS e Rolador-RS, com uma potência instalada de 51MW e um reservatório de aproximadamente 23,46 km<sup>2</sup>, determinaram a área de influência direta do empreendimento como sendo uma faixa contínua de 1.100 metros ao redor do reservatório (GEOLINKS, 2005 *apud* IJUÍ ENERGIA; ABG, 2010).

No caso específico para o reservatório da UHE Ilha Solteira, a CESP (2001 *apud* PEREIRA, 2006) definiu simplesmente “área de influência” como sendo aquela ligada à borda do reservatório que está principalmente relacionada aos problemas de manejo e uso dos solos, e se caracteriza por apresentar um trecho de 10 km ao longo das margens do reservatório.

## 2.2 USOS MÚLTIPLOS EM RESERVATÓRIOS

A discussão sobre o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos possui um caráter histórico, já que seu debate existe desde o início do século passado. Sua determinação legal surgiu já com o Código de Águas de 1934, em seu artigo 143, que estabelecia: “Em todos os aproveitamentos de energia hidráulica serão satisfeitas exigências acauteladoras dos interesses gerais: a) da alimentação das necessidades das populações ribeirinhas; b) da salubridade pública; c) da navegação; d) da irrigação; e) da proteção contra inundações; f) da conservação e livre circulação do peixe; g) do escoamento e rejeições das águas.” Porém, na época da elaboração do Código de Águas, o Brasil passava por uma intensa modificação, alterando a prioridade econômica de rural para industrial, o que necessitava de uma grande ampliação da geração elétrica. Neste cenário, surgiram as grandes hidrelétricas e os grandes reservatórios, objetivando somente a regularização energética.

Segundo Carrera-Fernandez (2000), até década de 1960, a política do Governo Federal dava total prioridade para a geração de energia elétrica em relação à todos os demais usos dos

recursos hídricos, não considerando nenhuma necessidade dos outros setores usuários. Ainda, segundo Carrera-Fernandez (2000.), somente a partir da década de 1960 outros setores usuários, como a irrigação, o abastecimento urbano e, em certa extensão, a indústria, começaram a se posicionar contra o tratamento assimétrico estabelecido pelo Governo Federal, o que fez aflorar no Brasil o princípio dos usos múltiplos.

De acordo com Cruz e Fabrizy (1995), os usos múltiplos de reservatórios são planos de aproveitamento de recursos hídricos projetados e operados para atender dois ou mais propósitos. O uso integrado de um reservatório pode, de uma certa forma, caracterizar melhor o conceito de desenvolvimento sustentável, pois se é fundamental a construção de um reservatório para determinada finalidade e este possibilita diversos tipos de uso, não se justifica usá-lo para um único propósito. O aproveitamento múltiplo é, ainda, uma forma de minimizar os diversos efeitos nocivos ao meio ambiente e à população onde está inserido o reservatório.

A múltipla utilização de reservatórios pode transformar consideravelmente a feição sócio-econômica de uma região. Dentre os setores que podem ser influenciados, os que mais se destacam, segundo a Companhia Energética de São Paulo (CESP, 1978), são os listados a seguir:

- a) agricultura (possibilidade de diversas formas de irrigação);
- b) educação e cultura (passeios ecológicos, educação ambiental);
- c) turismo e recreação (esportes náuticos, praias artificiais, clubes náuticos, etc);
- d) economia (além dos setores supracitados, que influenciam na economia, há também a possibilidade de pesca comercial, navegação e aquicultura).

Segundo Paiva (1982), pode-se considerar que a quantidade de usos possíveis das águas de um reservatório depende da área inundada e/ou do volume de acumulação de água, entretanto, mesmo quando não são expressos nos seus respectivos projetos, os grandes reservatórios sempre se prestam a múltiplos usos.

De acordo com Fernandes e Bursztyn (2008), além da geração de energia elétrica por meio dos aproveitamentos hidráulicos, outros possíveis usos das águas dos reservatórios de grandes hidrelétricas podem ser:

- a) abastecimento de água às populações ribeirinhas, centros urbanos ou industriais próximos;
- b) irrigação, com a possibilidade de abastecimento de grandes perímetros irrigados para agricultura;
- c) navegação, com a construção de eclusas entre as obras previstas para a barragem;
- d) recreação e turismo, com a delimitação de áreas para *camping*, clubes, restaurantes, hotéis e mesmo residências, desde que respeitem a área de proteção ambiental permanente com a faixa mínima de 100 metros (resolução do CONAMA número 004/85);
- e) agricultura de vazante;

- f) pesca artesanal, comercial e esportiva;
- g) piscicultura intensiva;
- h) atividades científicas.

Há, ainda, outros aproveitamentos que são feitos dos reservatórios que são o afastamento dos despejos e a atenuação de cheias.

Essas inúmeras utilizações possíveis aumentam a probabilidade de haver impactos no meio, podendo ocasionar problemas quanto à qualidade da água para determinado uso, visto que para cada tipo de utilização são feitas exigências quanto aos limites de impurezas na água. Segundo Santos e Barp (2006), alguns usos requerem elevados padrões sanitários, enquanto que outros usos limitam a presença de elementos que possam influir mais no aspecto estético. Assim, a qualidade desejada para determinado recurso hídrico vai depender dos usos para os quais o mesmo se destina. Os itens a seguir detalham as principais utilizações feitas nos reservatórios.

### **2.2.1 Geração de energia elétrica**

De modo geral, a construção de grandes reservatórios de água tem ligação direta com a produção de energia elétrica.

Segundo Cruz e Fabrizio (1995), a demanda de energia apresenta variação sazonal, sendo possível a flexibilidade da coordenação da produção de energia com outros usos da água.

De acordo com Mota (1995), deve-se ter um cuidado maior na operação de reservatórios para geração de energia elétrica com relação às impurezas presentes na água, visto que estas podem causar incrustações, corrosão ou outros danos às tubulações e turbinas. Entre as impurezas encontradas em reservatórios, merecem destaque os materiais em suspensão, as plantas aquáticas e o mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei* – *Mytilidae*), visto que estes podem afetar a geração de energia.

A energia elétrica gerada por CGHs (Central Geradora Hidrelétrica), PCHs (Pequena Central Hidrelétrica) e UHEs (Usina Hidrelétrica de Energia) corresponde a 67,2% do potencial total da matriz energética do Brasil. Cabe ressaltar que as UHEs analisadas separadamente correspondem a 64,3% do total gerado pela matriz de energia elétrica brasileira (BRASIL, 2010b).

## 2.2.2 Abastecimento

O abastecimento humano constitui o uso considerado como o mais nobre da água, pois dele depende a sobrevivência da raça humana (MOTA, 1995). De acordo com a Lei N.º 9.433 de 1997 (BRASIL, 1997.), em situações de escassez o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais. A água destinada ao consumo humano deve apresentar um padrão de qualidade elevado. Como precaução sanitária, o uso do reservatório pode ser restritivo quanto aos usos que possam deteriorar a qualidade do recurso, tais como piscicultura intensiva e lançamento de efluentes.

A variação na demanda de água para abastecimento durante o ano é menor do que a variação da demanda para irrigação, já que em períodos chuvosos praticamente não há necessidade de irrigação e em períodos de estiagem essa demanda aumenta exponencialmente. Porém esta demanda de água para abastecimento sofre um aumento no verão, época em que a população consome mais água. Em situações de gerenciamento de reservatórios para múltiplos usos, se deve levar em consideração o período de seca, onde a disponibilidade do recurso será menor.

A quantidade de água consumida por uma população depende de diversos fatores, entre os quais destacam-se: características da cidade, tamanho da população, existência ou não de abastecimento coletivo, clima, hábitos da população, instalações e equipamentos hidráulicos e sanitários dos imóveis, valor da tarifa, renda familiar, índices de industrialização, tipo de atividade comercial, entre outros (AZEVEDO NETTO *et al.*, 1998; LINSLEY *et al.*, 1978).

O consumo *per capita* das populações abastecidas com ligações domiciliares varia, com as faixas da população, de 100 a 300 litros por habitante por dia (FUNASA, 2004). O Quadro 01 apresenta os valores médios de consumo doméstico, comercial e industrial, público e as perdas do sistema para os EUA e para o município de São Paulo.

Quadro 01: Variação do consumo água de acordo com as diferentes classes de consumo

| Natureza do consumo           | Consumo nos EUA    |                    |                   |     | Consumo em São Paulo-SP SABESP (1990) |      |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----|---------------------------------------|------|
|                               | Mínimo (l/hab/dia) | Máximo (l/hab/dia) | Médio (l/hab/dia) | %   | Médio (l/hab/dia)                     | (%)  |
| <b>Doméstico</b>              | 57                 | 189                | 132               | 35  | 120                                   | 40,0 |
| <b>Comercial e industrial</b> | 38                 | 379                | 114               | 30  | 90                                    | 30,0 |
| <b>Público</b>                | 19                 | 57                 | 38                | 10  | 20                                    | 6,7  |
| <b>Perdas</b>                 | 38                 | 132                | 94                | 25  | 70                                    | 23,3 |
| <b>Total</b>                  | 152                | 757                | 378               | 100 | 300                                   | 100  |

Fonte: Azevedo Netto *et al.*, 1998

### **2.2.3 Irrigação**

A prática da irrigação tem sido fundamental para garantir o abastecimento de produtos agrícolas, já que determinadas regiões enfrentam longos períodos de estiagem. Entre os benefícios da irrigação pode-se citar: melhoria no desempenho financeiro de empreendimentos agrícolas e do padrão de vida de comunidades rurais, possibilidade de expansão da fronteira agrícola e diminuição do risco envolvido na atividade agrícola.

De acordo com Bassoi e Guazalli (2004), a irrigação utiliza cerca de 70% do consumo de água total no mundo. No Brasil são irrigados cerca de 3 milhões de hectares, sendo 455 mil hectares no estado de São Paulo, de acordo com dados oficiais (BASSOI; GUAZELLI, 2004). No entanto, sabe-se que a utilização de água para irrigação sem o devido registro é muito grande, o que aumenta consideravelmente esse valor. Borges Junior (2004) cita que o impacto mais expressivo relativo à agricultura irrigada é decorrente de sua alta demanda de recursos hídricos comparativamente a outros usos (consumo urbano, rural, industrial, etc), o que a torna a maior fonte potencial de problemas no tocante ao uso e conservação de recursos hídricos. Além da redução da disponibilidade hídrica, pelo fato da irrigação ser uma forma de uso consuntivo, outro impacto é referente à qualidade da água que retorna ao reservatório. Esta pode conter micro e macro nutrientes provenientes do solo local como pode conter também fertilizantes ou defensivos agrícolas aplicados nas culturas irrigadas (BASSOI; GUAZELLI, 2004; OENEMA; ROEST, 1998).

Carrera-Fernandez (2000) demonstrou em seu estudo que a utilização dos recursos hídricos pelo setor agrícola de irrigação comanda um valor econômico para a sociedade semelhante ao valor propiciado pela geração de energia elétrica. Ainda, segundo este autor, a agricultura irrigada poderia conviver harmonicamente com as usinas hidrelétricas.

O consumo expressivo da água na irrigação evidencia a importância de estratégias de planejamento, monitoramento e operação, visando garantir a disponibilidade de água para os múltiplos fins, em termos quantitativos e qualitativos (BORGES JUNIOR, 2004).

### **2.2.4 Navegação e transporte**

As hidrovias têm ocupado um importante papel nos planejamentos do Governo Federal, em alguns casos, representam fatores determinantes de desenvolvimento regional. Os investimentos no setor têm como objetivo o barateamento dos custos internos de transporte de forma a dar competitividade às exportações dos produtos nacionais.

Algumas vantagens do modal hidroviário de transporte:

- a) Usuário não-consuntivo da água;



b) Permite transportar grandes volumes de carga com baixo valor unitário por longas distâncias;

c) Consumo de energia relativamente pequeno;

d) Custo operacional relativamente baixo;

O Brasil conta com aproximadamente 37.420 km de rede hidroviária potencialmente navegável (BRASIL, 2009). Conforme dados de Tokarski (2007), as hidrovias que merecem destaque no Brasil são:

a) Hidrovia do Rio Madeira, com 1.056 km de extensão (Porto Velho-RO – Porto de Itacoatiara-AM). Em 2006 foi registrado um movimento de aproximadamente 3.400.000 toneladas.

b) Hidrovia Tietê-Paraná, com 2.400 km de extensão (São Simão-GO – Conchas-SP e Santa Maria da Serra-SP – UHE de Itaipu-PR). Em 2006 foi registrado um movimento de aproximadamente 3.944.000 toneladas.

c) Hidrovia Paraguai-Paraná, com 3.442 km (Cáceres-MT – Buenos Aires-Argentina). A parte brasileira da hidrovia conta com 1.278 km. Em 2006 foi registrado um movimento de mais de 15 milhões de toneladas, onde 3.426.800 toneladas foram nos terminais brasileiros.

d) Hidrovias do Sul, com 900km (trecho formado pelos rios Jacuí, Taquarí, Lagoa dos Patos, Lagoa Mirim e o Canal de São Gonçalo que as interliga). A movimentação no ano de 2006 foi de aproximadamente 2.430.000 toneladas.

Os impactos diretos na qualidade da água causados pela navegação são quase desprezíveis, sendo relatados problemas com a dragagem de manutenção do leito navegável, o risco de acidentes com cargas perigosas e a contaminação de águas por lançamento de dejetos ou vazamento de resíduos derivados do petróleo (AHIMOC, 2001 *apud* SANTANA; TACHIBANA, 2004). Outro impacto causado pelo movimento das barcas é com relação às ondas geradas que causam erosão e o assoreamento das margens (STRASKABA; TUNDISI, 2000).

### **2.2.5 Recreação e turismo**

A utilização de reservatórios para recreação acontece, geralmente, de forma casual, já que os reservatórios são construídos para outros tipos de aproveitamentos e acabam sendo utilizados também para o lazer.

As águas destinadas à recreação podem ser divididas em duas categorias:

1º) Aquelas que propiciam contato primário do indivíduo, ou seja, quando há contato direto e prolongado com a água, havendo o risco de ingestão da mesma (MOTA, 1995). Como exemplos podem-se citar: a natação, o esqui-aquático e o mergulho.

2º) Aquelas denominadas de contato secundário, quando o contato com a água é acidental (MOTA, 1995). Neste caso há pouca probabilidade de ingestão. O contato pode ocorrer com a prática de esportes náuticos tais como remo, vela ou ainda a pesca com anzol e rede.

A maioria dos surtos em água de recreação é resultante de acidentes fecais ou conexão cruzada em piscinas e a contaminação com restos animais, ainda não está bem documentada ou reconhecida, embora seja frequente a defecação, por animais domésticos e silvestres, em lagos, canais e outros corpos de água de recreação (GERBA; GERBA, 1995 *apud* FERREIRA, 2005).

Straskaba e Tundisi (2000) citam que nas áreas próximas aos reservatórios existem atividades que se enquadram na categoria “Recreação e turismo” com potencial de poluição, tais como áreas de segunda residência, acampamentos, pedestrianismo, pesca e piqueniques. Segundo os autores os possíveis impactos estão ligados aos resíduos sólidos e aos esgotos sanitários que estas atividades podem gerar.

Com relação às atividades que ocorrem na superfície do lago Straskaba e Tundisi (2000) destacam como possíveis impactos à qualidade da água do reservatório:

- Restos de pescado e sobras de material na atividade de pesca esportiva;
- Revolvimento de sedimentos de fundo pela natação;
- Esgotos sanitários, detergentes, resíduos sólidos, óleos e combustíveis provenientes do turismo náutico.

## 2.2.6 Aquicultura

Segundo Valenti (2002), a aquicultura é a produção de organismos com habitat predominantemente aquático, em cativeiro, em qualquer um de seus estágios de desenvolvimento. A piscicultura é uma das atividades que mais se destaca na aquicultura e concentra-se na produção de peixes marinhos ou de águas continentais.

A piscicultura de água doce, especialmente o cultivo de Tilápias (*Oreochromis niloticus*), em sistemas de tanque-rede instalados em grandes reservatórios vem constituindo-se numa alternativa viável para geração de empregos e renda. A forma de criação é do tipo intensiva, cujo resultado final é uma alta produtividade.

Na criação intensiva a qualidade da água será determinante para a seleção do local e da espécie, influenciando a viabilidade econômica, taxa de produção e fatores de mortalidade (BEVERIDGE, 1987 *apud* AYROZA, 2009).

Na criação em tanques-rede, a tilápia-do-nilo tem demonstrado maior desempenho comparativamente ao sistema tradicional, atingindo produtividade de até 300 kg/m<sup>3</sup>/ciclo (LOVSHIN, 1997 *apud* AYROZA, 2009). Os ciclos (entrada dos alevinos até a despesca) podem variar de 5 a 8 meses.

Desde a criação da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP), posteriormente transformada em Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), o Governo Federal desenvolve ações de estímulo à produção e ao consumo de peixes.

Nesse sentido a SEAP firmou um acordo com o Ministério do Meio Ambiente para que 1% das águas de reservatórios, como os de usinas hidrelétricas (aproximadamente cinco milhões de metros cúbicos), seja disponibilizado para a produção de pescado em tanque-rede, através da Instrução Normativa Interministerial n.º 8 de 26 de novembro de 2003 e do Decreto n.º 4.895 de 25 de novembro de 2003 (PREHL, 2006).

O MPA elaborou o Plano de Desenvolvimento Sustentável Mais Pesca e Aquicultura (2008-2011), que prevê para os próximos anos a demarcação e a entrega de títulos de cessão de águas da União em cerca de 40 reservatórios localizados em diversas regiões do País. Grande parcela dessas cessões enquadra-se na categoria “não onerosas” e destinam-se a pequenos produtores, em geral com baixo poder aquisitivo e muitas vezes com conhecimento técnico insuficiente para a produção piscícola (BRASIL, 2010c).

Os reservatórios de Ilha Solteira (SP/MS/GO/MG), Furnas (MG) e Três Marias (MG) já estão com os parques aquícolas implantados. Entre os reservatórios ainda em fase de implantação dos parques aquícolas merece destaque Serra da Mesa (GO), Lajeado (TO) e Sobradinho (BA).

Independente do tipo de cultivo, espécie utilizada ou local de implantação do sistema de criação, na aquicultura serão gerados diversos impactos ao ambiente (ELER; ESPÍNDOLA, 2006). Na produção em tanques-rede há liberação direta e contínua na água de metabólitos, restos de insumos alimentares e fezes. Segundo Guo e Li (2003), estes despejos causam os impactos mais significativos relacionados à piscicultura em tanques-rede que são o aumento nas concentrações de fósforo, nitrogênio e matéria orgânica, tanto na água quanto no sedimento. A realização de estudos de capacidade de suporte e zoneamento aquícola em locais onde se deseja implantar tanques-rede podem ajudar a evitar processos de eutrofização.

O caso do reservatório de Saguling, na Indonésia, onde a capacidade suporte foi excedida, merece destaque. Neste reservatório, devido à alta concentração de piscicultores, a produção de peixes em tanques-rede passou de 6.666 toneladas, em 1993, para 4.405 toneladas, em 1996 (COSTA-PIERCE, 1998). Neste período, por causa da queda na produção, houve migração de piscicultores para outros dois reservatórios localizados à jusante de Saguling (Cirata e Jatiluhur), que ficaram saturados de peixes, ultrapassando os limites de sustentabilidade.

### 2.3 QUALIDADE DA ÁGUA

Grande parte dos ecossistemas aquáticos recebe direta ou indiretamente cargas de elementos poluentes lançados no ar, no solo ou diretamente nos corpos d'água. Assim, a poluição causada pelo homem no meio ambiente através da introdução de substâncias orgânicas e inorgânicas, provoca efeitos devastadores, como mostra Meybeck e Helmer (1992):

- Prejuízo aos seres vivos;
- Perigo à saúde humana;
- Efeitos negativos as atividades aquáticas, como a pesca e o lazer;
- Prejuízo a qualidade da água com respeito ao uso na agricultura, indústria e outras atividades econômicas.

Segundo Meybeck e Helmer (1992), pode-se definir a qualidade de um ambiente aquático segundo a presença de substâncias inorgânicas ou orgânicas em diferentes concentrações e especiações e também a partir da composição e estrutura da biota aquática presente no corpo hídrico. O clima, o solo da região, o tipo de vegetação circundante, o ecossistema aquático e as atividades antrópicas influenciam diretamente na qualidade da água de determinado corpo hídrico.

Para Branco (1991), a expressão “qualidade da água” se refere a um padrão tão próximo quanto possível do “natural”, isto é, tal como se encontra nas nascentes, antes do contato com o homem.

Porto (2002) argumenta que existe uma enorme complexidade de fatores determinando a qualidade da água e que uma das maneiras de conceituação é associar a qualidade ao uso que se faz do recurso. Decorrendo desse fato, é que a qualidade da água passa do conceito de bom ou ruim para o conceito de adequada ou inadequada para determinados usos.

As características da água podem ser estabelecidas por parâmetros físicos, químicos e biológicos que compõem o recurso hídrico (TCHOBANOGLIOUS; SCHROEDER, 1987 *apud* PORTO, 2002). PORTO (2002) ressalta a importância de considerar a escala temporal e espacial quando se utiliza os indicadores de qualidade da água.

A quantidade e qualidade dos recursos ambientais e, em especial, dos recursos hídricos, são indissociáveis e devem estar presentes, com igual ênfase, nos planejamentos relacionados a recursos hídricos (FREITAS, 2005).

### 2.3.1 Gestão de recursos hídricos

Segundo Lanna (1995), a gestão ambiental é um processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um determinado espaço, para garantir a adequação dos meios de exploração dos recursos naturais às especificidades do meio ambiente, com base em diretrizes estabelecidas.

Lanna (1995) ainda salienta que a gestão ambiental é implementada por: I) Políticas Ambientais; II) Planejamento Ambiental; e III) Gerenciamento Ambiental. Através do planejamento ambiental, é estabelecida a adequação da utilização dos recursos naturais, o controle e a proteção do meio ambiente. Com o gerenciamento ambiental, regula-se na prática, o uso, o controle, a proteção e a conservação dos recursos naturais, estabelecidas pelas políticas ambientais.

De acordo com Souza (2000), no que se refere ao tema meio ambiente, o termo **gestão** assume um significado muito mais amplo, pois envolve um grande número de variáveis que interagem simultaneamente. Sendo assim, para gerenciar as atividades humanas sob o prisma da questão ambiental, não se pode perder a visão do todo, a integração entre as partes e o objetivo maior em que se insere a ação ou a atividade que está se desenvolvendo.

A gestão dos recursos hídricos é uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e diretrizes, ao preparo de documentos orientadores e normativos, à estruturação de sistemas gerenciais e à tomada de decisões que tem por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos (TUCCI, 1993).

Para Philippi Jr. e Martins (2005), a gestão dos recursos hídricos é um processo que inclui monitoramento e controle das fontes de poluição e da qualidade da água dos mananciais, propondo soluções preventivas e corretivas para a conservação das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, tendo em vista a proteção da saúde do homem e dos ecossistemas. Além disso, a gestão dos recursos hídricos procura propiciar o desenvolvimento de atividades sociais e econômicas em perfeito equilíbrio com a natureza.

O termo **conservação** é definido como a utilização de um recurso qualquer, de modo a se obter um rendimento considerado bom, garantindo-se, entretanto, sua renovação ou sua auto-sustentação. É o uso apropriado do meio ambiente, dentro dos limites capazes de manter sua qualidade e seu equilíbrio, em níveis aceitáveis (FEEMA, 1990 *apud* MOTA, 2003).

A promulgação da Lei 9.433 em 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (BRASIL, 1997), constitui o marco inicial de uma nova fase para a gestão dos recursos hídricos brasileiros. Nela estão cinco instrumentos essenciais à gestão das águas: o plano nacional de recursos hídricos, a outorga do direito de uso dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água, o enquadramento dos corpos d'água em classes de uso e o Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos, e os quatro organismos institucionais do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos: o Conselho Nacional de

Recursos Hídricos (CNRH), os comitês de bacias hidrográficas, as agências de água e as organizações civis de recursos hídricos.

Na elaboração da PNRH foram considerados diversos princípios para a gestão dos recursos hídricos: I) Adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento; II) A consideração dos usos múltiplos da água; III) O reconhecimento da água como bem finito e vulnerável; IV) O reconhecimento do valor econômico do recurso, entre outros.

## 2.4 CONFLITOS DE USOS

Os usos múltiplos das águas dos reservatórios de grandes hidrelétricas podem trazer possibilidades efetivas para o desenvolvimento socioeconômico local ou regional. Entretanto, como contradições ao desenvolvimento sustentável, além dos impactos já causados com a construção dos reservatórios, em muitas situações os usos múltiplos também podem criar possibilidades de conflitos e gerar uma série de impactos que podem comprometer a qualidade ambiental (FERNANDES; BURSZTYN, 2008). De acordo com Porto (1997), os conflitos ocorrem quando a utilização de recursos hídricos para determinada atividade ocasiona problemas a outros usos chegando, algumas vezes, a torná-los impossíveis.

O problema de disponibilidade da água entre os diversos usos e usuários de uma bacia hidrográfica pode ser minimizado quando prevalecem os seguintes fatores: o recurso é abundante, sua qualidade é compatível com a utilização requerida e sua oferta é garantida no espaço e no tempo. Além disto, deve haver um equilíbrio relativo entre estes atributos para que o problema de alocação não se torne complexo (ROBERTO; PORTO, 1999 *apud* VILAS BOAS, 2006). Quando esta situação de equilíbrio não ocorre, a sociedade terá que envidar esforços para gerenciar a oferta e a demanda do recurso e estabelecer, da melhor forma possível, uma situação harmônica.

Os conflitos, relacionados aos usos múltiplos das águas após a formação dos reservatórios, podem envolver não somente as empresas concessionárias do setor elétrico, mas atores diversos como as populações deslocadas pela formação dos reservatórios, movimentos ambientalistas e o poder público em nível federal, estadual e municipal (FERNANDES; BURSZTYN, 2008). Estes geram repercussões sobre a utilização da água e com consequências maléficas para o homem e para o meio ambiente. Assim, pode-se observar que há necessidade de uma utilização ordenada dos recursos hídricos, de modo a permitir o seu mais amplo aproveitamento (SANTOS; BARP, 2006). Logo, a tomada de decisões neste cenário se mostra de natureza multidisciplinar; envolve julgamentos de valores sócio-econômicos, ambientais e políticos; envolve, também, um maior número de atores cujas responsabilidades não são claras e apresenta muitos grupos de interesses com objetivos conflitantes. Portanto, qualquer decisão se torna um procedimento complexo.

Segundo Silva (2003), o processo decisório na gestão ambiental no Brasil ainda é precário, não obstante a legislação existente. O Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, criado pela Lei 9.433/1997, baseia-se nos comitês de bacias hidrográficas, que são instâncias com o propósito de assegurar caráter institucional permanente na gestão dos recursos hídricos, servindo de fórum para as principais deliberações (SILVA, 2003). Entretanto, tem sido usual até o presente momento que o prefeito ou pessoas de sua confiança atuem como representante do município no comitê de bacia hidrográfica. De modo geral, são indivíduos que não possuem qualificação adequada para deliberar sobre a questão da gestão dos recursos hídricos.

O processo de participação nessa gestão requer, por parte dos diferentes atores, a construção de estratégias específicas que garantam, por um lado, o reconhecimento da necessidade dessa participação e, por outro, as condições de proporcionalidade e equidade a que deverão estar sujeitos os setores e segmentos sociais que interagem com a água na bacia hidrográfica (SILVA, 2003). A existência de informações precisas, facilmente acessíveis, é essencial para que se promova a participação da sociedade nos processos de gestão ambiental, permitindo, com isto, identificar as atividades que geram problemas à gestão dos recursos hídricos em determinada região e uma mobilização mais eficaz para resolução do conflito (SILVA, 2003).

## 2.5 PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO

A teoria das decisões é um campo de conhecimento que pode ajudar na tomada de decisão em situações complexas ou de incerteza. Um problema de decisão geralmente atrai a atenção de grupos com interesses divergentes, onde se apresentam múltiplos objetivos e várias alternativas. Um decisor ou grupo de decisores poderá ter que fazer trocas, os *trade-offs*, adotando uma alternativa que abra mão de um objetivo menos valioso, em prol de outro mais valioso, segundo critérios pré-determinados de avaliação de alternativas. A totalidade das consequências de determinadas decisões pode não ser conhecida no início do processo. Adicionalmente, algumas alternativas de decisões assumidas podem levar a consequências irreversíveis, o que aumenta a responsabilidade de quem decide (KEENEY; RAIFFA, 1976 *apud* LUZ *et al.*, 2006). Decisões acerca de problemas ambientais têm estas características, pois carregam um grau de incerteza sobre os efeitos que as alternativas ou estratégias disponíveis acarretarão, em relação aos objetivos e critérios do problema.

A tomada de decisão deve buscar a opção que apresente o melhor resultado, a melhor avaliação, ou ainda, o melhor acordo entre as expectativas do decisor e as suas disponibilidades em adotá-la, considerando a relação entre elementos objetivos e subjetivos (SOARES, 2004).

Segundo Bana e Costa (1995 *apud* FERNANDES, 1996), a tomada de decisão é um sistema aberto, composto pelos atores (*stakeholders*), seus valores e seus objetivos. Os atores são identificados como facilitadores e decisores. O facilitador desempenha dois papéis: esclarecer o processo de avaliação e/ou negociação inerente à tomada de decisões, melhorando a comunicação entre os atores; e construir um modelo que considere os pontos de vistas dos atores e seus juízos de valores (HAMALAINEN *et al.*, 2001). Os decisores, por outro lado, são aqueles a quem foi moralmente ou formalmente delegado o poder de decisão, podendo intervir na construção e na utilização do modelo como ferramenta de avaliação (FERNANDES, 1996).

Nota-se, portanto, que a complexidade da tomada de decisão requer um tratamento qualificado e justifica a utilização de métodos de apoio à decisão. Sistemas de apoio à tomada de decisão não resolvem problemas, nem são destinados a fazê-lo. O seu objetivo é proporcionar discernimento e criatividade para auxiliar os decisores a tomar a melhor decisão (BELTON; STEWART, 2002; ROMERO; REHMAN, 2003 *apud* DE LANGE, 2006).

Dentre os métodos de apoio à decisão destacam-se os Métodos Multicritérios de Análise de Decisão (MMAD), que avaliam critérios que não podem ser transformados em valores financeiros e buscam apoiar o processo decisório com a recomendação de ações. Um método bastante utilizado para análise multicritério é o método *Analytical Hierarchy Process* (AHP), que se caracteriza por fazer uma descrição do problema hierarquizando atributos e utilizando uma escala de razão, usando comparações par a par (HOLZ, 1999).

### 2.5.1 Métodos Multicritérios de Análise de Decisão

Tradicionalmente, o planejamento dos recursos hídricos tem sido concebido considerando apenas princípios econômicos, ou seja, um único objetivo. Neste contexto, a Análise Custo/Benefício exercia adequadamente o papel de instrumento suficiente de análise. Porém, este modelo de planejamento simplificava as situações reais, mostrando-se incapaz de produzir os resultados esperados. Esta simplificação do cenário autêntico resultava em uma crescente degradação ambiental, prejuízos ao bem-estar social, aumento dos conflitos entre os diversos setores usuários da água e uma sucessão de crises econômicas (GONÇALVES *et al.*, 2003). Viu-se, portanto, a necessidade de desenvolvimento de novas técnicas e modelos que considerassem vários critérios, tais como os aspectos ambientais, estéticos, culturais, sociais, institucionais e políticos, além da abordagem econômica.

Durante a década de 1960 os métodos de análise multicritério tiveram um desenvolvimento significativo, surgindo várias escolas de pesquisadores, com várias técnicas novas e diferentes atitudes de apoio aos novos modos de tomar decisões. A Escola Americana, através da vertente *Multicriteria Decision Making* (MCDM) ou Tomada de Decisão a partir de



Múltiplos Critérios, enfatiza o processo decisório, onde o facilitador faz uma descrição do problema, com a utilização de proposições, e busca uma solução ótima com o auxílio de um modelo matemático. A Escola Européia, intitulada “*Multicriteria Aid for Decisions*” (MCAD) ou Apoio à Decisão por Múltiplos Critérios, é caracterizada por modelos que não são pré-determinados pelo facilitador, permitindo a subjetividade dos participantes, organizando a complexidade, sintetizando as recomendações e julgamentos de cada participante e, conseqüentemente, obtendo soluções que aperfeiçoam os valores do decisor (LIMA, 2003).

Os sistemas de análise de decisões multicritérios mostram a necessidade de julgamentos subjetivos, deixando, portanto, o processo de tomada de decisão mais transparente, forçando os decisores a, pelo menos, considerar as dificuldades no conflito em questão. A transparência neste processo é importante visto que auxilia a participação de decisores, especialmente nos casos em que as várias partes interessadas estão envolvidas, como ocorre no gerenciamento da partilha de recursos hídricos (DE LANGE, 2006).

Na Tomada de Decisão a partir de Múltiplos Critérios (*Multiple Criteria Decision Making* – MCDM), passou-se a identificar e selecionar os melhores cenários diante de um problema de decisão complexo que envolve diversos objetivos, muitas vezes conflitantes. A análise multicriterial permite a eficiente inclusão de aspectos de difícil mensuração, através de escalas e medidas adequadas para cada uma das novas variáveis que passam a ser admitidas no processo decisório. Assim, a aplicação da análise multicriterial é apropriada para comparar alternativas de projetos, políticas e cursos de ação e também para analisar projetos específicos, identificando seu grau de impacto global, as ações mais eficazes e as que devem ser modificadas (FERNANDES, 1996).

Com o surgimento da análise multicriterial, várias técnicas e ferramentas foram desenvolvidas neste setor e aplicadas as mais diversas atividades. Com a expansão das pesquisas nesta área evidenciou-se a criação de três linhas dentro do assunto Métodos Multicritérios de Análise de Decisão: os métodos de subordinação de síntese (*outranking*); os métodos de julgamentos interativos; e os métodos de agregação a um critério único de síntese.

#### **2.5.1.1 Métodos de agregação a um critério único de síntese**

A abordagem de critério único de síntese está, basicamente, ligada aos países de língua inglesa. Estes métodos assumem que as preferências dos decisores podem ser representadas por uma função única de utilidade ou de valor. Estas devem ser avaliadas pelo analista com o uso de modelos aditivos, multiplicativos, entre outros (GARTNER, 2001 *apud* VILAS BOAS, 2006). Roy e Vanderpooten (1997 *apud* GONÇALVES, 2001) citam como

métodos de agregação o método *UTA*, *PREFCALC*, *UTASTAR*, *MINORA*, *AHP* (*Analytic Hierarchy Process*) e o *MACBETH* (*Measuring Attractiveness by Categorical Based Technique*).

### **2.5.1.2 Métodos de subordinação de síntese ou outranking**

Os métodos de subordinação, também denominados métodos de sobreclassificação, são inspirados na Escola Européia. Estes métodos fundamentam-se na construção de uma relação de sobreclassificação que incorpora as preferências estabelecidas pelo decisor diante dos problemas e das alternativas disponíveis. O princípio subjacente à abordagem da subordinação de síntese é expresso pelo axioma de comparabilidade parcial, segundo o qual três situações fundamentais de preferência podem ser encontradas: incomparabilidade (R), preferência forte (P) e indiferença (I), e ainda, em algumas circunstâncias admite a preferência fraca (Q), que leva em conta casos de indecisão entre P e I (ROY, 1985 *apud* SCHMIDT, 1995). Nestes métodos consideram-se como dominadas as alternativas que são piores que as demais em um maior número de critérios.

Bana e Costa *et al.* (1999) citam como métodos de subordinação: *QUALIFLEX*, *ORESTE*, *MELCHIOR*, *PROMETHEE*, *TACTIC*, *N-TOMIC*, *ELECCALC*, *ELECTRE I*, *ELECTRE II*, *ELECTRE III* e *ELECTRE IV*.

### **2.5.1.3 Métodos de julgamentos interativos**

Nesse método, o processo de modelação das preferências consiste numa sequência de interações entre o analista e/ou um computador e o decisor e/ou diversos atores do processo de decisão, alternadas com fases de cálculo, em que o analista seleciona, de acordo com as respostas anteriores do decisor, uma alternativa que submete no diálogo seguinte à sua apreciação. No entanto, muitos métodos interativos apresentam o inconveniente de convergirem para uma solução independente ao decisor (SCHMIDT, 1995).

De acordo com Schmidt (1995) os principais métodos interativos são: o método Stem, os métodos de Geoffrion (1972), de Zionts e Wallenius (1976), de Steur (1986) e o de Vincke (1976).

## **2.5.2 A escolha do Método AHP**

A literatura pesquisada cita diversas vantagens do método AHP, tais como: consistência, lógica, transparência, facilidade de uso, quantidade de aplicações práticas, publicações científicas e disponibilidade de programa computacional para verificação dos resultados. De acordo com estes fatores, foi estabelecido que o método mais adequado é o *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Este método fundamenta-se principalmente na capacidade de trabalhar características como diversidade e complexidade de atores, critérios e ações,

considerando que a questão dos recursos hídricos não pode estar sujeita a decisões puramente técnicas, econômicas ou políticas.

O *AHP* possui várias características desejáveis para a decisão proposta, tais como (DE STEIGUER *et al.*, 2003):

- a) é um processo decisório estruturado que pode ser documentado e repetido;
- b) é aplicável a situações que envolvem julgamentos subjetivos;
- c) utiliza tanto dados quantitativos como qualitativos;
- d) prevê medidas de consistência das preferências;
- e) há uma ampla documentação sobre suas aplicações práticas na literatura acadêmica;
- f) seu uso é apropriado para grupos de decisão.

De acordo com Saaty (1990), o método *AHP* tem uma forma particular de identificação da inconsistência dos julgamentos, o que tem contribuído para a eficácia na definição de prioridades em processos de tomada de decisão.

Salomon *et al.* (1999) analisaram alguns trabalhos em que o método *AHP* foi comparado com os métodos *FDA* (*Fuzzy Decision Approach*), *ELECTRE* (*ELimination Et Choix Traduisant la REalité*), *TOPSIS* (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) e *ANP* (*Analytic Network Process*). Os resultados obtidos pelos diferentes métodos, na maioria das vezes, foram considerados similares e foram observadas vantagens da aplicação do *AHP* em todos casos, sendo este método recomendado por Salomon *et al.* (1999). Segundo Ghotb & Warren (1995 *apud* SALOMON *et al.*, 1999), o *AHP*, quando comparado ao método *FDA*, apresentou como vantagens forçar o decisor a pensar na decisão de uma maneira lógica (hierárquica) e possibilitar a verificação da consistência dos julgamentos. Santana (1996 *apud* SALOMON *et al.*, 1999) considerou que pelo fato do *AHP* assegurar a análise da consistência dos julgamentos este método se mostra mais confiável que o *ELECTRE* e o *TOPSIS*. No trabalho realizado por Salomon e Montevechi (1997 *apud* SALOMON *et al.*, 1999) buscou-se verificar qual era empresa líder no mercado de *fast-food* utilizando para isto os métodos *AHP* e *ANP*, sendo que o *ANP* apresentou um valor mais próximo do real<sup>1</sup>, porém ressalta-se que o *AHP* apresentou um valor semelhante, necessitando de uma menor quantidade de julgamentos.

O trabalho desenvolvido por Anagnostopoulos *et al.* (2005), utilizou o método *AHP* e o método *PROMETHEE* para auxílio na gestão das águas de dois reservatórios, na porção grega do Rio Nestos, conciliando abastecimento público, geração de energia elétrica e irrigação. Segundo Anagnostopoulos *et al.* (2005), a avaliação, baseada em critérios econômicos, sociais, ambientais e custos financeiros, mostrou que ambos os métodos apresentaram resultados semelhantes e satisfatórios, porém os autores mostram uma ligeira preferência para o método *AHP*.

---

<sup>1</sup> Valores reais obtidos pelas vendas em março de 1993 divulgados pelo *Market Share Reporter*.

Forman e Selly (2001) comentam que a aplicação da teoria em um programa de computador denominado *Expert Choice*, em 1983, determinou um rápido crescimento do número, da diversidade e da complexidade das aplicações do *AHP*. Em 1995, as publicações em jornais científicos já contavam com mais de 1.000 artigos e outras citações sobre *AHP*.

Atualmente, existem alguns programas de computador que permitem ao operador aplicar o *AHP*, entre eles, merecem destaque, o *Expert Choice*, o *Criterium Decision Plus*, o *Logical Decision*, o *AUTOMAN*, o *WinPre*, o *INPRE* e o *HIPRE 3+*.

## 2.6 ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

O *Analytic Hierarchy Process (AHP)* busca refletir o que parece ser um método natural de funcionamento da mente humana e segundo os autores Forman *et al.* (1987), Harker (1986), Harker e Vargas (1987), Saaty (1986), Saaty e Vargas (1987), Xu (1988), Golden *et al.* (1989), Saaty e Alexander (1989 *apud* SAATY, 1990) é uma teoria de medição.

Segundo Saaty (1990), quando aplicado na tomada de decisão este método auxilia uma decisão geral através da decomposição de um complexo problema em uma estrutura hierárquica de vários níveis contendo objetivos, critérios, subcritérios e alternativas. As preferências entre alternativas, no contexto de um atributo, se fazem por um processo de escolha baseada na lógica de comparação pareada (*pairwise comparison*), através de matrizes. A comparação aos pares é mais precisa e também introduz redundâncias de informação que aprimoram o processo (EHRLICH, 2004).

De acordo com Saaty (2004), o *AHP* é a maneira científica de fazer comparações, obtendo como resultado um valor de importância relativa atribuído ao relacionamento entre estes fatores, conforme uma escala pré-definida de prioridade. Esta escala de julgamentos indica predominância de um atributo sobre o outro, em relação à decisão a ser tomada (SAATY, 2008).

A aplicação do método pode ser dividida em três etapas: decomposição hierárquica, julgamentos comparativos e síntese das prioridades ou composição hierárquica.

### 2.6.1 Decomposição hierárquica

O método *AHP* possui a vantagem de permitir estruturar hierarquicamente qualquer problema complexo, com múltiplos critérios e múltiplos decisores. A etapa de estruturação ou decomposição do problema está intrinsecamente ligada ao processo de compreensão e aprendizagem do problema.

Nessa etapa o decisor divide o problema em uma hierarquia por elementos de decisão inter-relacionados. No topo da hierarquia fica o objetivo. Os níveis inferiores da hierarquia

contêm os critérios (propriedades através das quais as alternativas serão avaliadas). O último nível contém alternativas de decisões ou escolhas de seleção. Isto significa que elementos com características globais podem ser representados em níveis mais superiores, enquanto que outros que caracterizam especificamente o problema, em níveis mais de base.

A Figura 01 apresenta um exemplo de estrutura básica de uma hierarquia simples.

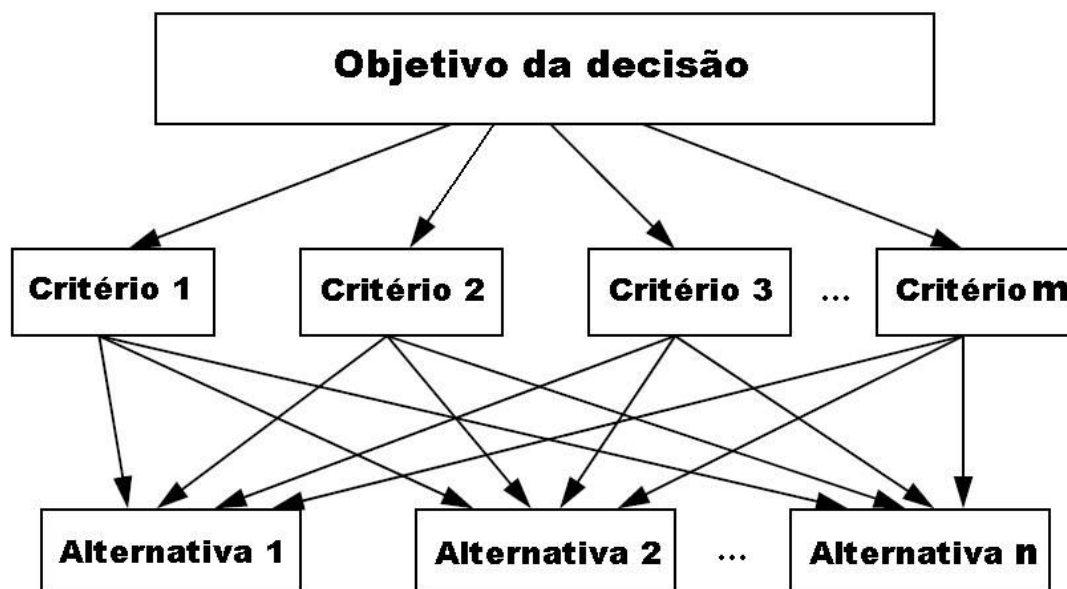


Figura 01 – Exemplo de estrutura hierárquica simples  
Fonte: Elaborado pelo autor

### 2.6.2 Julgamentos comparativos

O julgamento das alternativas é baseado em uma comparação por pares entre as alternativas considerando características objetivas (dados concretos e conhecimento) e subjetivas (intuição, criatividade, experiência pessoal). Estas comparações fornecerão as importâncias relativas (pesos) de cada atributo e alternativas (Quadro 02).

Quadro 02 – Escala fundamental para comparações par a par.

| Intensidade de Importância | Definição                        | Explicação                                                                       |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1                          | Igualmente importante            | Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo                            |
| 3                          | Moderadamente mais importante    | Experiência e julgamento favorecem levemente uma atividade sobre outra           |
| 5                          | Fortemente mais importante       | Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade sobre outra          |
| 7                          | Muito fortemente mais importante | Uma atividade é fortemente favorecida e sua dominância é provada na prática      |
| 9                          | Extremamente mais importante     | A evidência que favorece uma das atividades sobre outra é clara e inquestionável |
| 2, 4, 6, 8                 | Valores intermediários           | Quando se procura uma condição entre duas definições                             |

Fonte: Saaty (1991 *apud* SILVA, 2007)

A estrutura do *AHP* permite uma simplificação do número de comparações, isso devido a comparação recíproca. Ou seja, se  $A$  for  $x$  vezes mais preferível a  $B$ , então  $B$  é  $1/x$  vezes preferível a  $A$ . Comparando todos os critérios, obtém-se a matriz com as importâncias relativas de cada critério frente a outro. Numa comparação de  $n$  variáveis, teremos  $n(n-1)/2$  comparações pareadas. Um elemento é igualmente importante quando comparado com ele próprio, portanto, a diagonal principal da matriz consiste em números 1.

Os resultados das comparações par a par entre os níveis inserem-se numa matriz ( $M$ ) quadrada de referência, demonstrado por Pamplona (1999), onde o número na linha  $i$  e na coluna  $j$  dá a importância do critério  $C_i$  em relação à  $C_j$ , apresentando-se da seguinte forma:

$$M = \begin{vmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1j} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2j} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \dots & a_{3j} \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ a_{j1} & a_{j2} & a_{j3} & \dots & 1 \end{vmatrix}$$

Neste caso a matriz seria construída da seguinte maneira:

| Crítérios | C1         | C2         | C3         | ... | Cj       |
|-----------|------------|------------|------------|-----|----------|
| C1        | 1          | $a_{12}$   | $a_{13}$   | ... | $a_{1j}$ |
| C2        | $1/a_{12}$ | 1          | $a_{23}$   | ... | $a_{2j}$ |
| C3        | $1/a_{13}$ | $1/a_{23}$ | 1          | ... | $a_{3j}$ |
| ...       | ...        | ...        | ...        | 1   | ...      |
| Cj        | $1/a_{1j}$ | $1/a_{2j}$ | $1/a_{3j}$ | ... | 1        |

De uma maneira geral, matrizes de comparação devem ser consistentes, isto é, satisfazer a prioridade de transitividade, que significa que se  $i$  é preferível a  $j$  e  $j$  é preferível a  $k$ , então  $i$  é preferível a  $k$  satisfazer a prioridade de consequência, onde  $a(i,j).a(j,k) = a(i,k)$ , respectivamente.

A seguir é apresentado um exemplo simples de preenchimento de matriz de julgamento. Auxílio no processo de compra de um veículo, utilizando como base apenas o critério de consumo de combustível. São propostos três veículos, com as seguintes características: Veículo A = 15 km/L; Veículo B = 12 km/L e Veículo C = 10 km/L.

Matriz A

$$\begin{bmatrix} & A & B & C \\ A & 1 & 5 & 9 \\ B & 1/5 & 1 & 3 \\ C & 1/9 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

No caso da *Matriz A*, pode-se observar que o Veículo A é fortemente melhor que o Veículo B e extremamente melhor que o Veículo C. É importante observar que esta é apenas uma das matrizes que estariam envolvidas no processo de escolha do veículo. Num processo de compra de um veículo poderiam se destacar outros critérios, tais como: conforto, custo de manutenção, condições de pagamento e potência do motor.

### 2.6.3 Síntese das prioridades ou composição hierárquica

Depois de realizada a comparação par a par, efetua-se a normalização das matrizes, ou seja, deve-se dividir cada elemento da matriz pela soma total dos valores da coluna a que pertence, formando uma nova matriz. A soma de todos os elementos de cada coluna deve ser igual a 1. A seguir, é feita a média de cada linha da matriz normalizada, ou seja, somam-se todos os elementos da linha e divide-se pela ordem ( $n$ ) da matriz. O resultado é um vetor de prioridade que representa a preferência de cada alternativa em relação a um critério. Para cada critério haverá um vetor. Com os vetores encontrados na etapa anterior, deve-se construir uma matriz de prioridade ou matriz de preferência. As linhas constituirão as alternativas e as colunas os critérios.

Dependendo do objetivo pretendido pode ser construída uma matriz de comparação dos critérios e, então, realizar a comparação par a par. Após isto, é necessário fazer a normalização da matriz e a média de cada linha. O produto será um vetor que contém a média das preferências (peso) de cada critério.

O resultado final será obtido multiplicando a matriz de prioridades pelo vetor com os pesos dos critérios, denominado “Fator de ponderação”. Os pesos traduzem numericamente a importância relativa de cada critério, revelando as preferências dos decisores (PRATO, 2003 *apud* VILAS BOAS, 2006). O produto será um vetor que contém a quantificação final de cada alternativa. Assim, a alternativa com maior média ponderada será a prioritária.

Considerando a subjetividade dos julgamentos e que muito destes acabam apresentando inconsistência, o método *AHP* possibilita uma verificação da consistência dos julgamentos e estabelece um limite, a partir do qual os mesmos devem ser revistos. O autovalor ( $\lambda$ ) é a medida de consistência dos julgamentos. O método da análise hierárquica busca o autovalor máximo ( $\lambda_{\max}$ ). O cálculo do autovalor é feito pela multiplicação da matriz original de comparações pelo vetor coluna de prioridades da mesma matriz. O próximo passo é a divisão desse novo vetor encontrado pelo vetor coluna de prioridades, obtendo-se um novo vetor. Com este vetor resultante é feita a média desses elementos, resultando no valor de  $\lambda_{\max}$ .

Cabe lembrar que  $Aw = \lambda w$  e, que no AHP,  $Aw = \lambda_{\max} w$ . Logo, para o cálculo de  $\lambda_{\max}$ , utiliza-se a fórmula abaixo:

$$\lambda \max = \text{m\u00e9dia do vetor} \times \left( \frac{Aw}{w} \right)$$

Para se ter a consist\u00eancia de uma matriz positiva rec\u00edproca, seu autovalor m\u00e1ximo ideal deveria ser igual a  $n$  (ordem da matriz).

A Raz\u00e3o de Consist\u00eancia ( $RC$ ) \u00e9 obtida pela f\u00f3rmula:

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

Onde  $IC$  \u00e9 o \u00cdndice de Consist\u00eancia calculado pela f\u00f3rmula:

$$IC = \frac{(\lambda \max - n)}{(n - 1)}$$

Por outro lado, o \u00cdndice Rand\u00f4mico ( $IR$ ) \u00e9 um \u00cdndice aleat\u00f3rio, baseado na escala de compara\u00e7\u00f5es de 1 a 9. O c\u00e1lculo do  $IR$  foi realizado da seguinte maneira: para cada ordem de matriz foi constru\u00edda uma amostra com 100 matrizes. As entradas foram preenchidas randomicamente, sendo que as entradas da diagonal principal t\u00eam valor “1” e para cada posi\u00e7\u00e3o acima da diagonal foram colocados randomicamente valores inteiros de 1 a 9 ou seus rec\u00edprocos. Na posi\u00e7\u00e3o abaixo da diagonal foram colocados os seus rec\u00edprocos for\u00e7ados. A seguir as matrizes foram calculadas e encontrou-se a m\u00e9dia dos valores de  $IC$  para as 100 matrizes correspondentes a cada valor de  $n$ .

No Quadro 03, s\u00e3o apresentados os \u00cdndices Rand\u00f4micos propostos por Saaty (1991 *apud* SILVA, 2007).

Quadro 03 - Valores de  $IR$  para uso no c\u00e1lculo da rela\u00e7\u00e3o de consist\u00eancia

| Ordem da matriz ( $n$ ) | 1 | 2 | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|-------------------------|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| $IR$                    | 0 | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Fonte: Saaty (1991 *apud* SILVA, 2007)

Saaty (1980) recomenda que o valor m\u00e1ximo de inconsist\u00eancia seja de 10 %, ou seja,  $RC \leq 0,10$  (BHUSHAN; RAI, 2004). Caso contr\u00e1rio, os julgamentos devem ser reexaminados a fim de reduzir a inconsist\u00eancia at\u00e9 a faixa de aceita\u00e7\u00e3o, pois inconsist\u00eancia far\u00e1 com que o *AHP* n\u00e3o forne\u00e7a resultados significativos.

### 2.6.3.1 An\u00e1lise de Sensibilidade

A an\u00e1lise de sensibilidade \u00e9 usada para examinar se o modelo utilizado \u00e9 robusto atrav\u00e9s de altera\u00e7\u00f5es em seus par\u00e2metros. Esta an\u00e1lise tem o objetivo de mostrar as consequ\u00eancias nos resultados obtidas a partir de altera\u00e7\u00f5es nas vari\u00e1veis envolvidas.

Basicamente, a an\u00e1lise de sensibilidade \u00e9 verificada atrav\u00e9s da altera\u00e7\u00e3o dos pesos dos crit\u00e9rios. Estas mudan\u00e7as podem mudar a ordem de prioridade, fazendo com que a atual alternativa priorit\u00e1ria seja trocada por outra.



Portanto, se a ordem das principais alternativas é alterada com uma pequena variação em um determinado valor de julgamento, então o modelo de decisão é considerado sensível àquele peso. Com esta análise é possível saber como mudanças nos pesos dos critérios afetariam a decisão.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados nesse trabalho envolvem, inicialmente, a aquisição de dados do reservatório e de sua área de influência por meio de levantamento bibliográfico, onde foram pesquisados trabalhos acadêmicos, mapas temáticos, imagens de satélite, fotos aéreas da região e relatórios técnicos. Os dados preliminares envolveram o levantamento do uso e ocupação do solo, da qualidade da água e usos dos recursos hídricos do reservatório da UHE Ilha Solteira, realizando, assim, um diagnóstico físico e socioeconômico da região de influência deste reservatório.

De posse desses dados, foi realizada a estruturação do modelo, com a construção da hierarquia e, posteriormente, a elaboração dos questionários (em Apêndice) no intuito de identificar as preferências dos decisores em relação às alternativas, tendo como base o conjunto de critérios de avaliação.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A UHE Ilha Solteira possui uma potência instalada de 3.444 MW, produzida por 20 turbinas tipo Francis (CESP, 2009). A área da bacia hidrográfica do reservatório da usina de Ilha Solteira é de 375.460 km<sup>2</sup> e o seu maior afluente é o rio Paraná, que possui uma vazão média de 5.206 m<sup>3</sup>/s. O reservatório apresenta uma profundidade média de 17m e uma área inundada de 1.195km<sup>2</sup>. O comprimento do reservatório é de aproximadamente 70km (CESP, 2006).

O reservatório localiza-se em uma região com baixa densidade demográfica, tendo no setor primário sua principal atividade (CETESB, 2001). A área de estudo considerada neste trabalho agrega os municípios inseridos na área de influência do reservatório de Ilha Solteira, sendo assim os municípios localizados a jusante da barragem da UHE Ilha Solteira e a montante das barragens das UHEs Água Vermelha e São Simão não fazem parte do estudo.

Os municípios inseridos na área de influência do reservatório, assim como os dados referentes às populações e áreas estão discriminados no Quadro 04 e a Figura 02 apresenta a localização dos municípios.

Quadro 04 – Dados de população, área e índices sócio-econômicos dos municípios que estão inseridos na área de influência do reservatório de Ilha Solteira

|    | <b>Municípios</b>           | <b>População<br/>(habitantes)</b> | <b>Área (km²)</b> | <b>PIB per<br/>capita<sup>2</sup></b> | <b>IDH-M<sup>3</sup></b> |
|----|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| 1  | Ilha Solteira – SP          | 24.181                            | 659,38            | 41.629,50                             | 0,850                    |
| 2  | Aparecida d'Oeste – SP      | 4.577                             | 179,07            | 8.775,44                              | 0,759                    |
| 3  | Marinópolis – SP            | 2.114                             | 78,09             | 11.435,95                             | 0,74                     |
| 4  | Rubinéia – SP               | 2.546                             | 234,38            | 9.467,92                              | 0,788                    |
| 5  | Nova Canaã Paulista – SP    | 2.205                             | 124,09            | 12.675,22                             | 0,726                    |
| 6  | Três Fronteiras - SP        | 5.031                             | 152,7             | 9.536,90                              | 0,761                    |
| 7  | Santana da Ponte Pensa – SP | 1.654                             | 129,91            | 10.912,49                             | 0,753                    |
| 8  | Suzanápolis – SP            | 3.421                             | 327,89            | 16.914,10                             | 0,743                    |
| 9  | Santa Fé do Sul -SP         | 27.693                            | 208,24            | 15.945,30                             | 0,809                    |
| 10 | Mesópolis – SP              | 1.768                             | 149,71            | 13.458,51                             | 0,732                    |
| 11 | Santa Albertina - SP        | 5.042                             | 274,28            | 10.346,82                             | 0,784                    |
| 12 | Paranapuã – SP              | 3.614                             | 139,51            | 10.470,43                             | 0,775                    |
| 13 | Populina –SP                | 4.201                             | 315,43            | 11.995,58                             | 0,755                    |
| 14 | Santa Clara d'Oeste - SP    | 2.081                             | 183,4             | 9.554,08                              | 0,754                    |
| 15 | Santa Rita d'Oeste – SP     | 2.493                             | 210,26            | 12.608,19                             | 0,768                    |
| 16 | Ouroeste – SP               | 7.035                             | 287,55            | 59.545,09                             | 0,787                    |
| 17 | Pereira Barreto - SP        | 24.220                            | 979,96            | 18.955,90                             | 0,788                    |
| 18 | Sud Mennucci - SP           | 7.714                             | 590,68            | 14.519,70                             | 0,779                    |
| 19 | Aparecida do Taboado - MS   | 19.819                            | 2750,13           | 16.065,46                             | 0,763                    |
| 20 | Paranaíba –MS               | 38.969                            | 5402,78           | 12.058,09                             | 0,792                    |
| 21 | Selvíria - MS               | 6.413                             | 3258,65           | 12.814,19                             | 0,736                    |
| 22 | Itajá – GO                  | 5.409                             | 2091,39           | 11.150,04                             | 0,747                    |
| 23 | Itarumã – GO                | 5.338                             | 3433,62           | 14.789,08                             | 0,735                    |
| 24 | Caçu – GO                   | 10.892                            | 2251,1            | 12.568,20                             | 0,783                    |
| 25 | São Simão – GO              | 13.832                            | 414,05            | 93.866,98                             | 0,754                    |
| 26 | Santa Vitória – MG          | 15.492                            | 3002,82           | 13.618,22                             | 0,76                     |
| 27 | Limeira do Oeste – MG       | 6.492                             | 1317,51           | 17.559,61                             | 0,751                    |
| 28 | Carneirinho – MG            | 8.859                             | 2060,72           | 16.593,06                             | 0,763                    |
| 29 | Iturama - MG                | 31.495                            | 1401,24           | 16.292,68                             | 0,802                    |
|    | <b>Total</b>                | <b>294.600</b>                    | <b>32608,54</b>   |                                       |                          |

Fonte: Contagem da População IBGE (2007); Censo territorial IBGE (2002); Produto Interno Bruto dos Municípios IBGE (2008); PNUD (2000)

<sup>2</sup> Produto Interno Bruto Municipal per capita a preços correntes no ano de 2008.

<sup>3</sup> Índice de Desenvolvimento Humano Municipal no ano de 2000, que varia de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (total desenvolvimento humano).

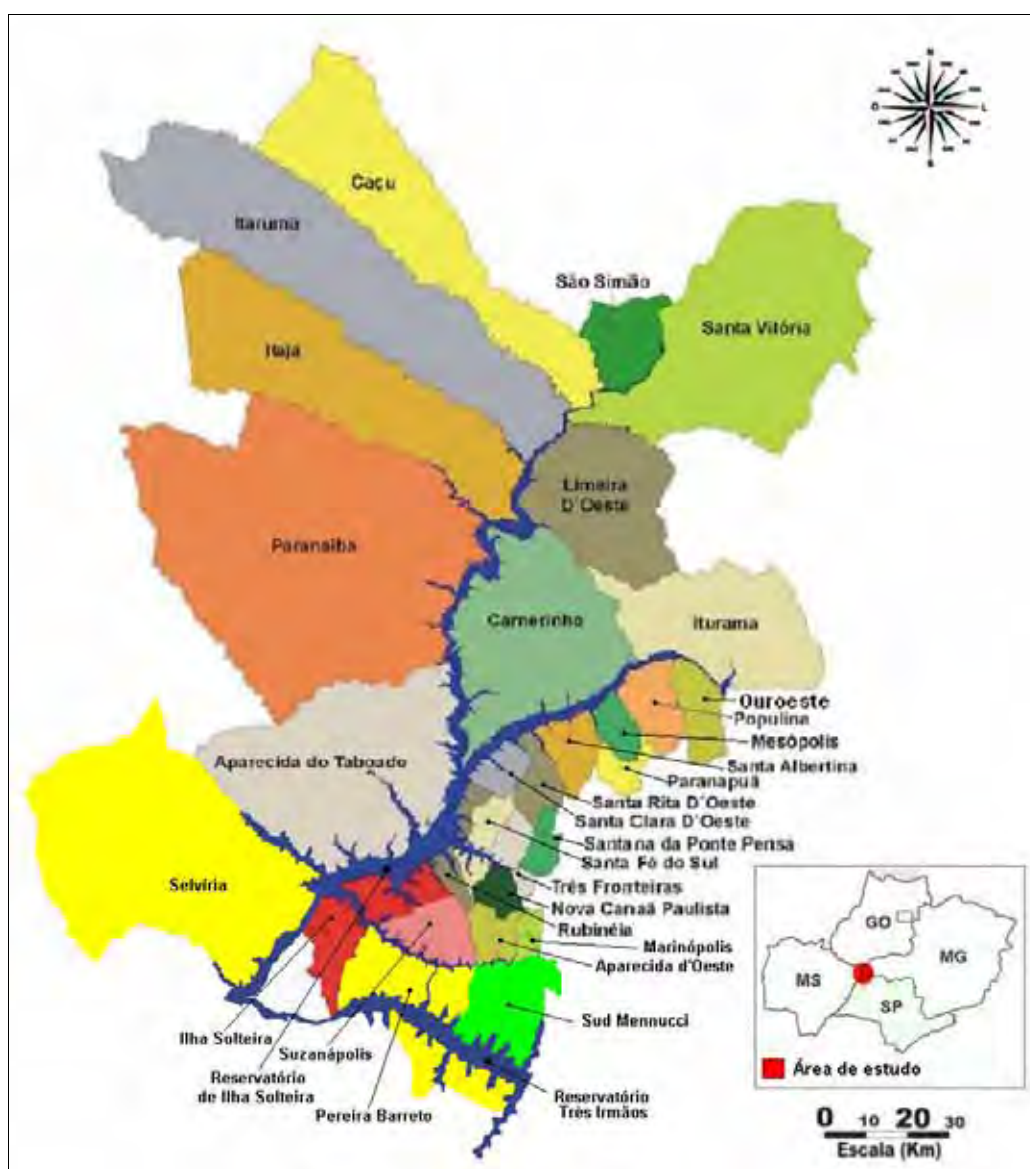


Figura 02 - Municípios localizados dentro da área de influência do reservatório de Ilha Solteira  
 Fonte: Modificado de CESP (2001 *apud* PEREIRA, 2006).

### 3.1.1 Hidrografia

Os principais rios que formam o reservatório de Ilha Solteira (Bacia do Rio Paraná) são o Paranaíba, o Grande, o Santa Quitéria, o Pântano, o São José dos Dourados e o Ponte Pensa, como pode ser observado na Figura 03.

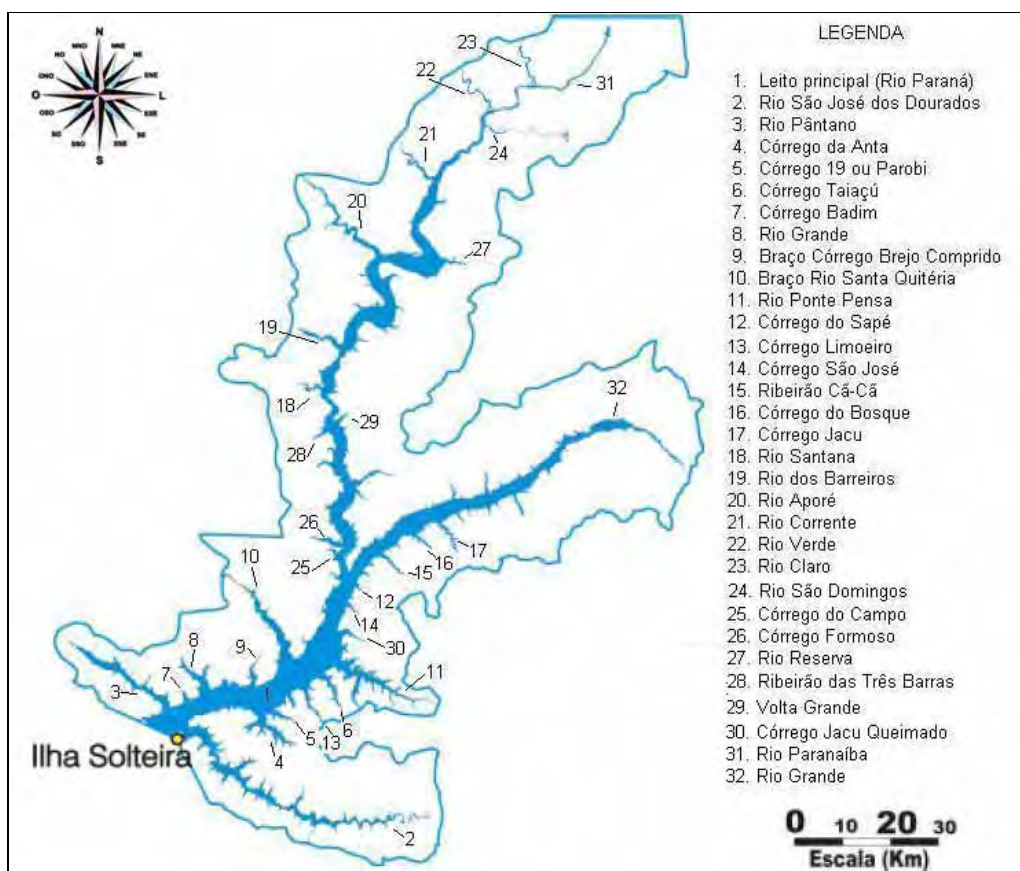


Figura 03 - Reservatório de Ilha Solteira e seus contribuintes

Fonte: VASÍLIO, 2006 (modificado).

No Rio São José dos Dourados encontra-se o Canal de Pereira Barreto, com 9600m de comprimento, que interliga os reservatórios de Ilha Solteira (Rio Paraná) e Três Irmãos (Rio Tietê), propiciando a operação energética integrada dos dois aproveitamentos hidrelétricos, além de permitir a navegação entre os tramos norte e sul da Hidrovia Tietê-Paraná (CESP, 2006).

Os municípios que se localizam na parte paulista da área de influência do reservatório se localizam em três Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), como pode ser visto no Quadro 05.

Quadro 05 – Municípios do Estado de São Paulo e suas unidades de gerenciamento

| UGRHI 15 - Turvo/Grande | UGRHI 18 - São José dos Dourados | UGRHI 19 - Baixo Tiête |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Mesópolis               | Ilha Solteira                    | Pereira Barreto - SP   |
| Santa Albertina         | Aparecida d'Oeste                | Sud Mennucci - SP      |
| Paranapuã               | Marinópolis                      |                        |
| Populina                | Rubinéia                         |                        |
| Santa Clara d'Oeste     | Nova Canaã Paulista              |                        |
| Santa Rita d'Oeste      | Três Fronteiras                  |                        |
| Ouroeste                | Santana da Ponte Pensa           |                        |
|                         | Suzanópolis                      |                        |
|                         | Santa Fé do Sul                  |                        |

### 3.1.2. Clima

De acordo com os dados reunidos por Hernandez (2007), onde são apresentadas temperaturas máximas, mínimas e médias de cada mês no período entre 1967 e 31 de julho de 2007 em Ilha Solteira – SP, o clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Segundo os dados de Hernandez (2007), neste período, a temperatura média do mês mais frio (Julho) é de 21,5 °C, a temperatura média do mês mais quente (Fevereiro) é de 26,7 °C, a média do total precipitado no mês mais seco é de 20 mm e a precipitação média anual é de 1259 mm.

O regime climático é controlado por quatro massas de ar: massa equatorial continental quente, massa tropical continental quente e seca, massa tropical atlântica e massa de ar polar do Atlântico sul (CINDIRU, 1995 *apud* PEREIRA, 2006).

### 3.1.3 Geologia

O reservatório de Ilha Solteira apresenta-se sobre o Arenito Bauru, que possui sedimento arenoso de granulação fina com teor de cimento calcário variando de zero a 20%. Quanto mais alto este teor, tanto mais duro e consolidado o arenito e tanto maior sua resistência ao impacto do clima úmido. A litologia predominante são os Arenitos, Lentes de Siltitos e Argilitos (IPT, 1997).

### 3.1.4 Geomorfologia

O reservatório de Ilha Solteira localiza-se na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, no Planalto Centro Ocidental onde verifica-se o predomínio de formas de relevo representadas, fundamentalmente, por colinas amplas e colinas médias, com topos aplainados. As altimetrias variam entre 300,0 e 600,0 m, e as declividades médias predominantes estão entre 10 e 20% (IPT, 1997).

### 3.1.5 Pedologia

Na área de estudo ocorrem os seguintes tipos de solos: Argissolos Vermelhos (PV), Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA), Latossolos Vermelho (LV) e Neossolos Quartzarênicos (RQ) (OLIVEIRA *et al.*, 1999 *apud* CPTI, 2008).

### 3.1.6 Uso e ocupação do solo

A região do entorno do reservatório foi incorporada ao processo produtivo através da expansão da lavoura cafeeira. A decadência do café trouxe como consequência a busca de outras culturas e a criação de gado (CETESB, 2001). Atualmente, predominam a atividade agropecuária, com ênfase no cultivo de cana-de-açúcar e de laranja, além de pastagens. A interdependência de setores que se integram e se complementam pode ser verificada pela presença de usinas de açúcar e álcool e curtumes (CETESB, 2008).

Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004-2007 (DAEE, 2006), a região da Bacia Hidrográfica do São José dos Dourados se destaca na produção de laranja, café, banana e uva e tem como principais atividades industriais as usinas de cana-de-açúcar e derivados, curtumes e frigoríficos.

A cobertura vegetal predominante que compõem os campos antrópicos é de porte herbáceo. Secundariamente, ocorrem pequenos fragmentos de mata nativa e reflorestamento (CPTI, 2008). A mata nativa é constituída, principalmente, por floresta estacional semidecídua e em alguns locais por campos de altitude e encaves de cerrado (SOS MATA ATLÂNTICA, 2007 *apud* CRUZ *et al.*, 2007).

A vegetação natural da área do estudo encontra-se amplamente degradada, ocupando cerca de 1 % do total da área de influência (PEREIRA, 2006). Segundo o Relatório Técnico desenvolvido pela CPTI (2008), a formação do reservatório de Ilha Solteira submergiu grandes áreas de mata ciliar.

A UGRHI São José dos Dourados apresenta o menor índice de vegetação natural do Estado de São Paulo, cerca de 2% de sua área, e não há unidades de conservação em seu território (DAEE, 2006). Na UGRHI Turvo/Grande, 3,9% de sua área total perfazem a área coberta por vegetação nativa (DAEE, 2006).

Segundo dados do IBGE do Censo Agropecuário de 2006, os municípios do estado de Goiás pertencentes à área de influência (Itajá, Itarumã, Caçu e São Simão) apresentam cerca de 63% do total de suas áreas ocupadas por pastagem e aproximadamente 13% ocupadas por matas e florestas. Entre os principais cultivos nesta área se destacam: a cana-de-açúcar, a soja, o milho, o arroz e a mandioca.

A parte da área de influência que se localiza no estado de Minas Gerais se insere em dois biomas: Cerrado e Mata Atlântica. Ao longo do processo de ocupação de Minas Gerais, amplas áreas de vegetação do Cerrado e Mata Atlântica foram substituídas por culturas

agrícolas e florestais ou transformadas para a implantação de atividades agropecuárias (COURA, 2006). O potencial de reservas de minério de ferro foi outro aspecto que fez com que a vegetação nativa fosse explorada como fonte de matéria-prima para carvoarias que abastecem o parque siderúrgico mineiro (COURA, 2006). Através da análise de imagens de satélite da área estudo dos anos de 2005, 2006 e 2008, fornecidas pela Digital Globe por intermédio do software Google Earth (2009), constatou-se que a vegetação nativa mineira se encontra reduzida a poucos fragmentos, sendo que as margens dos rios Grande e Paranaíba estão, em grande parte, ocupadas por atividades agropecuárias. Nesta área não há Unidades de Conservação e de acordo com dados da Associação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural e Outras Reservas Privadas de Minas Gerais (ARPEMG) do ano de 2007 há, na região em questão, apenas uma RPPN, no município de Santa Vitória (ARPEMG, 2009). A região de Iturama apresenta áreas onde ocorreu desmatamento da vegetação natural para a implantação da cultura da cana-de-açúcar e pastagens (THEMA, 2002).

Os principais cultivos presentes nessa área do estado de Minas Gerais, de acordo com dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2006), são: cana-de-açúcar, mandioca, amendoim, palmito, seringueiras (látex coagulado), arroz e o sorgo. Nesta região também merece destaque o cultivo de frutas, tais como: abacaxi, manga, laranja, limão, banana e melancia.

De acordo com Pereira (2006), os mais significativos remanescentes de cerrado estão localizados ao longo do Rio Aporé (área compreendida entre o Rio Grande e o Rio Quitéria), e ao longo do Rio do Pântano, todos localizados no estado do Mato Grosso do Sul. A margem direita do reservatório, área que pertence ao município de Aparecida do Taboado - MS, apresenta sua vegetação degradada, com ocupação antrópica em Área de Preservação Permanente (APP). Conforme dados da Associação de Proprietários de Reservas Particulares do Patrimônio Natural de Mato Grosso do Sul, a única RPPN na área de influência pertencente ao estado do Mato Grosso do Sul localiza-se no município de Aparecida do Taboado (REPAMS, 2008). Segundo dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2006), Aparecida do Taboado apresenta, aproximadamente, 56 % de sua área utilizada para pastagens e 12% são ocupadas por matas e florestas. De acordo com dados do IBGE (2008) a criação de gado bovino se destaca no município com cerca de 207.449 cabeças.

Conforme dados do Censo Agropecuário 2006, o município de Paranaíba-MS possui, aproximadamente, 67 % de sua área ocupada por pastagens (363.379ha) e 12% cobertos por matas e florestas (66.090ha). No município se destaca a criação de gado (484.373 cabeças) e, em menor quantidade, suínos e ovinos (IBGE, 2008). De acordo com o Censo Agropecuário 2006, o município de Selvíria-MS tem, aproximadamente, 59% de sua área ocupada por pastagens e 14% ocupada por vegetação natural (IBGE, 2006).

Nessa região do Mato Grosso do Sul, as áreas destinadas a lavouras permanentes se destacam pela produção de banana e de látex coagulado (seringueira) e nas áreas de lavouras



temporárias são cultivados arroz, cana-de-açúcar, feijão, milho, soja, sorgo e mandioca (IBGE, 2009a; IBGE, 2009b).

O levantamento realizado por Pereira (2006) comprova os dados acima, já que de acordo com o autor, o uso do solo na área de influência se caracteriza, principalmente, por áreas de pastagem, sendo caracterizadas, em geral, por solos degradados. Pereira (2006), constatou também a presença de culturas anuais, perenes e semi-perenes. Outro fator importante observado por Pereira (2006) foi o percentual relativamente grande de áreas apresentando o solo exposto, podendo ser justificadas como sendo áreas onde a colheita de lavouras temporárias estava sendo realizada, ou o solo estava sendo preparado para novo plantio.

O cultivo da cana-de-açúcar encontra-se em expansão na região de influência do reservatório de Ilha Solteira. De acordo com dados do projeto Canasat (2009), a área cultivada entre os anos de 2004 e 2005 aumentou exponencialmente nos anos 2008 e 2009, como pode ser observado no Quadro 06. Este fato poderá reduzir a vegetação natural remanescente e carrear para o reservatório substâncias poluidoras como defensivos e fertilizantes agrícolas e, consequentemente, acelerar o processo de eutrofização (CRUZ *et al.*, 2007).

Quadro 06 – Áreas cultivadas com cana-de-açúcar na região de influência do reservatório da UHE Ilha Solteira nos anos de 2004/2005 e 2008/2009.

| Município              | UF | Área cultivada (ha)<br>2004/2005 | Área cultivada (ha)<br>2008/2009 |
|------------------------|----|----------------------------------|----------------------------------|
| Aparecida d'Oeste      | SP | 326                              | 1210                             |
| Três Fronteiras        | SP | 0                                | 169                              |
| Ilha Solteira          | SP | 68                               | 10985                            |
| Marinópolis            | SP | 0                                | 0                                |
| Mesópolis              | SP | 0                                | 1254                             |
| Nova Canaã Paulista    | SP | 0                                | 163                              |
| Ouroeste               | SP | 1376                             | 4176                             |
| Paranapuã              | SP | 0                                | 290                              |
| Populina               | SP | 785                              | 7837                             |
| Rubinéia               | SP | 0                                | 1547                             |
| Santa Albertina        | SP | 0                                | 394                              |
| Santa Fé do Sul        | SP | 0                                | 29                               |
| Santa Clara d'Oeste    | SP | 0                                | 0                                |
| Santa Rita d'Oeste     | SP | 0                                | 0                                |
| Santana da Ponte Pensa | SP | 0                                | 0                                |
| Suzanópolis            | SP | 3759                             | 7798                             |
| Sud Mennucci           | SP | 8108                             | 14587                            |
| Pereira Barreto        | SP | 1682                             | 17601                            |
| Selvíria               | MS | 0                                | 1379                             |
| Aparecida do Taboado   | MS | 0                                | 26671                            |
| Paranaíba              | MS | 0                                | 6946                             |
| Itajá                  | GO | 0                                | 0                                |
| Itarumã                | GO | 0                                | 640                              |
| Caçu                   | GO | 0                                | 2253                             |
| São Simão              | GO | 0                                | 1334                             |
| Santa Vitória          | MG | 0                                | 4075                             |
| Limeira do Oeste       | MG | 0                                | 19089                            |
| Carneirinho            | MG | 0                                | 5276                             |
| Iturama                | MG | 0                                | 30902                            |
| <b>Total</b>           |    | <b>16104</b>                     | <b>166605</b>                    |

Fonte: Canasat (2009)

Santos e Castro (2009) citam como principais impactos decorrente da atividade sucroalcooleira o aumento da demanda de água para a usina e irrigação; a erosão e compactação associada ao manejo fortemente mecanizado; a acidificação e salinização de solos relacionada à deposição direta de vinhaça como resíduo ou ao seu uso como fertilizante por fertirrigação; a poluição de lençol freático e eutrofização de corpos líquidos, devido infiltração de vinhaça fertirrigada ou de lançamento direto, respectivamente.

Santos e Castro (2009) citam ainda a poluição de solo e recursos hídricos associada ao uso de defensivos agrícolas e a poluição do ar associada às queimadas, prática usual de preparo para a colheita da cana-de-açúcar.

### **3.1.7 Qualidade da água**

De acordo com o trabalho realizado por Leite e Matsumoto (2004), todos os seis pontos amostrados no reservatório de Ilha Solteira apresentaram Índice de Qualidade da Água com valores entre 51 e 79, o que significa uma Qualidade Boa.

Nos meses de fevereiro e julho de 2005, em seis pontos amostrados no reservatório de Ilha Solteira, o IQA apresentou-se com valores acima de 79 para todos os pontos, sendo classificado como “Ótimo” (MATSUMOTO *et al.*, 2006).

Vasílio (2006), em seu trabalho, realizou amostragens de água em três praias do reservatório de Ilha Solteira no município de Ilha Solteira, durante outubro de 2004 à outubro de 2005. De maneira geral, as praias apresentaram valores de IQA entre “Ótimo” e “ Bom” durante o período de estudo. Com uma análise geral das praias do reservatório de Ilha Solteira, a qualidade da água apresentou-se como “Ótima” em 84,68 % dos casos, e com qualidade “Boa” em 15,32% dos resultados. Estes valores demonstraram que as praias do reservatório de Ilha Solteira apresentaram boas condições para a recreação, contribuindo para o potencial turístico da região e para seu aproveitamento múltiplo.

O Rio São José dos Dourados (monitorado em seu trecho médio) apresentou qualidade Boa ao longo de todo o ano, tanto em relação ao IAP (Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público) quanto ao IQA (CETESB, 2008). Ressalta-se que nesta UGRHI não existe nenhum município com população superior a 50.000 habitantes, fato que contribui para a preservação de seus recursos hídricos.

No período compreendido entre novembro de 2006 e setembro de 2007, Igrecias (2009) realizou um monitoramento da qualidade da água em um trecho do Rio São José dos

Dourados<sup>4</sup>, verificando os IQAs como predominantemente Ótimos, apresentando a classificação “Boa” em alguns pontos analisados, principalmente no ponto 1, que encontra-se na transição entre rio e reservatório, recebendo influência direta da bacia hidrográfica.

De acordo com Igrecias (2009), o trecho monitorado foi classificado predominantemente como Oligotrófico pelo IET proposto por Toledo Jr. *et al.* (1983) e Mesotrófico pelo IET de Lamparelli (2004), apresentando um padrão de melhora no grau de trofia no sentido longitudinal do reservatório, com o melhor IET médio situado próximo à foz do Rio São José dos Dourados.

No entanto, alguns fatos preocupantes podem ser mencionados com relação ao uso da água e sua qualidade. No reservatório de Ilha Solteira foi detectada a presença do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei* – *Mytilidae*) e o crescimento excessivo de macrófitas aquáticas do gênero *Egeria spp.*, que se registra já há alguns anos (CETESB, 2008). Este fato tem suscitado medidas de controle por parte da Companhia Energética de São Paulo (CESP), inclusive com uso experimental de herbicidas (CETESB, 2008).

No trabalho desenvolvido por Sant’Anna e Azevedo (2000), pode-se observar a presença de *Microcystis aeruginosa* no reservatório de Ilha Solteira, assim como outras cianofíceas, tais como a *Anabaena circinalis* e *Anabaena spiroides*. Isto demonstra uma preocupação atual com o reservatório de Ilha Solteira pelo fato deste apresentar uma bacia hidrográfica extremamente ampla e com os mais diversos usos, sendo uma região em franca expansão rural e urbana, fatos estes que podem contribuir para uma elevada entrada de nutrientes ao sistema, culminando com o processo de florações de cianobactérias.

Outro fato a ser considerado é a ligação do reservatório de Ilha Solteira com o reservatório de Três Irmãos (Rio Tietê) pelo canal de Pereira Barreto, o que tem contribuído para uma elevada entrada de água com excesso de nutrientes para este sistema ainda com uma boa qualidade de água. Segundo KURATANI *et al.* (2001), foram adotados procedimentos para evitar a proliferação de plantas aquáticas no reservatório de Jupia, derivando dessa forma uma vazão pequena, mas constante do reservatório de Três Irmãos, para o canal de Pereira Barreto, chegando até o reservatório de Ilha Solteira por meio do Rio São José dos Dourados.

### **3.1.8 Situações preocupantes na área de influência do reservatório**

As situações mais impactantes encontradas na área de influência do reservatório de Ilha Solteira estão, principalmente, relacionadas aos problemas de manejo do uso dos solos, à falta de áreas de mata ciliar ao longo do reservatório, à contaminação do solo por resíduos sólidos, às áreas de mineração e à perda de cobertura vegetal, fazendo com que ocorram

---

<sup>4</sup> Trecho situado entre a divisa dos municípios de Sud Mennucci com Pereira Barreto até o município de Ilha Solteira, a cerca de 10km da foz do Rio São José dos Dourados.

processos erosivos e, conseqüentemente, o surgimento de locais propícios ao assoreamento (PEREIRA, 2006).

O lixo produzido nas cidades paulistas do entorno do reservatório da UHE Ilha Solteira, em sua maioria, é coletado e depositado em lixões sem nenhum tipo de tratamento. Os aterros, quando citados, se referem à simples prática de compactação e cobertura do lixo em períodos que variam de um a sete dias (CESP, 2001 *apud* Pereira, 2006).

De acordo com o Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo da CETESB (2001) a área apresenta usinas, destilarias, curtumes, frigoríficos e laticínios. No levantamento realizado por Pereira (2006) também foram identificados a presença de tanques-rede e áreas de segunda residência.

Os pontos amostrados nas Bacias dos Rios São José dos Dourados e Turvo/Grande pela CETESB (2001), indicaram a presença de lançamento de poluentes de origem doméstica e agropastoril.

Pereira (2006), em seu trabalho, observou a ausência de mata ciliar nos estados de Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, demonstrando que as bordas do reservatório nessas áreas estão praticamente destituídas de vegetação ciliar.

A bacia do Rio Paranaíba em Goiás é a região daquele estado que apresenta a maior densidade populacional e as maiores demandas para abastecimento doméstico e irrigação. Nesta região, praticamente todos os municípios lançam seus esgotos *in natura* (ANEEL, 2001 *apud* BRASIL, 2005).

Outro fato preocupante está relacionado ao baixo índice de coleta de esgoto no Estado de Mato Grosso do Sul. De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (MATO GROSSO DO SUL, 2010), a coleta de esgoto sanitário atinge somente 17% da população urbana total do Estado.

### **3.1.9 Usos do reservatório**

De acordo com o Relatório Técnico desenvolvido pela CPTI (2008), os usos múltiplos que ocorrem nos recursos hídricos do reservatório e sua área de influência são: recreação e turismo, agricultura irrigada, navegação, aquicultura e abastecimento. O Quadro 07 apresenta as categorias de usos e suas especificações.

Quadro 07 - Categorias de usos do reservatório e suas especificações.

| <b>Categoria de uso</b> | <b>Especificações</b>                                                             |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Recreação e turismo     | Esportes náuticos; pesca amadora, esportiva e profissional; ranchos de veraneios. |
| Agricultura irrigada    | Cítricos, uva, cana-de-açúcar, milho, café, tomate, feijão e pastagem.            |
| Navegação e transporte  | Barcos pequenos; Barcaças de cargas, em especial de cana-de-açúcar.               |
| Aquicultura             | Piscicultura em tanques-rede e tanques escavados.                                 |
| Abastecimento           | Dessedentação de animais; consumo humano.                                         |

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CPTI (2008); Pereira (2006).

De acordo com o Relatório da CETESB (2001), os recursos hídricos da região do entorno do reservatório são utilizados para abastecimento público e industrial, afastamento de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações.

Apesar dos altos valores de evapotranspiração essa é uma região de grande aptidão para o desenvolvimento de uma agricultura irrigada de alto nível, uma vez que o inverno não é rigoroso (HERNANDEZ, 1998 *apud* HERNANDEZ, 2007).

A bacia do rio Paranaíba em Goiás é a região daquele estado que apresenta um crescente número de projetos de piscicultura implantados ou em implantação (BRASIL, 2005). Segundo Hernandez (2007) o reservatório da UHE Ilha Solteira apresenta condições para o estabelecimento de um parque aquícola, onde a produção de peixe em cativeiro pode se consolidar em uma formidável alavanca para o desenvolvimento sócio-econômico de toda uma extensa região.

O transporte hidroviário realizado na hidrovía Tietê-Paraná, que compreende os rios Tietê e Paraná e trechos dos seus formadores, promoveu intenso desenvolvimento na região, dinamizando a infraestrutura econômica de sua área de influência (BRASIL, 2009). O Canal Pereira Barreto propicia o acesso hidroviário do tramo Paraná ao tramo Tietê (CESP, 2006). As principais cargas transportadas na Hidrovía Tietê - Paraná são: granel sólido (soja e outros), carga geral (cana-de-açúcar e outros) e granel líquido (álcool). A região apresenta diversos portos tais como: Porto Santa Albertina, Porto Santa Fé, Porto Almeida, Porto Itamaraty, Porto Presidente Vargas e o Porto R. Rodrigues.

Às margens do reservatório ocorrem atividades recreacionais e podem ser encontradas áreas de segunda residência (PEREIRA, 2006). Os municípios que se destacam neste tipo de utilização do reservatório são: Ilha Solteira, Santa Fé do Sul, Rubinéia, Três Fronteiras, Santa Albertina, Pereira Barreto, Mesópolis, Aparecida do Taboado e Paranaíba. No município de Santa Fé do Sul há o Parque Turístico Águas Claras. Em Três Fronteiras existe o Parque Ecoturístico Areia Branca. Em Ilha Solteira as atividades de lazer ocorrem nas praias Catarina, Marina e na área conhecida como Recanto das Águas. Estes locais apresentam grande importância na manutenção e desenvolvimento do turismo regional. Das atividades praticadas,

merecem destaque: esportes náuticos, recreação, pesca amadora e pesca profissional (CPTI, 2008).

### 3.2 CONSTRUÇÃO DA HIERARQUIA

A caracterização e o diagnóstico da área de influência propiciou o estabelecimento das alternativas mais viáveis e interessantes de utilização do reservatório.

Para realização dos julgamentos das alternativas foi necessária a definição de um conjunto de critérios, levando em consideração as características da região e a possibilidade de abordar múltiplos aspectos inseridos em uma alternativa de uso.

#### 3.2.1 Foco principal

A presente pesquisa objetivou a determinação de uma escala de prioridades de usos, definindo os mais interessantes e menos interessantes em cada município.

#### 3.2.2 Identificação dos decisores

Os responsáveis pela tomada de decisão foram os gestores do meio ambiente e/ou recursos hídricos dos governos municipais, que, possuíam amplo conhecimento do município e das atividades que, de alguma maneira, utilizam-se de água superficial.

#### 3.2.3 Identificação do Conjunto de Critérios

Os critérios são as propriedades, atributos, quesitos ou pontos de vista que serão referência para a avaliação do desempenho das alternativas. Nesta sub-etapa estabeleceu-se os critérios para a modelagem do problema, de tal forma que o modelo se aproximasse o máximo possível da realidade, com níveis mínimos de abstração. A Tabela 3.01 apresenta o conjunto dos critérios escolhidos.

Tabela 3.01 – Critérios escolhidos

| <b>Critério</b>                                | <b>Descrição</b>                                                                                                             |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Benefícios econômicos</i></b>            | Movimentação econômica causada por determinado uso do reservatório ou de seus afluentes.                                     |
| <b><i>Benefícios sociais</i></b>               | Melhorias na qualidade de vida da população ocasionadas por determinado aproveitamento do reservatório ou de seus afluentes. |
| <b><i>Aspectos operacionais</i></b>            | Analisar os aspectos de manutenção e de operação inerentes a uma alternativa de uso do reservatório ou de seus afluentes.    |
| <b><i>Conservação da qualidade da água</i></b> | Verificar a influência de determinada utilização do reservatório ou de seus afluentes na qualidade da água.                  |

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Vilas Boas (2006).

O critério “Benefícios econômicos” buscou refletir sobre a renda proveniente das oportunidades geradas por determinada utilização do reservatório. Como exemplo pode-se citar o aumento da produção agrícola com o uso da irrigação o que gera, consequentemente, incremento da economia local.

O critério “Benefícios sociais” teve por objetivo avaliar os benefícios sociais gerados pelas diversas alternativas propostas. Como, por exemplo, a utilização da água para recreação, que gera possibilidade de lazer e pode resultar na melhoria da qualidade de vida da população do município.

No critério “Aspectos operacionais” foram considerados os aspectos relacionados à operacionalidade de uma alternativa de uso, buscando avaliar o quanto a operação e manutenção de determinado uso é mais simples que o outro uso considerado. Como exemplo, pode-se citar as dificuldades encontradas para realização dos cultivos em tanques-rede, onde deve ser considerada a acessibilidade até o local.

Com o critério “Conservação da qualidade da água” buscou-se avaliar o quanto determinado uso da água impacta na qualidade deste recurso. Desde modo, com a consideração deste critério na aplicação do método AHP objetivou-se identificar, através das comparações par a par, o uso que mais degrada a qualidade da água. Pode se citar, como exemplo, o impacto causado pela piscicultura intensiva, quando se tem uma grande quantidade de tanques-rede concentrados em uma área, sem o estudo da capacidade de suporte do local.

Conforme o método AHP, a realização dos julgamentos das alternativas tendo como base os critérios aconteceu da seguinte forma:

- **Critério “Aspectos operacionais”** - Quanto maior o valor do julgamento, entre duas possibilidades de usos, maior será a facilidade de operação e manutenção do uso considerado mais importante;
- **Critério “Benefícios econômicos”** - Quanto maior o valor do julgamento, entre duas possibilidades de usos, maior será a quantidade de benefícios econômicos que o uso considerado mais importante instituirá na região do município;
- **Critério “Benefícios sociais”** - Quanto maior o valor do julgamento, entre duas possibilidades de usos, maior será a quantidade de benefícios sociais que o uso considerado mais importante instituirá na região do município;
- **Critério “Conservação da qualidade da água”** - Quanto maior o valor do julgamento, entre duas possibilidades de usos, menor será a degradação à qualidade da água que o uso considerado mais importante promoverá.

### 3.2.4 Identificação do Conjunto de Alternativas

Com a caracterização do reservatório foram definidas as alternativas de usos do reservatório, utilizando para isto os dados obtidos principalmente no trabalho de Pereira (2006) e no Relatório Técnico desenvolvido pela CPTI (2008). As opções selecionadas foram:

- Irrigação;
- Recreação e turismo;
- Aquicultura;
- Abastecimento e lançamento de efluentes;
- Navegação e transporte.

Como o reservatório da UHE Ilha Solteira foi construído com a finalidade primordial de geração de energia elétrica, o modelo proposto visou definir as modalidades de usos que seriam adequadas e compatíveis com a geração de energia.

Com relação às alternativas propostas no modelo, deve-se mencionar o equívoco ocasionado pela junção da alternativa “Abastecimento” com a alternativa “Lançamentos de efluentes”, que podem ser consideradas opostas e conflitantes. Porém, de acordo com os dados previamente coletados já era esperada a baixa prioridade para a alternativa “Abastecimento”, visto que a grande maioria dos municípios presentes na área de estudo utiliza água subterrânea em seus sistemas de abastecimento público. Deste modo, optou-se pela fusão das duas alternativas pelo fato de ambas estarem relacionadas ao segmento de saneamento. No entanto, enfatiza-se que, em futuras abordagens, seria a apropriado separar a alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” em duas alternativas distintas.

### 3.2.5 Estruturação Hierárquica

Nesta etapa elaborou-se a estrutura hierárquica, representada pela Figura 04, que buscou ilustrar como os elementos integrantes do modelo proposto se relacionam.



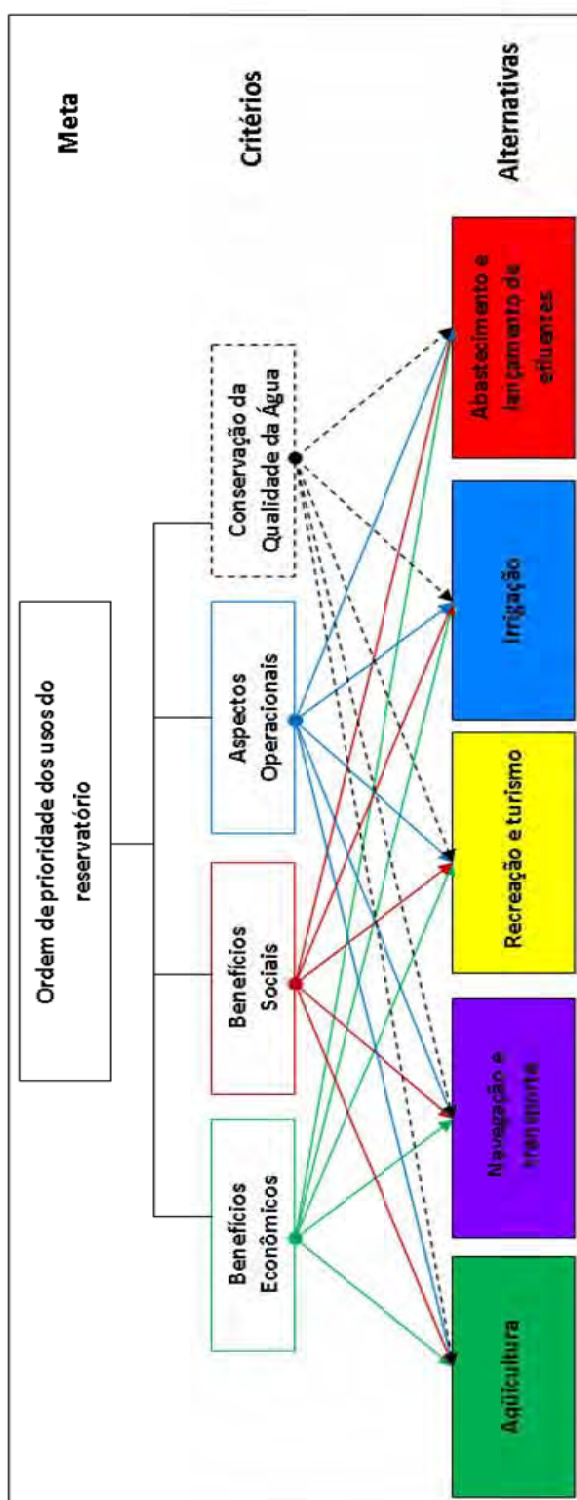


Figura 04 – Estrutura hierárquica do modelo

Fonte: elaborado pelo autor

### 3.2.6 Elaboração dos questionários

A próxima etapa consistiu na elaboração do questionário com base nas alternativas e critérios previamente definidos. O questionário foi estruturado segundo o Método *AHP*. Como o interesse foi comparar as alternativas de usos do reservatório, o questionário foi dividido em 5 partes, cada uma correspondendo a uma alternativa de uso. O questionário encontra-se no Apêndice A.

O questionário foi elaborado com questões fechadas ou objetivas (uma única resposta entre várias opções possíveis), formuladas em um modelo tipo escala de julgamentos de valores. Nesta proposta foram utilizadas questões usando uma escala ligeiramente diferente da utilizada no modelo de Saaty (1991 *apud* SILVA, 2007). A escala numérica apresentada no questionário pode ser vista no Quadro 08.

Quadro 08 - Escala numérica utilizada para obtenção das respostas

| Intensidade de Importância | Definição                        |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1                          | Igualmente importante            |
| 3                          | Moderadamente mais importante    |
| 5                          | Fortemente mais importante       |
| 7                          | Muito fortemente mais importante |
| 9                          | Extremamente mais importante     |

Fonte: Modificado de Saaty (1991 *apud* SILVA, 2007)

Esta escala modificada possibilitou ao avaliador emitir os seus julgamentos de uma forma bastante simplificada, evitando valores de importância que poderiam causar dificuldades de avaliação. Isto explica a exclusão dos valores 2, 4, 6 e 8 da escala proposta por Saaty (1991).

### 3.2.7 Aplicação dos questionários

Após a elaboração dos questionários efetuou-se uma pesquisa detalhada junto a órgãos públicos, por meio de ligações telefônicas, sítios na internet, documentos de reuniões de comitê de bacias hidrográficas, possibilitando, com isto, abordar o indivíduo mais preparado para efetuar o preenchimento do questionário em cada município a ser avaliado. Após esta etapa, realizava-se o contato com o indivíduo selecionado e era feita uma explanação sobre o projeto.

Entre os meses de Dezembro de 2009 e Junho de 2010, os questionários foram encaminhados por correio eletrônico juntamente com uma carta de apresentação (em

Apêndice), contendo uma explicação da pesquisa e fornecendo instruções para o preenchimento.

No projeto foi estabelecido contato com os 29 municípios pertencentes à área de influência do reservatório, porém, 11 decisores escolhidos, que se comprometeram com o projeto no contato inicial, não responderam ao questionário. Sendo assim, obteve-se respostas de 18 municípios. Destes, 13 municípios são do Estado de São Paulo, 3 são do Estado de Goiás. Mato Grosso do Sul e Minas Gerais contabilizaram apenas 1 município que retornou o questionário respondido. A Tabela 3.02 apresenta a relação dos decisores de cada município.

Tabela 3.02 – Relação dos respondentes

| Município              | UF | Nome                              | Órgão                                                              | Formação             |
|------------------------|----|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Sud Mennucci           | SP | Marcos Izumi Okajima              | Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Social                   | Engenheiro Agrônomo  |
| Santa Clara D'oeste    | SP | Jorge Antonio da Cruz             | Casa da Agricultura                                                | Engenheiro Agrônomo  |
| Populina               | SP | Lucas Fernando Simão              | Casa da Agricultura                                                | Engenheiro Agrônomo  |
| Aparecida d'Oeste      | SP | Nedson Aparecido Ignácio da Silva | Casa da Agricultura                                                | Engenheiro Agrônomo  |
| Santa Albertina        | SP | Osmar Guimarães                   | Casa da Agricultura                                                | Engenheiro Agrônomo  |
| Suzanópolis            | SP | Grasiane Evaristo Presotto        | Departamento de Agricultura Abastecimento e Meio                   | Engenheiro Agrônomo  |
| Pereira Barreto        | SP | César Gustavo da Rocha Lima       | Secretaria Municipal de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente | Geógrafo             |
| Ilha Solteira          | SP | João de Oliveira Machado          | Departamento Municipal de Agronegócios, Pesca e Meio Ambiente      | -                    |
| Santana Da Ponte Pensa | SP | Dilma Ono                         | Casa da Agricultura                                                | Engenheira Agrônoma  |
| Paranapuã              | SP | Márcia Rosana Fugita Bóis         | Casa da Agricultura                                                | Engenheira Agrônoma  |
| Rubinéia               | SP | Silvano Renato Gonçalves          | Casa da Agricultura                                                | -                    |
| Santa Fé Do Sul        | SP | Thaís Frigeri                     | Casa da Agricultura                                                | Engenheira Agrônoma  |
| Três Fronteiras        | SP | Suzana Eda Vila Rios              | Casa da Agricultura                                                | Engenheira Agrônoma  |
| Selvíria               | MS | Adilson Silva Bahia               | Fundação Municipal do Meio Ambiente e Turismo                      | Engenheiro Ambiental |
| Caçu                   | GO | Joaquim Antonio de Melo Rezende   | Secretaria Municipal de Agricultura                                | -                    |
| Itarumã                | GO | Beatriz Severino de Oliveira      | Secretaria de Meio Ambiente                                        | -                    |
| São Simão              | GO | Jaine Botelho Barbosa             | Superintendência Municipal de Meio Ambiente                        | Gestora Ambiental    |
| Limeira do Oeste       | MG | Nilander dos Reis Santos Cardoso  | Emater-MG                                                          | -                    |

### 3.2.8 Análise dos julgamentos

Os julgamentos foram realizados através de uma multiplicidade de comparações par a par, o que gerou os dados para a construção do modelo. Logo, a redundância destas comparações aos pares eleva a precisão da análise. Os julgamentos foram sintetizados em duas situações ou casos distintos:

- **Primeiro Caso:** na síntese dos julgamentos os pesos dos critérios foram considerados iguais, ou seja, como o fator de ponderação (FP) será o mesmo para os 4 critérios, se tem que:

$$FP = \frac{1}{N.^{\circ} \text{ de critérios}} \therefore FP = 0,25;$$

- **Segundo Caso:** na síntese dos julgamentos o critério “Conservação da qualidade da água” recebeu peso maior, sendo que os outros três critérios se mantêm com pesos iguais.

A atribuição de peso ao critério “Conservação da qualidade da água” foi realizada com o auxílio do método *AHP*, baseado na conforme a matriz apresentada na Tabela 3.03.

Tabela 3.03 – Atribuição de pesos aos critérios

|                                         | Conservação da qualidade da água | Aspectos operacionais | Benefícios econômicos | Benefícios sociais |
|-----------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Conservação da qualidade da água</b> | <b>1</b>                         | 3                     | 3                     | 3                  |
| <b>Aspectos operacionais</b>            | 1/3                              | <b>1</b>              | 1                     | 1                  |
| <b>Benefícios econômicos</b>            | 1/3                              | 1                     | <b>1</b>              | 1                  |
| <b>Benefícios sociais</b>               | 1/3                              | 1                     | 1                     | <b>1</b>           |

RC = 0,00

Deste modo, o fator de ponderação para este caso ficou 0,5 para o critério “Conservação da qualidade da água” e 0,167 para os demais critérios, ou seja, para o segundo caso, o critério “Conservação da qualidade da água” recebeu peso 3 em relação aos demais critérios.

Os cálculos dos valores de prioridade de cada município e da razão de consistência das matrizes foram realizados por meio de planilha eletrônica. Nos casos onde a razão de consistência foi maior que 0,1 os julgamentos foram reexaminados a fim de reduzir a inconsistência até a faixa de aceitação.

### 3.2.9 Análise da decisão

A ordem de prioridade das alternativas foi estabelecida com base no desempenho médio em todos os critérios considerados. O modelo proposto propiciou a obtenção dos valores de prioridade (índices de preferências) de cada município.

Para a verificação dos resultados realizou-se uma análise investigativa da área de estudo com a utilização de relatórios técnicos, cartas temáticas, imagens aéreas e de satélite, planos de bacias hidrográficas, informações obtidas nas prefeituras e trabalhos publicados sobre a área de estudo.

Além disso, foram utilizados dados do IBGE, Ministério da Pesca e Aquicultura, Projeto LUPA (CATI), Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (PEMH/CATI), Projeto CANASAT (INPE), DAEE, IGAM, Sabesp, Sanesul e Administração da Hidrovia do Paraná (AHRANA). Em alguns casos foi necessária a utilização dos softwares AutoCAD 2007, Google Earth 4.2 e Excel 2007.

A localização geográfica e as semelhanças entre as preferências dos municípios possibilitaram a constatação de usos da água de interesse regional.

A análise de sensibilidade, realizada com a definição de um peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água”, quando comparada com a situação onde os critérios têm pesos iguais, possibilitou a mensuração da influência da qualidade da água na tomada de decisão.

## 4 RESULTADOS

Os resultados obtidos com os 18 municípios foram separados de acordo com os estados (SP, MS, GO e MG). As respostas fornecidas geraram, para cada município, 4 matrizes individuais de comparação, ou seja, uma matriz para cada critério.

### 4.1 ESTADO DE SÃO PAULO

#### 4.1.1 Aparecida d'Oeste

O município de Aparecida d'Oeste apresentou como usos significantes as seguintes utilizações:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes.

Os julgamentos realizados pelo decisor por meio do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 3, como pode ser observado na Tabela 4.01. A Tabela 4.01 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.01 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Aparecida d'Oeste-SP

| <b>Matriz 1A: RC=0,06</b><br><i>"Benefícios econômicos"</i>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
|------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------------|
| Irrigação                                                              | 1                | 5                    | 7                        |
| Recr./Turismo                                                          | 1/5              | 1                    | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/7              | 1/3                  | 1                        |
| <b>Matriz 1B: RC=0,06</b><br><i>"Benefícios sociais"</i>               | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                              | 1                | 5                    | 7                        |
| Recr./Turismo                                                          | 1/5              | 1                    | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/7              | 1/3                  | 1                        |
| <b>Matriz 1C: RC=0,03</b><br><i>"Aspectos operacionais"</i>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                              | 1                | 1/5                  | 1/3                      |
| Recr./Turismo                                                          | 5                | 1                    | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 3                | 1/3                  | 1                        |
| <b>Matriz 1D: RC=0,06</b><br><i>"Conservação da Qualidade da água"</i> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                              | 1                | 1/3                  | 5                        |
| Recr./Turismo                                                          | 3                | 1                    | 7                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/5              | 1/7                  | 1                        |

Uma vez que os cálculos foram efetuados e os índices de inconsistência ficaram dentro dos parâmetros sugeridos pelo modelo, os vetores de prioridade foram ponderados utilizando-

se, primeiramente, pesos iguais e, posteriormente, pesos diferentes. Deste modo, foram obtidos os níveis de preferência das alternativas para cada um dos critérios do problema (índice de preferência relativa), como pode ser visualizado na Figura 05, onde são considerados todos os critérios com pesos iguais.

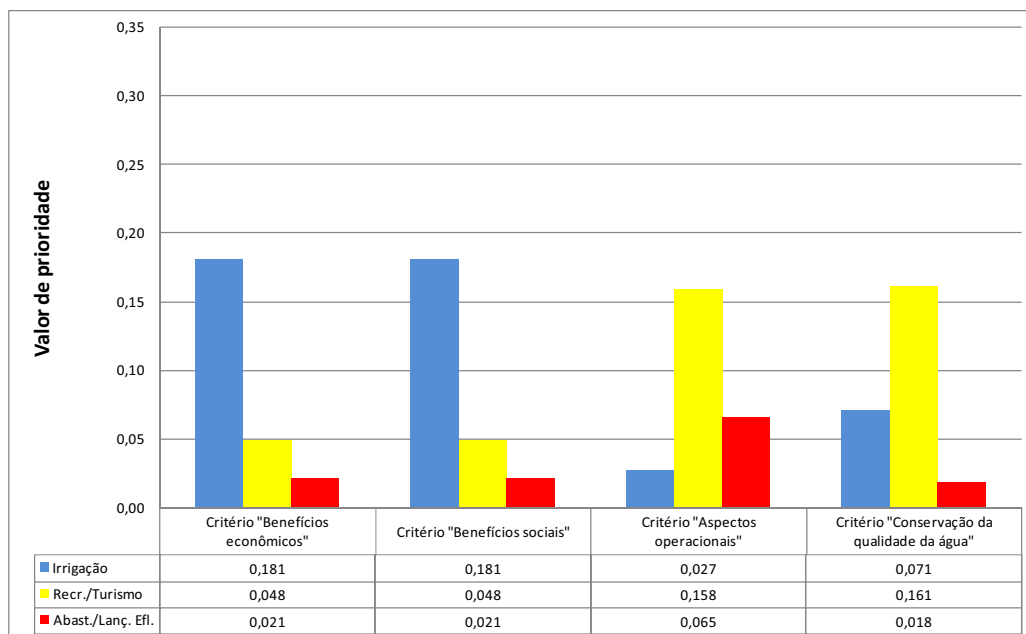


Figura 05 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Aparecida d'Oeste-SP

Na Figura 05 foi possível observar que, de acordo com os julgamentos do decisor, o uso da água para irrigação gera benefício econômico e social maior do que os demais usos. Entretanto, tendo como referência os critérios de operacionalidade e conservação da qualidade da água, o uso que apresentou os maiores valores foi "Recreação e turismo".

A valoração global de cada alternativa é feita pela soma ponderada dos índices de preferência das alternativas em cada um dos critérios. A Figura 06 ilustra a ordem de prioridade para o município de Aparecida d'Oeste, neste caso, os critérios foram considerados de igual importância.

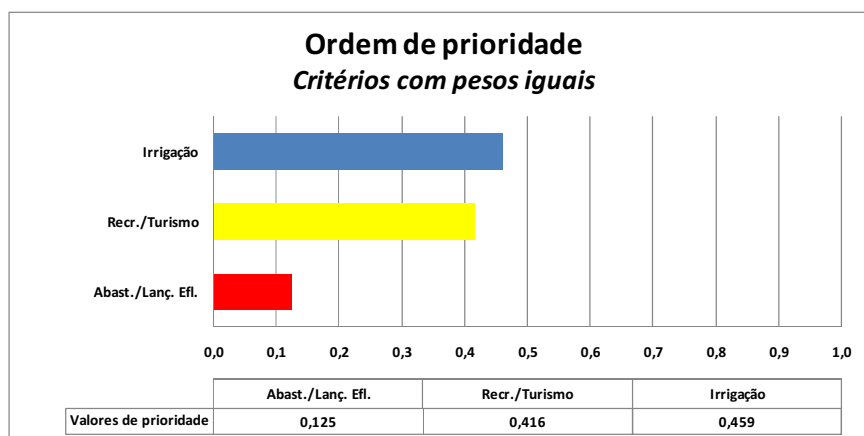


Figura 06 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Aparecida d'Oeste-SP

Os resultados apresentados indicaram uma prioridade maior para o uso da água para irrigação, porém o uso para recreação e turismo também se mostrou interessante no município. No entanto, pode-se observar que a alternativa de utilização da água para abastecimento e lançamento de efluentes foi a que obteve menor importância.

A Figura 07 apresenta a classificação de cada alternativa de uso perante cada critério analisado. Neste caso, o critério “Conservação da qualidade da água” foi priorizado.

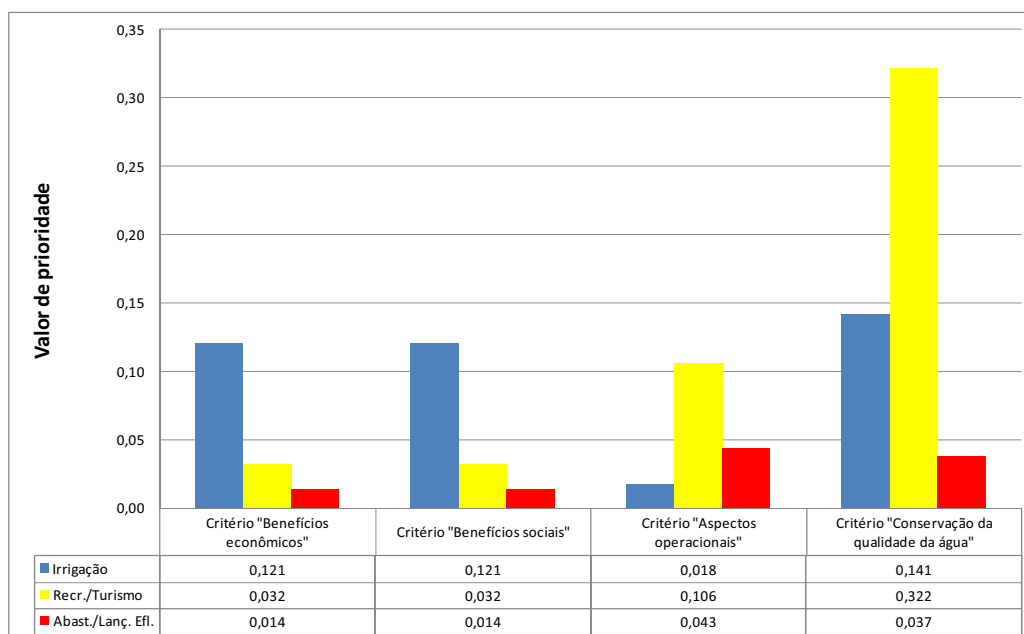


Figura 07 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Aparecida d'Oeste-SP

É possível observar no gráfico da Figura 07 que, com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água”, o uso da água para recreação obteve um escore bem superior aos demais usos para este critério, atingindo o valor de 0,322 enquanto “Irrigação” e “Abastecimento e lançamento de efluentes” obtiveram 0,141 e 0,037, respectivamente.

A Figura 08 apresenta a ordem de prioridade resultante da soma ponderada dos valores obtidos pelas alternativas em cada critério.



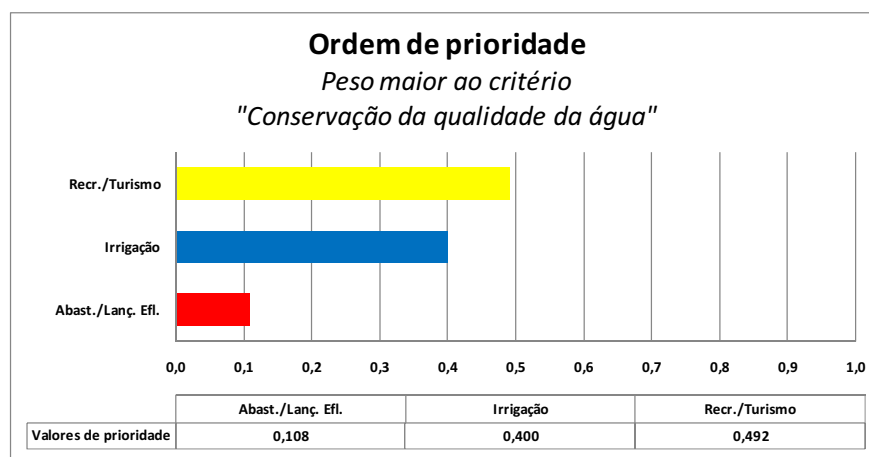


Figura 08 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Aparecida d'Oeste-SP

O resultado apresentado na Figura 08 indica que, quando priorizado o critério “Conservação da qualidade da água”, a utilização mais indicada para o município é referente ao segmento de recreação e turismo. Conforme observado, houve uma mudança no uso preponderante no município, porém os dois usos, “Irrigação” e “Recreação e turismo”, obtiveram valores próximos. No entanto, os valores (0,125 e 0,108) obtidos pelo uso “Abastecimento e lançamento de efluentes” configuram a baixa importância deste uso para o município.

O uso do solo no município de Aparecida d'Oeste está diretamente ligado à prática da pecuária, de modo que as pastagens ocupam cerca de 67% da área total do município (IBGE, 2006), com um rebanho de gado bovino aproximado de 18700 cabeças (IBGE, 2008).

No segmento agrícola, destaca-se a fruticultura, sendo que dentre os cultivos há o predomínio da laranja, porém o cultivo de cana-de-açúcar e de milho também merecem destaque no município.

O município está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (UGRHI 18). Além do Rio São José dos Dourados, fazem ainda parte da hidrografia do município os córregos do Boi, Água Ruim e do Jaú ou Alegria.

O uso da água para recreação e turismo merece atenção dentre as alternativas apresentadas, já que obteve um alto valor no primeiro caso, em que os critérios têm pesos iguais, e no segundo caso (peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água”) obteve o maior valor de prioridade. Segundo o relatório elaborado por CPTI (2008), dentre as opções de lazer, relacionadas aos recursos hídricos, no município se destacam a pesca e a recreação na praia artificial.

De acordo com os julgamentos, a utilização dos recursos hídricos superficiais para irrigação se apresenta como uma opção viável, atingindo valores de prioridade iguais a 0,459 e 0,400. Dados registrados pelo IBGE (2006) indicam que o município possui 96 hectares de

área irrigada, sendo as culturas de laranja e uva destaque neste tipo de prática. De acordo com dados do DAEE (2010) há, no município em questão, quatro irrigantes cadastrados com outorga de direito de uso de recursos hídricos superficiais.

O monitoramento da qualidade da água realizado por Silva *et al.* (2010), no Córrego do Boi, indicou a necessidade de utilização de sistemas de filtragem, principalmente nos sistemas de irrigação localizada, em função da elevada concentração de ferro encontrada na água.

Os dados divulgados pela Sabesp (2010) corroboram com o baixo valor apresentado pela alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes”, já que indicam a utilização de água subterrânea para abastecimento do município em questão, por meio de três poços profundos.

Sendo assim, dentro da categoria “Abastecimento e lançamento de efluentes”, a empresa responsável pelo saneamento municipal faz apenas o lançamento do esgoto (tratado) no Córrego do Boi, afluente do Rio São José dos Dourados. De acordo com as informações disponibilizadas pela Sabesp (2010), o município possui infraestrutura para a coleta de esgoto que atende 93,52% da população e trata 100% do esgoto coletado.

#### 4.1.2 Ilha Solteira

No questionário referente ao município de Ilha Solteira, os usos considerados relevantes foram:

- a) Recreação e turismo;
- b) Aquicultura;
- c) Irrigação.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 3, como pode ser observado na Tabela 4.02. A Tabela 4.02 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.02 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Ilha Solteira-SP

| <b>Matriz 2A: RC=0,03</b><br><b>“Benefícios econômicos”</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> |
|-------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|
| Irrigação                                                   | 1                | 1/3                  | 3                  |
| Recr./Turismo                                               | 3                | 1                    | 5                  |
| Aquicultura                                                 | 1/3              | 1/5                  | 1                  |
| <b>Matriz 2B: RC=0,06</b><br><b>“Benefícios sociais”</b>    | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> |
| Irrigação                                                   | 1                | 1/7                  | 1/5                |
| Recr./Turismo                                               | 7                | 1                    | 3                  |
| Aquicultura                                                 | 5                | 1/3                  | 1                  |
| <b>Matriz 2C: RC=0,07</b><br><b>“Aspectos operacionais”</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> |
| Irrigação                                                   | 1                | 1/3                  | 1                  |
| Recr./Turismo                                               | 3                | 1                    | 7                  |
| Aquicultura                                                 | 1                | 1/7                  | 1                  |

(Continua)

Tabela 4.02 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Ilha Solteira-SP (continuação)

| Matriz 2D: RC=0,03<br>"Conservação da Qualidade da água" | Irrigação | Recr./Turismo | Aquicultura |
|----------------------------------------------------------|-----------|---------------|-------------|
| Irrigação                                                | 1         | 1/3           | 3           |
| Recr./Turismo                                            | 3         | 1             | 5           |
| Aquicultura                                              | 1/3       | 1/5           | 1           |

A Figura 09 exibe os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios do problema, neste caso foram considerados todos os critérios com pesos iguais.

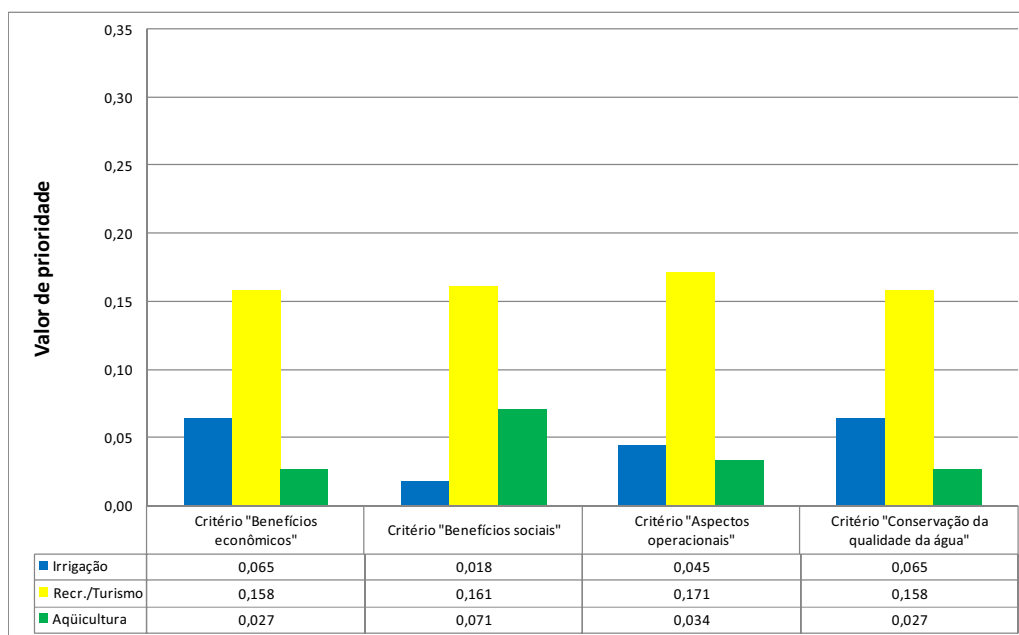


Figura 09 - Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Ilha Solteira-SP

Os resultados parciais mostrados pela Figura 09 indicam uma preferência do decisor para a recreação e o turismo no município, visto que esta alternativa obteve valores superiores em todos os critérios analisados. A ordem de prioridade global para o município de Ilha Solteira é apresentada na Figura 10.

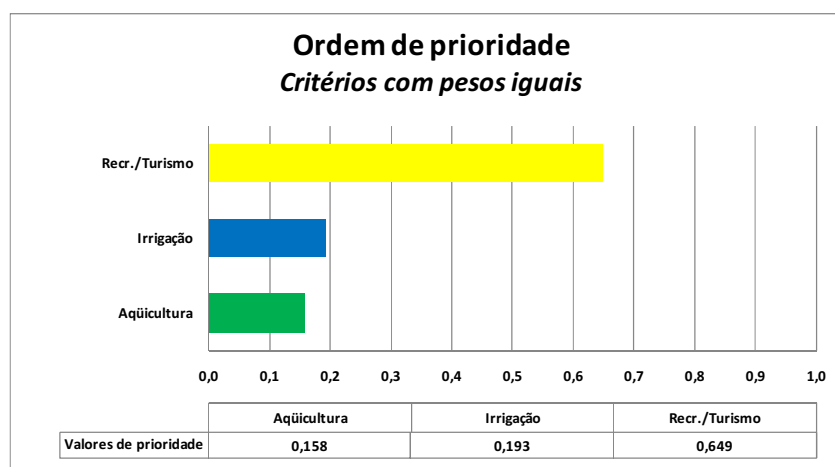


Figura 10 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Ilha Solteira-SP

Conforme pode ser observado na Figura 10, o uso da água para recreação e turismo foi a alternativa que obteve a maior valoração. As alternativas “Irrigação” e “Aqüicultura” obtiveram valores baixos em relação à “Recreação e turismo”.

A Figura 11 apresenta o segundo caso, onde o critério “Conservação da qualidade da água” é priorizado. A classificação global de cada alternativa para o município de Ilha Solteira é mostrada na Figura 12.

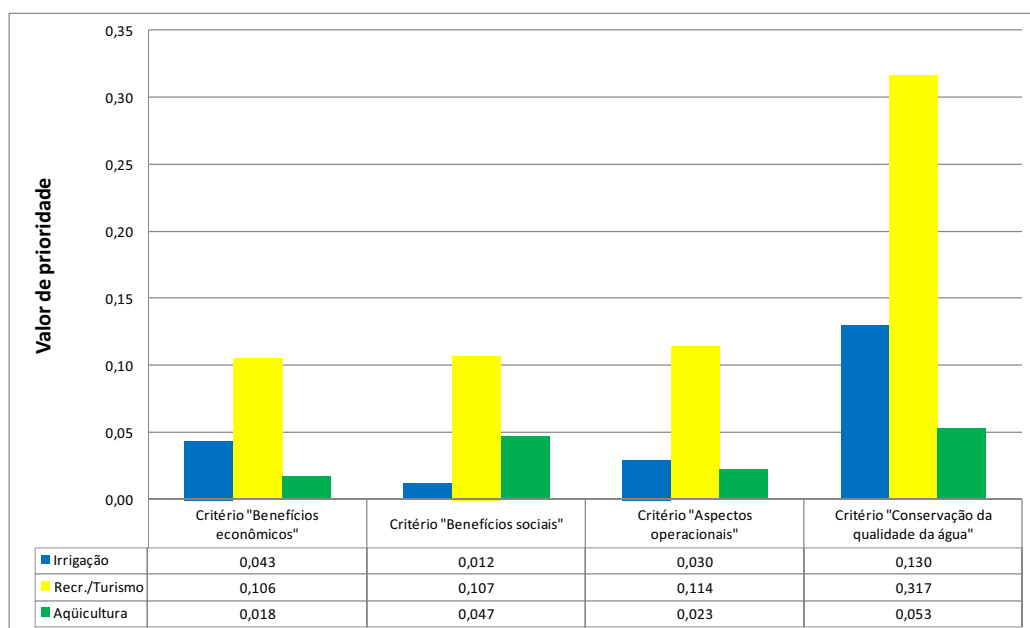


Figura 11 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Ilha Solteira-SP

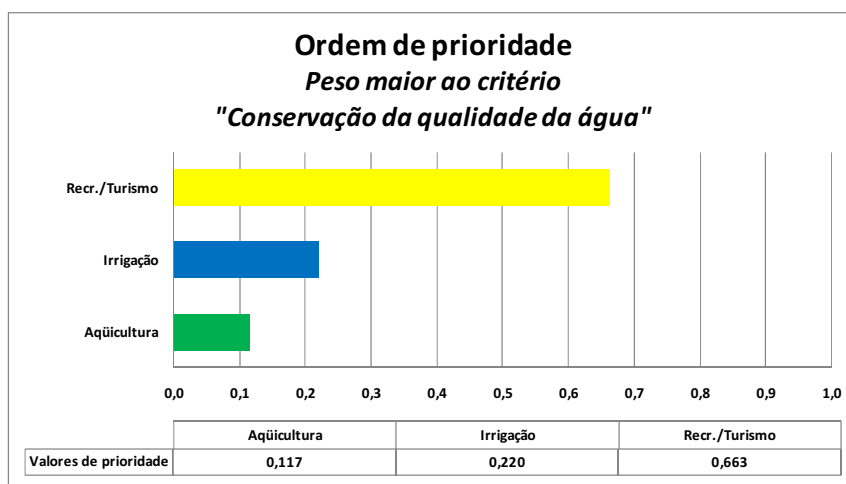


Figura 12 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Ilha Solteira-SP

Conforme pode ser observado na Figura 12, o uso da água do reservatório para recreação e turismo se manteve como prioridade em Ilha Solteira. A alternativa “Irrigação” ficou classificada em segundo lugar e a utilização da água para a aqüicultura obteve os valores mais baixos de prioridade.

Com relação ao uso e ocupação do solo, dados do Projeto LUPA indicam que a área ocupada por pastagens corresponde a aproximadamente 36% da área total do município (CATI, 2008). Nas áreas ocupadas por cultivos agrícolas na forma de lavoura permanente há destaque para banana e laranja (IBGE, 2009a), já entre as culturas temporárias merecem destaque: milho, feijão e soja (IBGE, 2009b).

O cultivo da cana-de-açúcar tem se apresentado em expansão em Ilha Solteira, sendo que atualmente esta cultura ocupa cerca de 22% da área total do município (CANASAT, 2010). Tal característica se explica pelo fato de Ilha Solteira estar localizada na região de influência de duas usinas sucroalcooleiras, uma em Pereira Barreto e outra em Suzanópolis.

O município de Ilha Solteira pertence à Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (UGRHI 18). A hidrografia do município é composta pelo reservatório de Ilha Solteira (Rio Paraná), Rio Tietê, Rio São José dos Dourados e pelos córregos Três Irmãos, do Pernilongo, das Lagoas, da Onça, entre outros.

Conforme pode ser observado na presente pesquisa, o uso da água para recreação e turismo recebeu o maior valor de prioridade nos dois casos analisados. Por apresentar os pré-requisitos necessários, Ilha Solteira foi elevada à categoria de Estância Turística no ano 2000. Dentre os atrativos turísticos relacionados aos recursos hídricos destacam-se: o reservatório de Ilha Solteira, a Praia Marina, a Praia Catarina e o Recanto das Águas.

As praias da Catarina e Marina são os principais pontos de recreação no município de Ilha Solteira, atingindo no verão picos de aproximadamente 82.728 pessoas por mês devido basicamente à prática de esportes náuticos, campeonatos de pesca e recreação de contato primário (SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO, 2005 *apud* VASILIO, 2006).

A Praia Catarina possui infraestrutura de acesso pavimentado com iluminação, duchas, lanchonetes, quadras poli esportivas, estacionamento para ônibus e carros, calçadão iluminado, telefone público, ancoradouro, área para *camping*, quiosques e sanitários. A Praia Marina também possui acesso pavimentado com iluminação, porém sua infraestrutura é direcionada para o lazer náutico, com um abrigo para pequenas embarcações e rampa de acesso ao reservatório (embarque e desembarque).

O Recanto das Águas é um conjunto de pequenas propriedades rurais, denominadas também como ranchos ou áreas de segunda residência, voltadas ao lazer, pesca e náutica. Existem cerca de 108 lotes na orla do reservatório de aproximadamente 2600m<sup>2</sup> cada, sendo que estes não contam com sistema de esgoto público, adotando um sistema de tratamento de esgoto do tipo fossa séptica (VASILIO, 2006).

Vasilio (2006) avaliou a balneabilidade das praias Catarina, Marina e Recanto das Águas, no período de Outubro de 2004 a Outubro de 2005, constatando, de maneira geral, uma condição variando de “Muito boa” a “Ótima” em 70% dos casos, de acordo com o indicado na Resolução CONAMA 274/00.

A utilização da água para irrigação se mostrou interessante para o município, sendo que, de acordo com dados do IBGE (2006), a agricultura irrigada ocupa aproximadamente 300 hectares em Ilha Solteira. O Projeto LUPA verificou a existência dos seguintes sistemas de irrigação: autopropelido, pivô central e gotejamento ou microaspersão.

Conforme demonstrado no estudo, a aquicultura obteve a menor ordem de prioridade. Em Ilha Solteira merece destaque, neste tipo de atividade, a prática da aquicultura em tanques-rede, onde existem dois núcleos em forma de associação e um núcleo particular. Os gerentes das duas associações foram entrevistados em campo, conforme dados mostrados na Tabela 4.03.

Tabela 4.03 – Características de dois núcleos de pisciculturas em Ilha Solteira-SP

|                                     | <i><b>Aproaqua</b></i>             | <i><b>Piscis</b></i>           |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Início do projeto</b>            | 2003                               | 2005                           |
| <b>N.º de associados</b>            | 24                                 | 83                             |
| <b>N.º de tanques-rede</b>          | 106                                | 51                             |
| <b>Volume dos tanques-rede (m³)</b> | 18                                 | 22.5                           |
| <b>Produção média mensal (t)</b>    | 20                                 | 10                             |
| <b>Localização</b>                  | Rio São José dos Dourados          | Rio São José dos Dourados      |
| <b>Coordenadas geográficas</b>      | 20° 26' 36,3" S<br>51° 14' 51,6" W | 20° 26' 35" S<br>51° 15' 09" W |

Fonte: Elaborado pelo autor

O monitoramento da piscicultura Piscis realizado por Carneiro e Carvalho (2009), no período de Setembro de 2008 a Abril de 2009, indicou a influência desta atividade no meio aquático, com aumento de valores de fósforo total e nitrogênio total, principalmente nos meses mais quentes.

O Governo Federal, através do Ministério da Pesca e Aquicultura, em parceria com a UNESP *campus* de Ilha Solteira, selecionou uma área em Ilha Solteira, no Rio São José dos Dourados, para instalação de tanques-rede.

Nesse local, denominado Parque Aquícola São José dos Dourados, são 129 áreas aquícolas, não onerosas, de 1500m² cada, de modo que cada interessado pode adquirir apenas uma área, ou seja, poderá haver apenas uma área aquícola vinculada a um número do Cadastro de Pessoa Física (CPF). De acordo com o divulgado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura, das 129 áreas disponíveis, 122 já foram distribuídas aos interessados, fato este que demonstra o interesse da população nessa atividade.

É importante mencionar que a ausência da alternativa de uso “Abastecimento e lançamento de efluentes” se justifica pelo fato do abastecimento público de água utilizar água de manancial subterrânea para atendimento de 100% da população (IPT, 2008).

O sistema de coleta de esgoto atende 100% da população, sendo que todo o esgoto coletado passa por tratamento e, posteriormente, é lançado no Rio Paraná a jusante do reservatório de Ilha Solteira.

#### 4.1.3 Paranapuã

As respostas obtidas para o município de Paranapuã expuseram os usos a seguir como destaques:

- a) Irrigação;
- b) Abastecimento e lançamento de efluentes.

Os julgamentos feitos pelo decisor deram origem a quatro matrizes de ordem 2, como pode ser observado na Tabela 4.04. Em matrizes de ordem 2 não são necessários os exames de consistência, conforme mostrado por Saaty (1991 *apud* SILVA, 2007).

Tabela 4.04 – Matrizes – Paranapuã-SP

| <b>Matriz 3A</b><br><b>“Benefícios econômicos”</b>            | <b>Irrigação</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
|---------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------|
| Irrigação                                                     | 1                | 7                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                             | 1/7              | 1                        |
| <b>Matriz 3B</b><br><b>“Benefícios sociais”</b>               | <b>Irrigação</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                     | 1                | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                             | 1/3              | 1                        |
| <b>Matriz 3C</b><br><b>“Aspectos operacionais”</b>            | <b>Irrigação</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                     | 1                | 1                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                             | 1                | 1                        |
| <b>Matriz 3D</b><br><b>“Conservação da Qualidade da água”</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                     | 1                | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                             | 1/3              | 1                        |

Os índices de preferências relativas a cada critério podem ser observados na Figura 13, neste caso os pesos são considerados iguais.

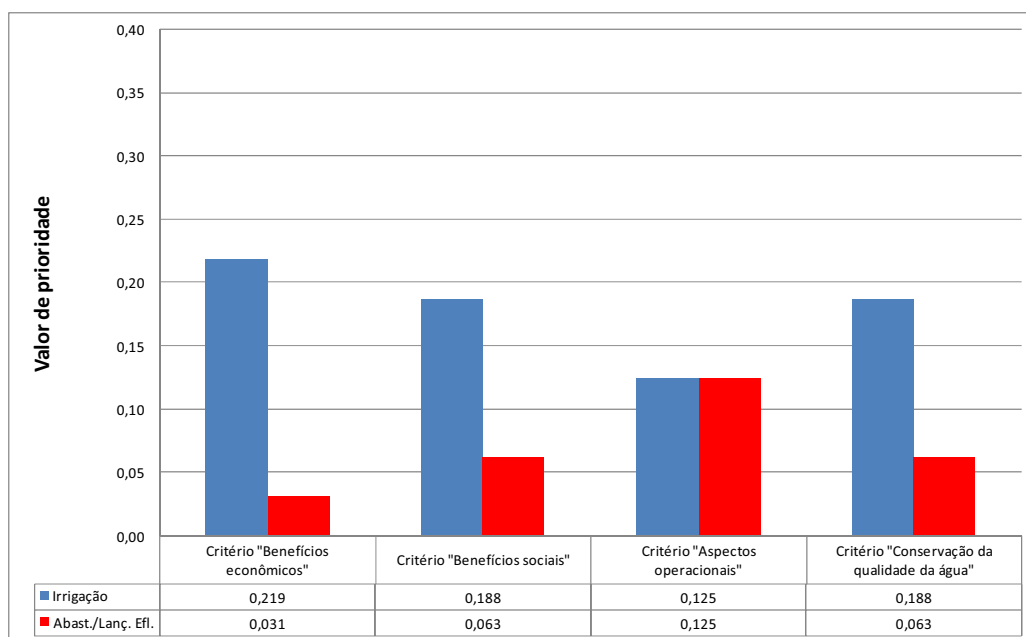


Figura 13 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Paranapuã-SP

Conforme apresentado na Figura 13 a utilização da água para irrigação obteve prioridade em três dos quatro critérios analisados. Apenas para o critério “Aspectos operacionais” houve uma igualdade nos julgamentos. A Figura 14 apresenta o gráfico da ordem de prioridade global no qual é possível observar a preferência do uso da água para irrigação.

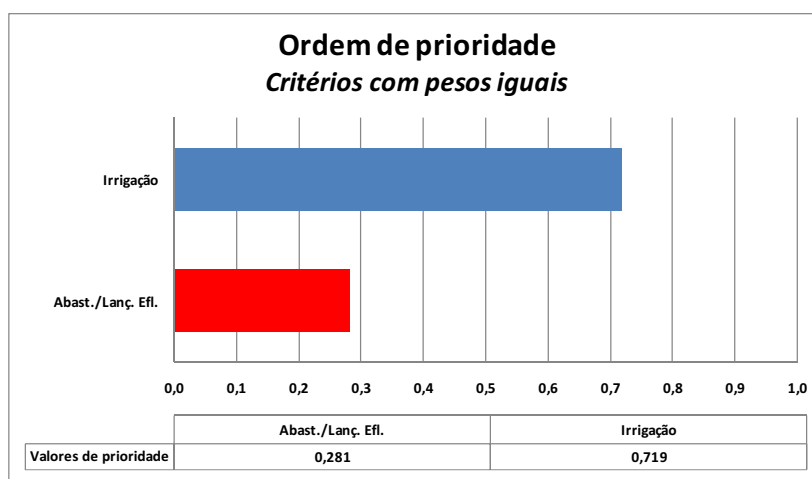


Figura 14 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais– Paranapuã-SP

A Figura 15 apresenta o segundo caso: priorização do critério “Conservação da qualidade da água”. A ordem de prioridade global de cada alternativa para o município de Paranapuã pode ser observada na Figura 16.



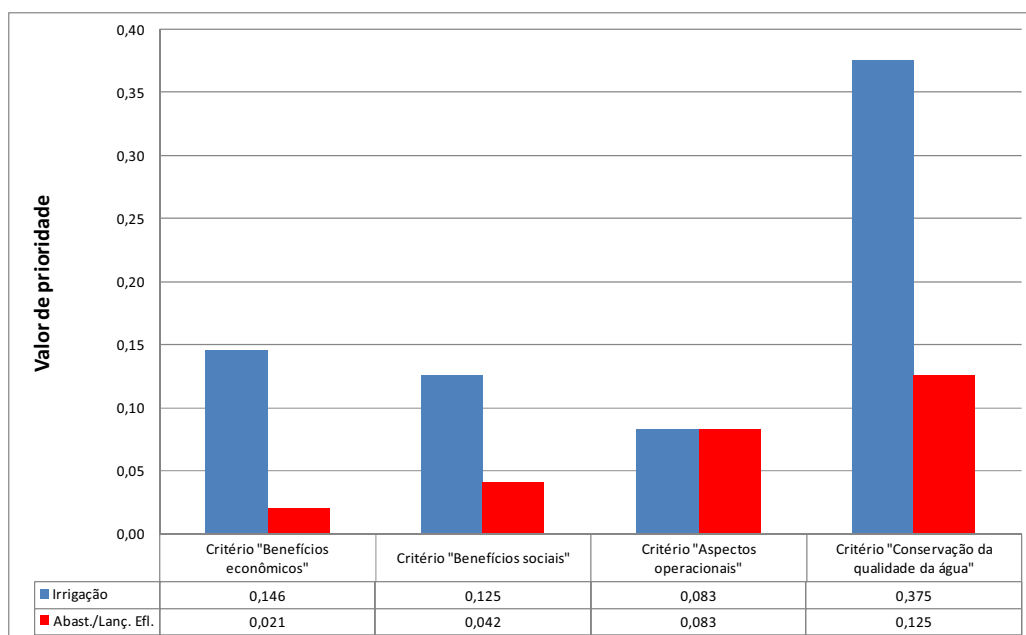


Figura 15 – Valores de prioridade das alternativas atribuindo maior peso ao critério “Conservação da qualidade da água” – Paranapuã-SP

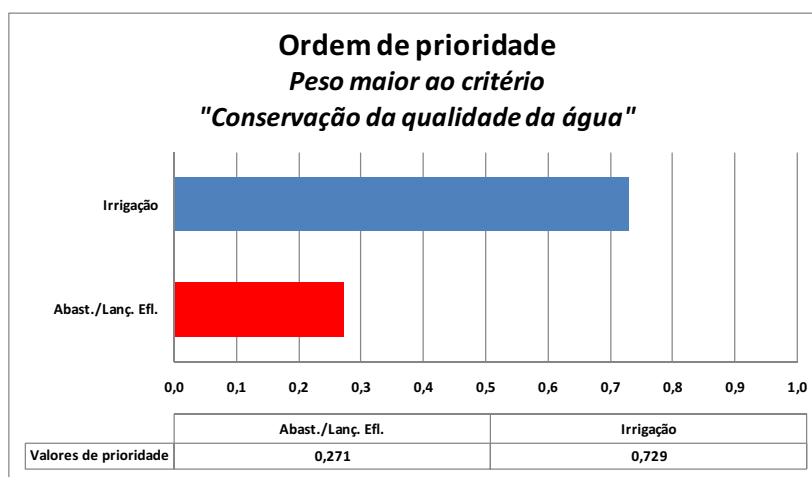


Figura 16 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” – Paranapuã-SP

Na Figura 16 é possível observar que mesmo sendo estabelecido um peso maior para o critério “Conservação da qualidade da água” os níveis de preferências relativos a cada critério se mantiveram parecidos com os resultados apresentados quando os pesos dos critérios são considerados iguais. A ordem de prioridade, apresentada pela Figura 16, indica um pequeno aumento do escore para o uso “Irrigação” em relação aos valores obtidos no primeiro caso.

A atividade predominante em Paranapuã é a criação de bovinos, com as pastagens ocupando cerca de 66% da área total do município. O cultivo de cítricos, em especial a laranja, também se destaca (IBGE, 2006). Porém, o cultivo da cana-de-açúcar vem crescendo de forma exponencial no município, sendo que dados divulgados pelo sistema CANASAT (2010) indicam que a área cultivada ocupa, aproximadamente, 6% do território do município. Este fato pode

ser explicado devido à instalação de uma usina sucroalcooleira, em 2009, no município de Santa Albertina.

A ausência dos usos “Navegação e transporte”, “Piscicultura” e “Recreação e turismo” se explica pela sua localização, uma vez que este é cercado pelos seguintes municípios: Mesópolis, Santa Albertina, Urânia, Jales, Dolcinópolis, Turmalina e Populina, ou seja, Paranapuã não é banhada diretamente pelo reservatório, apenas por seus afluentes, tais como os córregos do Chaveco, do Caeté, do Ingá, do Tanquinho, da Arara e do Cedro.

A ausência das demais utilizações dos recursos hídricos superficiais também pode ser explicada pela dimensão dos córregos que passam pelo município, já que estes são considerados pequenos demais para viabilizar estes tipos de usos. Além disso, todos os córregos supra citados, que passam pelo município, se encontram assoreados (IPT, 2007 *apud* IPT e CPTI, 2009). Isto evidencia a vulnerabilidade à erosão dos solos da região e compromete as utilizações e a qualidade dos corpos d'água.

Com relação às preferências de utilizações dos recursos hídricos é possível observar que a irrigação é prioridade, já que a outra opção de utilização dos mananciais superficiais seria para o abastecimento público.

A água para o abastecimento público é proveniente de aquífero subterrâneo e captada através de um único poço (IPT e CPTI, 2009). Deste modo, considerando a categoria “Abastecimento e lançamento de efluentes”, os mananciais superficiais são utilizados pelo município apenas para o afastamento de efluentes tratados, explicando o baixo valor de prioridade apresentado por esta alternativa. De acordo com dados da CETESB (2010), o esgoto gerado pelo município é 100% coletado e tratado e, posteriormente, lançado no Córrego do Chaveco.

De acordo com informações recolhidas pelo Censo Agropecuário (IBGE, 2006), há cerca de 892 hectares de área irrigada, o que representa aproximadamente 6,4 % da área total do município. O Projeto LUPA desenvolvido pela CATI nos anos de 2007 e 2008 comprova a existência dos seguintes sistemas de irrigação no município: autopropelido, aspersão (convencional), microaspersão/gotejamento e pivô central (CATI, 2008).

Os dados divulgados pelo DAEE (2010) corroboram, da mesma forma, com os resultados das avaliações de prioridade realizadas pelo decisor, uma vez que apresentam 21 pontos com outorga deferida para captação de água superficial destinada à irrigação em Paranapuã. De acordo com os dados, a irrigação é o uso que mais consome água de fonte superficial, sendo que dentre os córregos utilizados merece destaque o Caeté e o da Arara.

#### 4.1.4 Pereira Barreto

Os usos dos recursos hídricos superficiais que ocorrem no município de Pereira Barreto são mostrados a seguir:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Aquicultura;
- e) Navegação e transporte.

Os julgamentos feitos pelo decisor por meio do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 5, como pode ser observado na Tabela 4.05. A Tabela 4.05 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.05 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Pereira Barreto-SP

| <b>Matriz 4A: RC=0,07</b><br><b>“Benefícios econômicos”</b>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
|------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| Irrigação                                                              | 1                | 1/5                  | 1                  | 7                        | 1                   |
| Recr./Turismo                                                          | 5                | 1                    | 7                  | 7                        | 3                   |
| Aquicultura                                                            | 1                | 1/7                  | 1                  | 5                        | 1                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/7              | 1/7                  | 1/5                | 1                        | 1/7                 |
| Naveg/Transp                                                           | 1                | 1/3                  | 1                  | 7                        | 1                   |
| <b>Matriz 4B: RC=0,09</b><br><b>“Benefícios sociais”</b>               | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| Irrigação                                                              | 1                | 1/3                  | 1                  | 7                        | 1                   |
| Recr./Turismo                                                          | 3                | 1                    | 7                  | 7                        | 1                   |
| Aquicultura                                                            | 1                | 1/7                  | 1                  | 5                        | 1                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/7              | 1/7                  | 1/5                | 1                        | 1/7                 |
| Naveg/Transp                                                           | 1                | 1                    | 1                  | 7                        | 1                   |
| <b>Matriz 4C: RC=0,07</b><br><b>“Aspectos operacionais”</b>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| Irrigação                                                              | 1                | 1/5                  | 1                  | 5                        | 1                   |
| Recr./Turismo                                                          | 5                | 1                    | 3                  | 5                        | 1                   |
| Aquicultura                                                            | 1                | 1/3                  | 1                  | 5                        | 1                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/5              | 1/5                  | 1/5                | 1                        | 1/7                 |
| Naveg/Transp                                                           | 1                | 1                    | 1                  | 7                        | 1                   |
| <b>Matriz 4D: RC=0,09</b><br><b>“Conservação da Qualidade da água”</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| Irrigação                                                              | 1                | 1/3                  | 1/3                | 5                        | 3                   |
| Recr./Turismo                                                          | 3                | 1                    | 1                  | 5                        | 5                   |
| Aquicultura                                                            | 3                | 1                    | 1                  | 5                        | 5                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/5              | 1/5                  | 1/5                | 1                        | 1/5                 |
| Naveg/Transp                                                           | 1/3              | 1/5                  | 1/5                | 5                        | 1                   |

A Figura 17 exibe os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios do problema, neste caso foram considerados todos os critérios com pesos iguais.

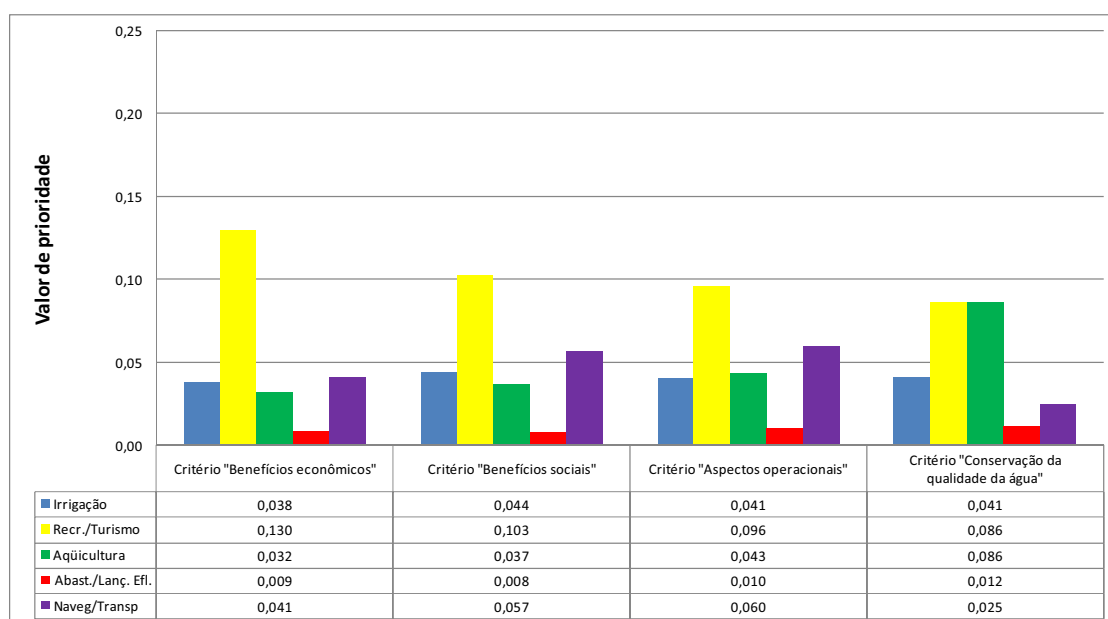


Figura 17 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Pereira Barreto-SP

Conforme pode ser observado na Figura 17 a utilização da água para recreação e turismo obteve os maiores valores de prioridade em três critérios avaliados. Porém, nas comparações tendo em vista o critério qualidade da água, a alternativa “Recreação e turismo” obteve o mesmo escore de “Aquicultura”. A ordem de prioridade global para o município de Pereira Barreto é apresentada na Figura 18.

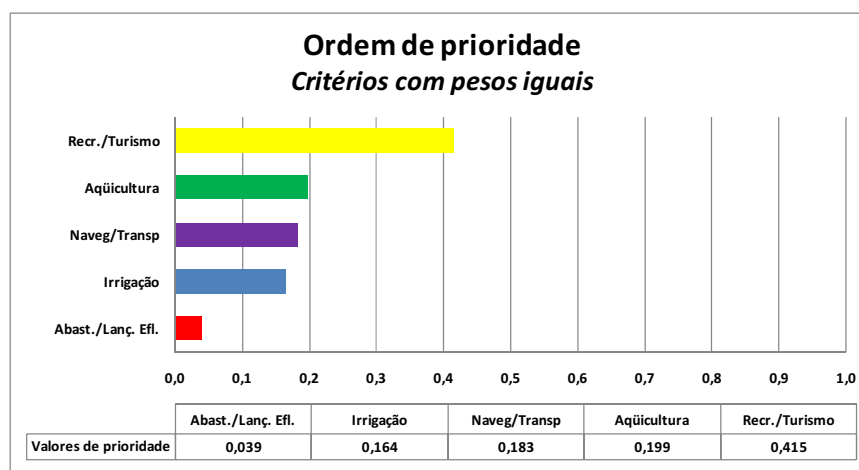


Figura 18 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais– Pereira Barreto-SP

A análise das respostas (Figura 18) possibilita verificar a preferência do decisor pela opção “Recreação e turismo”, já que esta opção obteve escore bem superior em relação às outras alternativas de uso. Conforme pode ser observado na Figura 18, as alternativas “Aquicultura”, “Navegação e transporte” e “Irrigação” ficaram, respectivamente, como segunda,

terceira e quarta opção de utilização, com seus valores de prioridade variando pouco. Já a alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” obteve o menor valor de prioridade dentre as opções propostas.

A Figura 19 apresenta a situação onde o critério “Conservação da qualidade da água” é priorizado. A ordem de prioridade global de cada alternativa para o município de Pereira Barreto pode ser observada na Figura 20.

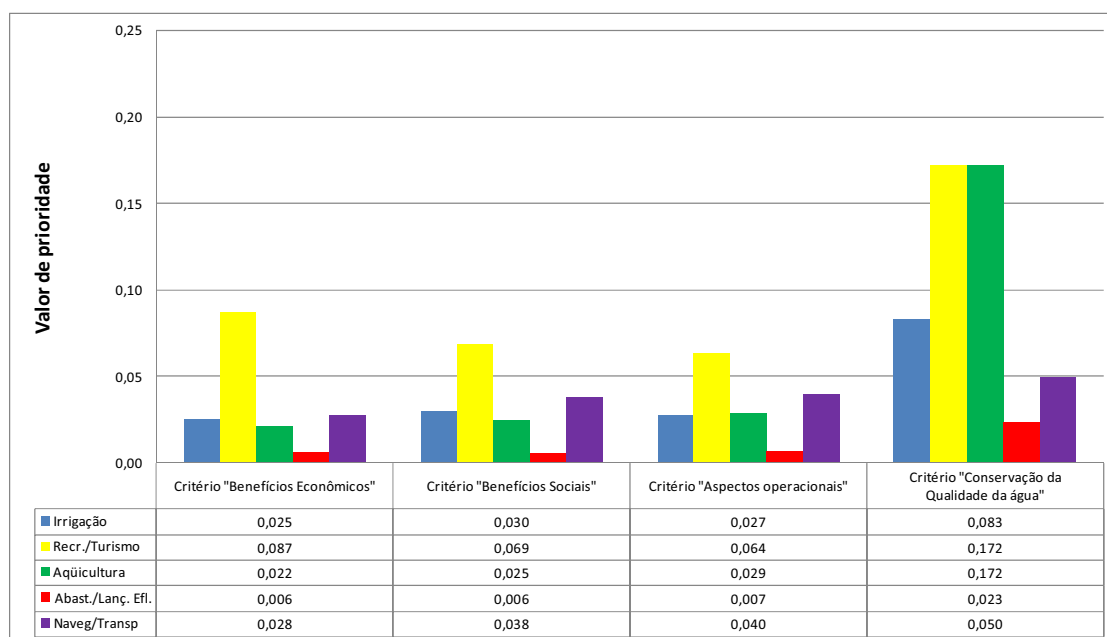


Figura 19 – Valores de prioridade das alternativas atribuindo maior peso ao critério “Conservação da qualidade da água” – Pereira Barreto-SP

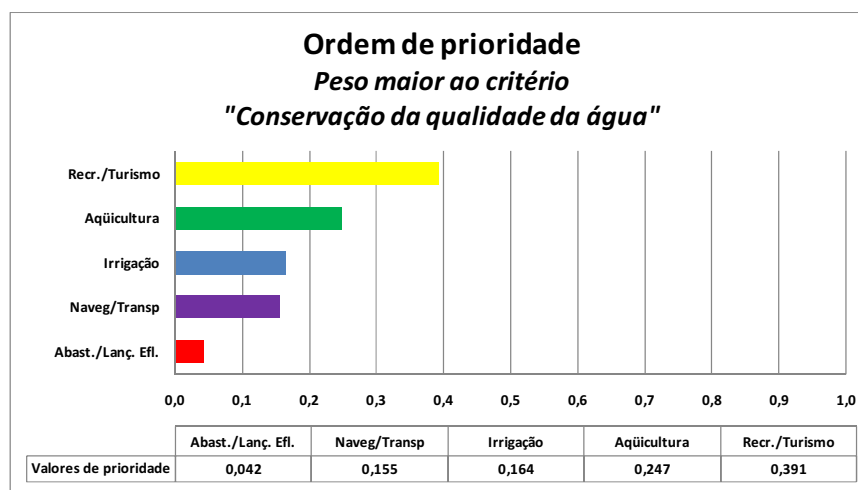


Figura 20 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” – Pereira Barreto-SP

Na Figura 20 é possível observar que com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” houve uma sensível mudança na ordem de prioridade. Deste modo, a ordem de prioridade permaneceu a mesma, com exceção da alternativa “Irrigação” que passou

do quarto lugar na ordem de prioridade para o terceiro lugar, fazendo com que a alternativa “Navegação e transporte” passasse da terceira para a quarta posição.

Dados divulgados pelo IBGE (2006) indicam predominância da bovinocultura no município, sendo cerca de 35% da área total do município ocupada por pastagens e o rebanho de gado bovino de aproximadamente 72.600 cabeças (IBGE, 2008). Outra atividade importante no município é a criação de aves para a produção de ovos (IBGE, 2008). Entre os cultivos permanentes há destaque para a produção de manga (IBGE, 2009a). Já entre os cultivos temporários merecem destaque: cana-de-açúcar, soja, milho, feijão e abacaxi (IBGE, 2009b).

O cultivo da cana-de-açúcar se apresenta em expansão em Pereira Barreto, visto que nos dados disponibilizados pelo sistema CANASAT (2010) a área de cultivo de cana-de-açúcar representa cerca de 18% da área total do município. Pereira Barreto encontra-se na região de influência de três usinas sucroalcooleiras, sendo elas: Cosan-Gasa, Pioneiros e Santa Adélia, que se localizam, respectivamente, nos municípios de Andradina, Sud Mennucci e Pereira Barreto (CETEC, 2008).

O Município está localizado na Bacia Hidrográfica do Baixo Tietê (UGRHI 19). Além do Rio Tietê, fazem ainda parte da hidrografia do município o Rio São José dos Dourados; os córregos Pederneiras, Lussanvira, Santista, Leopoldina, Prudente de Moraes, Quintino Bocaiúva ou Três Irmãos, Macaé, Osório, Vila Augusta, da Barra Bonita, Anhumas; e os ribeirões Cotovelo, Travessa Grande, Água Fria. Pelo município passa também o Canal Artificial de Pereira Barreto, já citado anteriormente.

Como uso prioritário, de acordo com os critérios avaliados e as respostas do decisor, tem-se a recreação e o turismo. Com base no potencial turístico do município, no ano de 2000, Pereira Barreto recebeu o título de Estância Turística, podendo, com isso, receber aportes financeiros específicos para incentivo do turismo.

Dentro do segmento “Recreação e turismo” destacam-se no município: a praia municipal, a pesca esportiva, a prática de esportes náuticos, o Canal de Pereira Barreto, o Porto Intermodal de Pereira Barreto e os ranchos de lazer. O Plano da Bacia do Baixo Tietê (CETEC, 2008) cita a movimentação dessa atividade principalmente no aproveitamento das águas dos reservatórios das UHEs Três Irmãos e Nova Avanhandava, onde predominam a instalação de condomínios e/ou ranchos de lazer (residências secundárias).

A Praia Municipal Pôr do Sol possui 328 metros de extensão, sendo considerada um dos principais pontos turísticos do município. A infraestrutura da praia é completa para recreação e lazer da população e dos turistas incluindo lanchonetes, quiosques, área de *camping*, sanitários, espaço para prática de competições esportivas, estacionamento, ciclovias e uma loja mantida pelo Departamento de Turismo da Prefeitura (CPTI, 2008).

Segundo o Relatório elaborado pela CPTI (2008), acontece no município campeonatos de pesca e de esportes náuticos. O Canal de Pereira Barreto, assim como o Porto de Pereira

Barreto, atuam como suporte ao turismo permitindo a ligação dos reservatórios da UHE Ilha Solteira e da UHE Três Irmãos.

O diagnóstico realizado pelo IPT (2000) na Bacia do Rio São José dos Dourados indica toda a área do município de Pereira Barreto banhada pelo Rio São José dos Dourados como sendo de potencial turístico. Entretanto, verifica-se no município que a maior parte da área aproveitada para turismo encontra-se às margens do Rio Tietê.

O município apresenta boas condições e localização favorável à prática da aquicultura, especialmente a piscicultura em tanques-rede. Conforme dados do Sistema de Informações das Autorizações de Uso de Águas de Domínio da União para fins de Aquicultura (SINAU), há o cadastro de cinco núcleos de piscicultores que utilizam o reservatório de Três Irmãos e seus afluentes em Pereira Barreto (SINAU, 2010). Um destes cinco núcleos, localizado no Córrego Leopoldina, foi estudado por Nogueira (2008), em que foi verificada a existência de 113 tanques-rede instalados, produzindo cerca de 24 toneladas de peixe por mês.

No processo licitatório das áreas do Parque Aquícola São José dos Dourados uma das exigências foi de que o interessado resida nos municípios de Ilha Solteira, Suzanópolis ou Pereira Barreto, incentivando a atividade no município em questão.

Outra alternativa que se mostrou interessante em Pereira Barreto foi a opção de irrigação. Segundo dados do IBGE (2006), a área irrigada do município é de 2982 hectares, correspondendo a cerca de 3% da área municipal total. O município conta com os seguintes sistemas de irrigação: autoprovelido, aspersão (convencional), microaspersão/gotejamento e pivô central (CATI, 2008). Os dados de outorga de captação superficial, publicados pelo DAEE (2010), indicam a presença de quatro irrigantes com elevado consumo de água, com vazão outorgada total de  $1,37 \times 10^6 \text{ m}^3$  por mês.

Lima *et al.* (2009), realizaram um experimento em uma fazenda no município onde comprovam a utilização de pivô-central para a irrigação de Capim-Marandú (*Brachiaria brizantha*), este utilizado para pastagem no método rotacionado intensivo.

Pereira Barreto destaca-se também no cenário da navegação interior, pois possui dentro de sua área municipal o Canal de Pereira Barreto. Este canal possibilita a transferência de vazões entre as UGRHs Baixo Tietê e São José dos Dourados, conforme a afluência de água aos reservatórios de Ilha Solteira e Três Irmãos (CETEC, 2008), desta forma, propicia a operação energética integrada dos dois aproveitamentos hidrelétricos. Conforme os dados da CESP, analisado por Igrecias (2009), na maior parte do período compreendido entre Outubro de 2006 e Setembro de 2007 houve vazão afluente do canal de Pereira Barreto ao Rio São José dos Dourados.

O município de Pereira Barreto torna-se uma exceção, já que o canal artificial transfere água do Rio Tietê/reservatório de Três Irmãos para o Rio São José dos Dourados, tornando-os um sistema interligado ao reservatório de Ilha Solteira. O Canal de Pereira Barreto possibilitou,

ao mesmo tempo, a ligação do tramo do Rio Tiête ao tramo Norte do Rio Paraná. Com isso, a hidrovía Tietê-Paraná passou a alcançar o sul do Estado de Goiás e o oeste do Estado de Minas Gerais, o que antes não era possível devido ao fato da barragem da UHE Ilha Solteira não possuir eclusa.

Pereira Barreto conta, ainda, com o porto fluvial denominado Terminal Hidroviário de Pereira Barreto, que serve de ponto de apoio, uma vez que atualmente não realiza atividades de recebimento ou distribuição de cargas.

A alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” obteve um valor de prioridade baixo, isso se deve ao fato da água para o abastecimento público municipal ser proveniente de poço tubular. Dentro desta alternativa, o município utiliza um afluente do reservatório de Três Irmãos, o Córrego Pederneiras, para lançamentos de efluentes tratados. De acordo com dados da CETESB (2010), Pereira Barreto coleta e realiza o tratamento de 100% do esgoto produzido no município, este tratamento é realizado pelo sistema de lagoas de estabilização (lagoa anaeróbia seguida por lagoa facultativa) (LILIAMTIS, 2007).

Segundo Liliamtis (2007), efluente final da ETE de Pereira Barreto apresentou, na maioria das amostras, valores de DBO acima do estipulado pela legislação estadual vigente (Decreto Estadual nº 8.468). O efluente final da ETE apresentou também, durante todo o período de amostragem, valores de fósforo total acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA 357/05.

A Figura 21 apresenta algumas utilizações dos recursos hídricos superficiais que ocorrem no município.



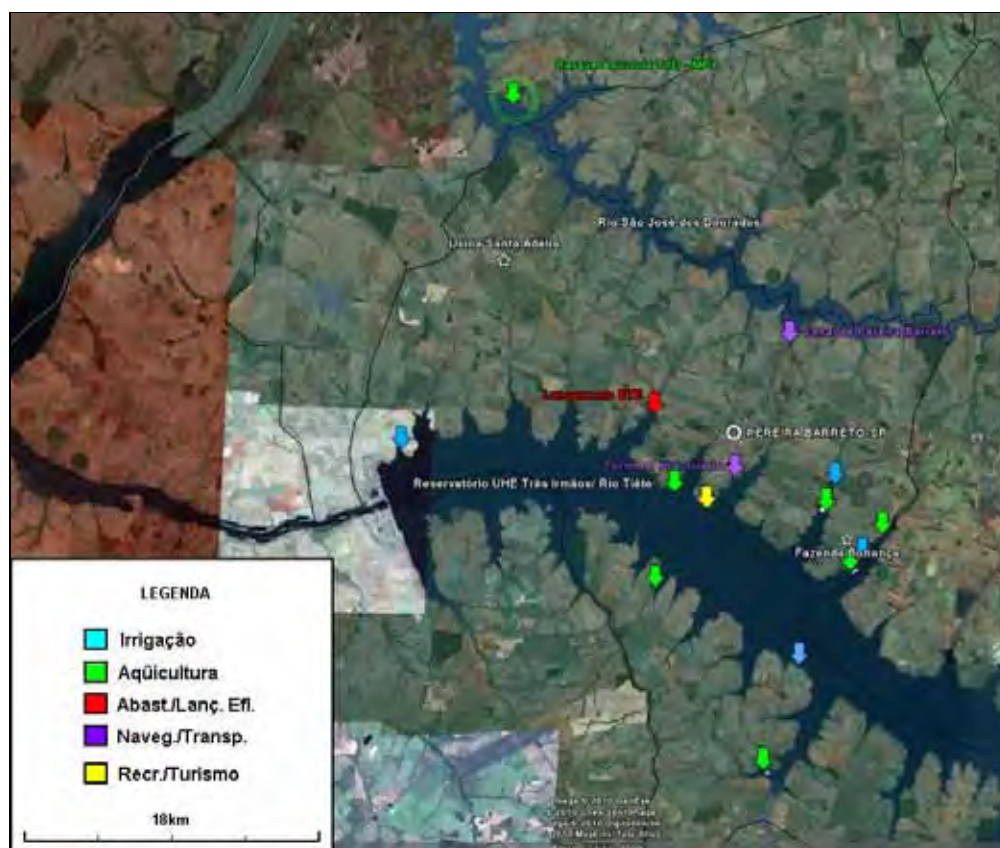


Figura 21 – Usos dos recursos hídricos superficiais em Pereira Barreto-SP

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Google Earth (2010); DAEE (2010); Liliantis (2007); SINAU (2010); BRASIL (2010c).

Conforme mostra a Figura 21, no município é possível identificar algumas áreas irrigadas com pivô central.

Segundo Igrecias (2009), nos quatro pontos amostrados do Rio São José dos Dourados, especificamente na parte da sub-bacia Baixo São José dos Dourados, o valor do IQA ficou predominantemente classificado no intervalo de qualidade definido como “Ótimo”. Destes quatro pontos, dois se localizam na área do município de Pereira Barreto.

O ponto monitorado em Pereira Barreto (reservatório de Três Irmãos) pela CETESB (2010) apresentou o IQA como “Ótimo”, tal característica indica a possibilidade de múltiplas utilizações deste recurso, inclusive o abastecimento público.

#### 4.1.5 Populina

O município de Populina apresentou como usos significantes as seguintes utilizações:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 3, como pode ser observado na Tabela 4.06. A Tabela 4.06 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.06 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Populina -SP

|                                                                        |           |               |                   |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|-------------------|
| <b>Matriz 5A: RC=0,05</b><br><i>"Benefícios econômicos"</i>            |           |               |                   |
| Irrigação                                                              | Irrigação | Recr./Turismo | Abast./Lanç. Efl. |
| Irrigação                                                              | 1         | 1/5           | 3                 |
| Recr./Turismo                                                          | 5         | 1             | 7                 |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/3       | 1/7           | 1                 |
| <b>Matriz 5B: RC=0,05</b><br><i>"Benefícios sociais"</i>               |           |               |                   |
| Irrigação                                                              | Irrigação | Recr./Turismo | Abast./Lanç. Efl. |
| Irrigação                                                              | 1         | 1/5           | 3                 |
| Recr./Turismo                                                          | 5         | 1             | 7                 |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/3       | 1/7           | 1                 |
| <b>Matriz 5C: RC=0,03</b><br><i>"Aspectos operacionais"</i>            |           |               |                   |
| Irrigação                                                              | Irrigação | Recr./Turismo | Abast./Lanç. Efl. |
| Irrigação                                                              | 1         | 1/3           | 3                 |
| Recr./Turismo                                                          | 3         | 1             | 5                 |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/3       | 1/5           | 1                 |
| <b>Matriz 5D: RC=0,05</b><br><i>"Conservação da Qualidade da água"</i> |           |               |                   |
| Irrigação                                                              | Irrigação | Recr./Turismo | Abast./Lanç. Efl. |
| Irrigação                                                              | 1         | 1/5           | 3                 |
| Recr./Turismo                                                          | 5         | 1             | 7                 |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/3       | 1/7           | 1                 |

A Figura 22 exibe os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios do problema, neste caso foram considerados todos os critérios com pesos iguais.

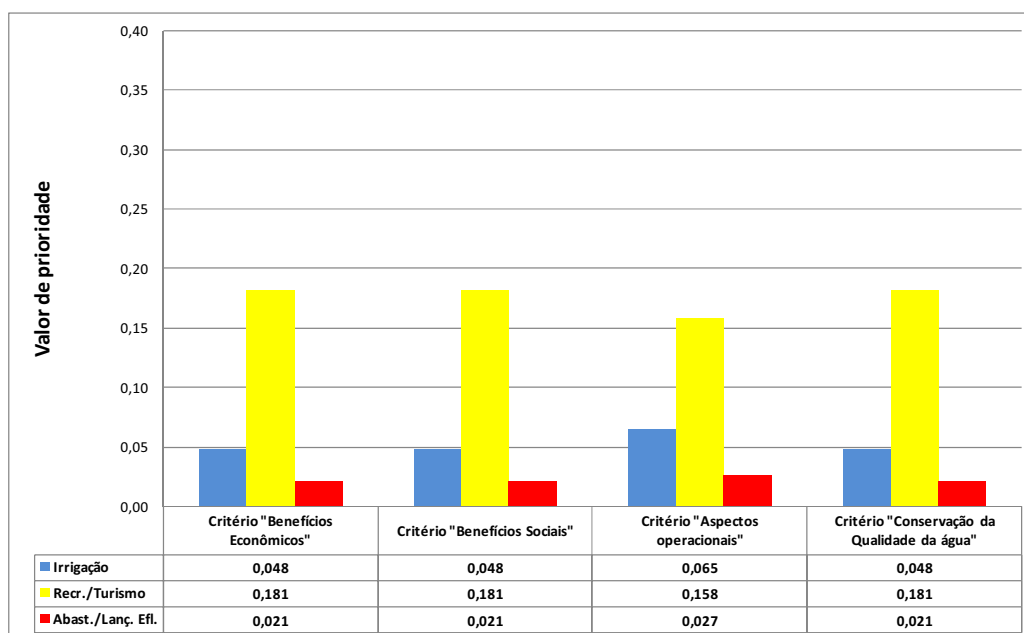


Figura 22 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Populina-SP

Na Figura 22 é possível notar que a utilização da água para recreação e turismo prevaleceu sobre as demais em todos os critérios avaliados.

A ordem de prioridade considerando os critérios com pesos iguais pode ser observada na Figura 23.

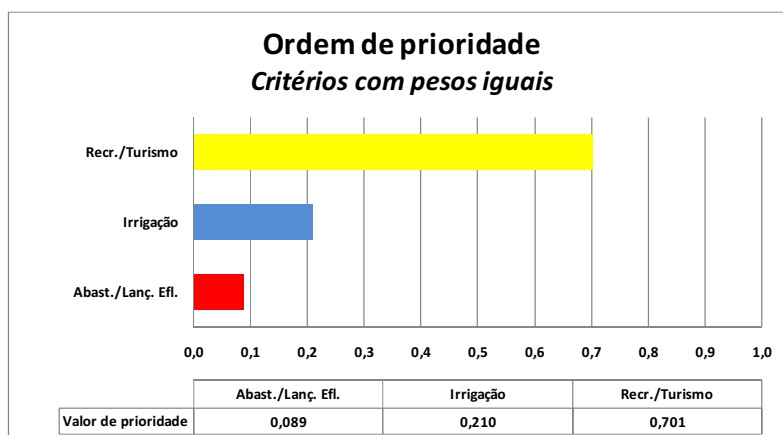


Figura 23 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Populina-SP

De acordo com o apresentado na Figura 23 é notável a superioridade da alternativa “Recreação e turismo”.

A Figura 24 apresenta a classificação de cada alternativa de uso com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” e a Figura 25 mostra a ordem de prioridade quando este mesmo critério é priorizado.

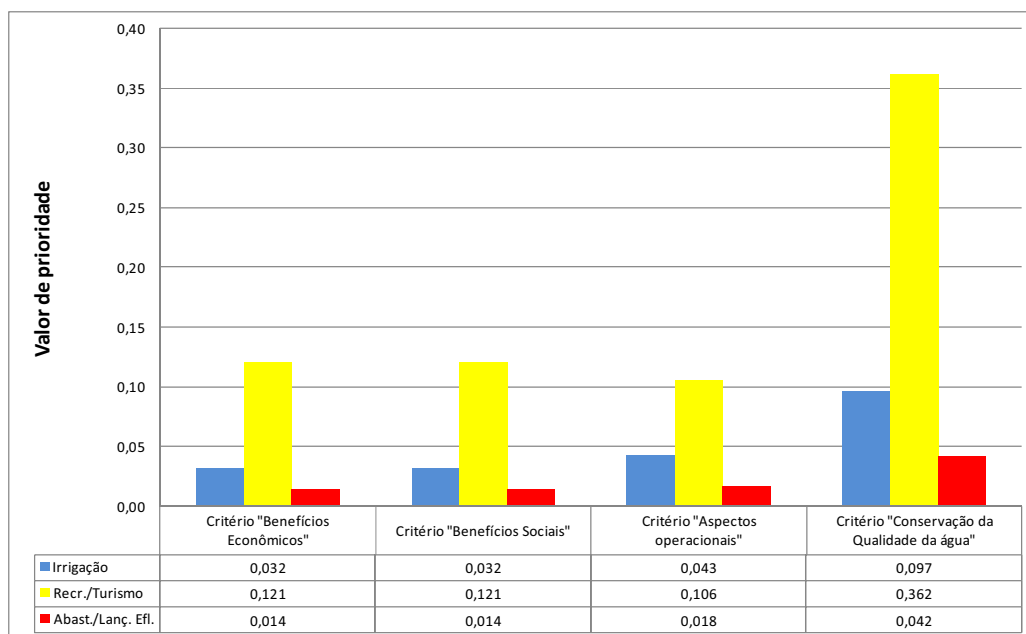


Figura 24 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Populina-SP

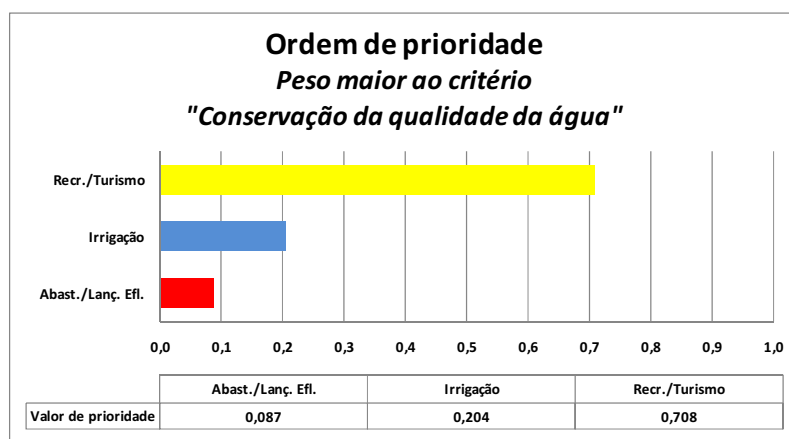


Figura 25 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Populina-SP

Conforme mostrado pelos gráficos, mesmo quando o critério “Conservação da qualidade da água” é priorizado, o uso da água mais interessante no município, de acordo com o apresentado nos questionários, é a recreação e o turismo.

Segundo dados do IBGE (2006), o município de Populina apresenta grande parte de sua área ocupada por pastagens (cerca de 61%), indicando a importância da pecuária neste município, porém, conforme dados do sistema CANASAT (2010), a área cultivada de cana-de-açúcar aumentou, passando de 785 em 2004 para 8.666 hectares em 2010, ocupando cerca de 27% da área do município. Este rápido crescimento desta cultura no município pode ser explicado pela instalação recente de duas usinas sucroalcooleiras na região, a Usina Ouroeste e a Usina Indiaporã. Outras culturas que também merecem destaque no município são a da laranja e do milho (CATI, 2008).

A hidrografia de Populina é composta pelo Rio Grande, ribeirões Arrancado e Santa Rita, córregos Perdido, Inferninho, Água Limpa, da Mateira, da Preguiça, da Emerenciana, das Pedras e Barra Bonita.

De acordo com os dados coletados, no município em questão não há utilização das águas para aquicultura e para a navegação comercial. Nos editais de licitação dos parques aquícolas do Estado de São Paulo (São José do Dourados, Córrego da Anta, Córrego Parobi e Córrego da Ponte Pensa) e do Mato Grosso do Sul (Córrego Badim, Córrego Rio Grande, Córrego Brejo Comprido, Rio Santa Quitéria e Córrego do Cupins) é permitida a concorrência dos moradores de Populina, fato este que pode incentivar o início da prática da piscicultura em tanques-rede no município.

Conforme os resultados apresentados, o turismo se destaca no município motivado principalmente pelas atividades relacionadas à pesca.

A irrigação no município ocorre através dos sistemas de aspersão (convencional), microaspersão/gotejamento e pivô central (CATI, 2008). No entanto, de acordo com o relatado pelo decisor, a prática da irrigação é pouco utilizada no município. De acordo com os dados

publicados pelo IBGE (2006), a área irrigada corresponde a cerca de 1% da área total de Populina (437 hectares). Segundo dados do DAEE (2010), há no município seis irrigantes cadastrados que se utilizam de água captada superficialmente, sendo que as maiores demandas se encontram no Rio Grande e Ribeirão Arrancado.

A alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” obteve o menor escore de prioridade dentro dos critérios analisados. Isto é explicado pelo fato do município em questão não utilizar mananciais superficiais para abastecimento, para isto é realizada captação subterrânea. Com relação a essa alternativa, o município faz o lançamento de seus efluentes no Córrego Barra Bonita, afluente do Rio Grande. Em Populina a rede coletora de esgoto atende 100% da população e todo o esgoto coletado é tratado (CETESB, 2010).

#### 4.1.6 Rubinéia

Os usos dos recursos hídricos superficiais apresentados no município de Rubinéia são mostrados abaixo:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Aquicultura;
- e) Navegação e transporte.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 5, como pode ser observado na Tabela 4.07. A Tabela 4.07 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.07 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Rubinéia-SP

| <b>Matriz 6A: RC=0,08</b><br><b>“Benefícios econômicos”</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
|-------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| Irrigação                                                   | 1                | 1                    | 1                  | 5                        | 5                   |
| Recr./Turismo                                               | 1                | 1                    | 1/3                | 5                        | 5                   |
| Aquicultura                                                 | 1                | 3                    | 1                  | 3                        | 9                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                           | 1/5              | 1/5                  | 1/3                | 1                        | 5                   |
| Naveg/Transp                                                | 1/5              | 1/5                  | 1/9                | 1/5                      | 1                   |
| <b>Matriz 6B: RC=0,03</b><br><b>“Benefícios sociais”</b>    | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| Irrigação                                                   | 1                | 1/5                  | 1/5                | 1                        | 1                   |
| Recr./Turismo                                               | 5                | 1                    | 3                  | 5                        | 3                   |
| Aquicultura                                                 | 5                | 1/3                  | 1                  | 3                        | 5                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                           | 1                | 1/5                  | 1/3                | 1                        | 3                   |
| Naveg/Transp                                                | 1                | 1/3                  | 1/5                | 1/3                      | 1                   |
| <b>Matriz 6C: RC=0,03</b><br><b>“Aspectos operacionais”</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| Irrigação                                                   | 1                | 1/5                  | 1/5                | 1                        | 1/5                 |
| Recr./Turismo                                               | 5                | 1                    | 3                  | 5                        | 1                   |
| Aquicultura                                                 | 5                | 1/3                  | 1                  | 3                        | 1                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                           | 1                | 1/5                  | 1/3                | 1                        | 1/5                 |
| Naveg/Transp                                                | 5                | 1                    | 1                  | 5                        | 1                   |

(continua)

Tabela 4.07 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Rubinéia-SP (continuação)

| <b>Matriz 6D: RC=0,08</b><br><b>“Conservação da Qualidade da água”</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
|------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| <b>Irrigação</b>                                                       | <b>1</b>         | 1/5                  | 1                  | 5                        | 1/3                 |
| <b>Recr./Turismo</b>                                                   | 5                | <b>1</b>             | 5                  | 5                        | 1                   |
| <b>Aquicultura</b>                                                     | 1                | 1/5                  | <b>1</b>           | 3                        | 1                   |
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b>                                               | 1/5              | 1/5                  | 1/3                | <b>1</b>                 | 1/5                 |
| <b>Naveg/Transp</b>                                                    | 3                | 1                    | 1                  | 5                        | <b>1</b>            |

A Figura 26 exibe os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios, que neste caso foram considerados de igual importância.

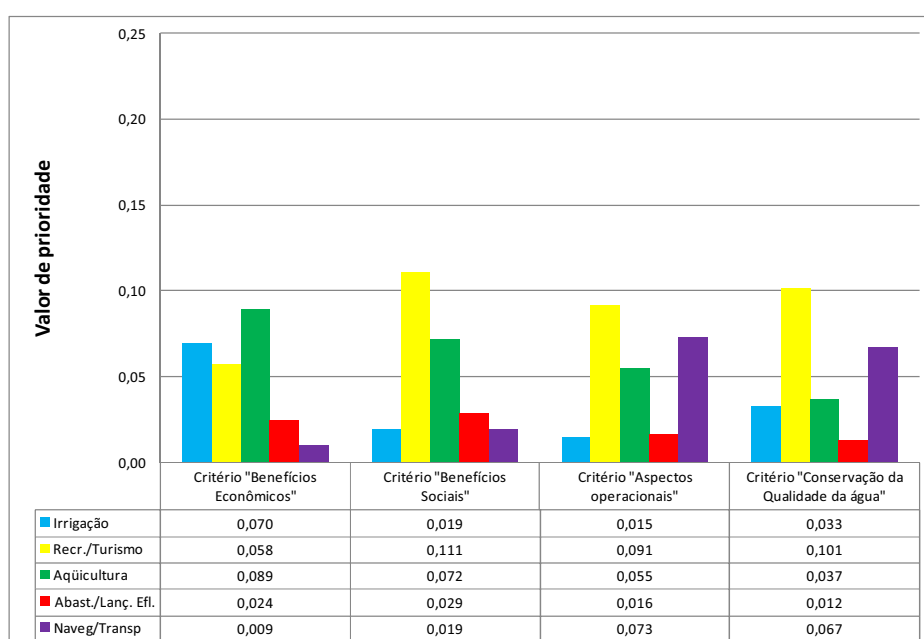


Figura 26 –Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Rubinéia-SP

Na Figura 26 é possível notar que a utilização da água para aquicultura prevaleceu sobre as demais no critério “Benefícios econômicos”. Entretanto, nos demais critérios avaliados a alternativa “Recreação e turismo” obteve o maior valor.

A ordem de prioridade considerando os critérios com pesos iguais pode ser observada na Figura 27.

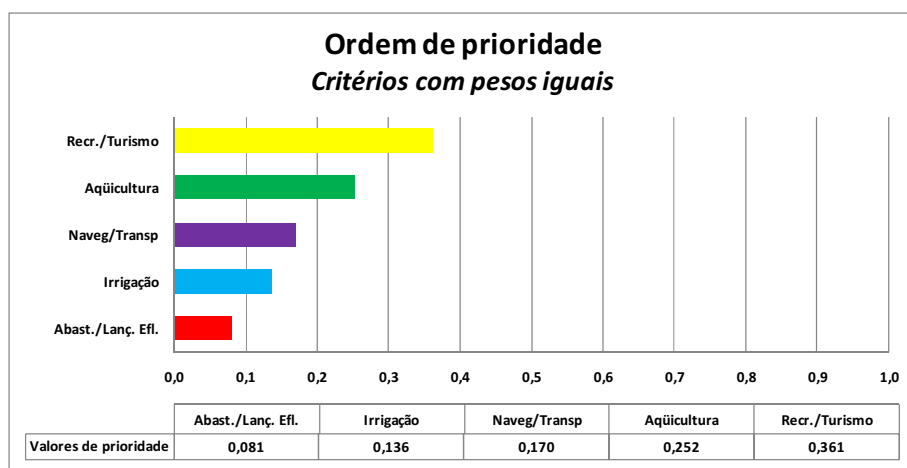


Figura 27 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os cr terios com pesos iguais - Rubinéia-SP

De acordo com o apresentado na Figura 27 a alternativa “Recreação e turismo” obteve o maior valor de prioridade. Em segundo lugar ficou “Aquicultura”, seguida por “Navegação e transporte”, “Irrigação” e “Abastecimento e lançamento de efluentes”, respectivamente.

A Figura 28 apresenta a classificação de cada alternativa de uso com a priorização do cr terio “Conservação da qualidade da água” e a Figura 29 mostra a ordem de prioridade para este caso.

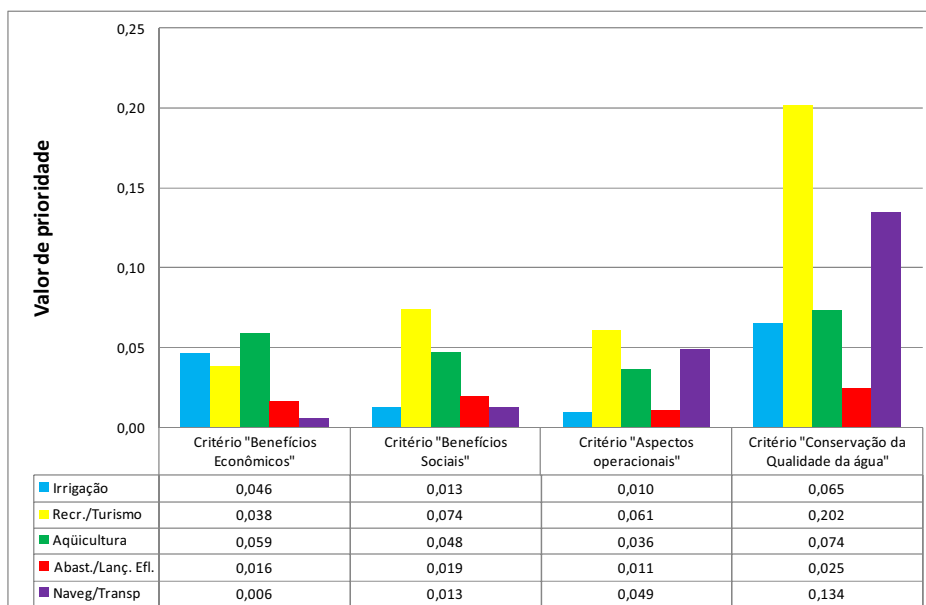


Figura 28 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o cr terio “Conservação da qualidade da  gua” Rubinéia-SP

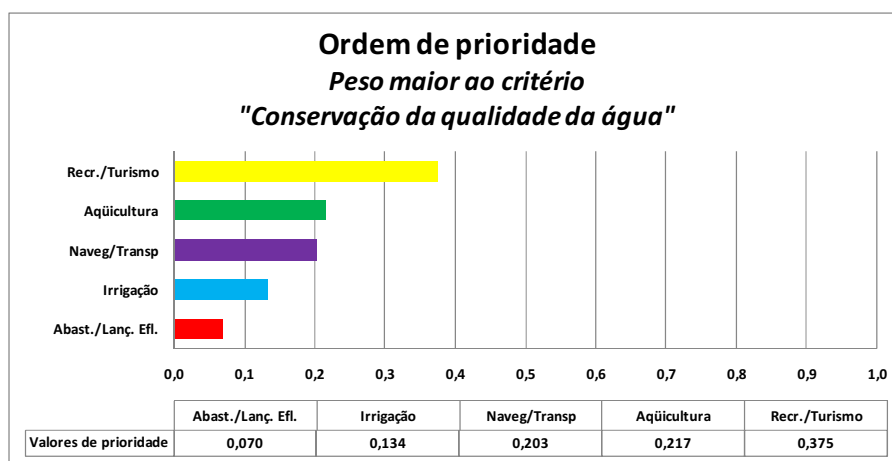


Figura 29 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Rubinéia-SP

Na Figura 29 é possível notar que mesmo priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” a ordem de prioridade não se alterou, porém os valores foram modificados. As alternativas “Recreação e turismo” e “Navegação e transporte” apresentaram alta em seus valores de prioridade. Já os usos “Aquicultura”, “Irrigação” e “Abastecimento e lançamento de efluentes” obtiveram diminuição em seus escores.

O município de Rubinéia foi um dos mais prejudicados pelo enchimento do reservatório, pois além de ter que mudar seu sítio urbano de local, teve um terço de sua área cultivável inundada (IPT, 2000).

Quanto ao uso e ocupação do solo, conforme dados do IBGE (2006), as pastagens ocupam cerca de 43% da área total de Rubinéia.

Nos últimos anos, o cultivo da cana-de-açúcar apresentou um elevado crescimento, ocupando cerca de 9% (2032 hectares) da área do município (CANASAT, 2010). Este aumento se justifica pela presença da usina sucroalcooleira Vale do Paraná, localizada em Suzanópolis, nas proximidades do município.

Rubinéia pertence à UGRHI 18 (São José dos Dourados). A rede hidrográfica do município é formada pelo Rio Paraná, além de Córregos como: Sapé, Bacuri, São José, Jacu Queimado, Traíra, Taiapu, Queixada e Limoeiro. Todos estes cursos d'água citados apresentam algum grau de assoreamento resultante de processo erosivo (IPT, 2008).

No presente trabalho, foi obtida como prioridade para o município a utilização das águas para recreação e turismo. O potencial turístico do município de Rubinéia gira em torno de atrativos como o Rio Paraná, Praia do Sol, Praia Ipanema, Praia do Porto Taboad, próximos a estes locais existem pousadas para hospedagem dos turistas. Nas praias de Rubinéia são praticados esportes náuticos, pesca esportiva e atividades de contato primário, tais como natação e mergulho.



A atividade de aquicultura, de acordo com o analisado, se mostrou bastante interessante para o município. Rubinéia integra o Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Sustentável da Piscicultura (Cimdespi), onde são oferecidos cursos de capacitação e treinamento.

O Cimdespi é formado pelas prefeituras dos municípios de Santa Clara D'Oeste, Santa Rita D'Oeste, Três Fronteiras, Nova Canaã Paulista, Rubinéia e Santa Fé do Sul, com apoio do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), participação do Governo do Estado de São Paulo (por meio da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, da CATI e da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios e do Instituto da Pesca-APTA), e patrocínio de diversos parceiros da iniciativa privada.

O município possui três áreas aquícolas localizadas nos córregos Taiaçu, Jacu Queimado e do Sapé (SINAU, 2010). O MPA delimitou áreas para expansão da aquicultura na região, sendo que no edital de licitação foi permitida a participação de Rubinéia, isto deve incrementar ainda mais as atividades relacionadas à aquicultura no município. Um dos locais escolhidos para a instalação do parque aquícola é o Ribeirão Ponte Pensa, próximo à Rubinéia.

A navegação no município tem ligação com o turismo e com a pesca esportiva, pois há uma empresa no município que realiza passeios pela região com um barco hotel. Com relação à navegação, de acordo com o IPT (2000), existe um projeto de construção de um porto intermodal no município, o que auxiliaria no desenvolvimento regional.

O Projeto Lupa (CATI, 2008) identificou os seguintes sistemas de irrigação: aspersão (convencional), microaspersão/gotejamento e pivô central, porém a área cadastrada com cultivo irrigado pelo IBGE (2006) é de 88 hectares, representando cerca de 0,4% da área total do município. As duas maiores captações outorgadas para irrigação encontram-se no Córrego São José (DAEE, 2010), sendo a água destinada para o cultivo de feijão e milho.

A administração dos serviços de água e esgoto é de responsabilidade da Sabesp. A água para abastecimento público é proveniente de três poços profundos (SABESP, 2010), o que justifica o baixo valor de prioridade obtido por esta utilização da água na presente pesquisa. No município cerca de 70% do esgoto é coletado, sendo que todo o esgoto coletado passa pela ETE (sistema de lagoa facultativa) (SABESP, 2010). O efluente já tratado é lançado no Córrego Jacú Queimado.

No que tange à poluição hídrica é importante observar que o Córrego Jacú Queimado possui áreas aquícolas (cultivo de tilápias) localizadas à montante do lançamento do efluente tratado, este fato pode prejudicar a qualidade dos peixes produzidos ali, como também desencadear um processo de eutrofização, devido à carga de poluentes provenientes dos dois tipos de usos.

#### 4.1.7 Santa Albertina

O município de Santa Albertina apresentou como usos significantes as seguintes utilizações da água:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Aquicultura;
- e) Navegação e transporte.

As respostas do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 5, como pode ser observado na Tabela 4.07. A Tabela 4.07 apresenta, ainda, a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.08 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Santa Albertina-SP

| <b>Matriz 7A: RC=0,10</b><br><b><i>“Benefícios econômicos”</i></b>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| Irrigação                                                                     | 1                | 1/5                  | 3                  | 5                        | 5                   |
| Recr./Turismo                                                                 | 5                | 1                    | 5                  | 7                        | 9                   |
| Aquicultura                                                                   | 1/3              | 1/5                  | 1                  | 5                        | 3                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                                             | 1/5              | 1/7                  | 1/5                | 1                        | 1/3                 |
| Naveg/Transp                                                                  | 1/5              | 1/9                  | 1/3                | 3                        | 1                   |
| <b>Matriz 7B: RC=0,07</b><br><b><i>“Benefícios sociais”</i></b>               | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| Irrigação                                                                     | 1                | 1/5                  | 1/7                | 5                        | 3                   |
| Recr./Turismo                                                                 | 5                | 1                    | 1                  | 7                        | 7                   |
| Aquicultura                                                                   | 7                | 1                    | 1                  | 9                        | 7                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                                             | 1/5              | 1/7                  | 1/9                | 1                        | 1/3                 |
| Naveg/Transp                                                                  | 1/3              | 1/7                  | 1/7                | 3                        | 1                   |
| <b>Matriz 7C: RC=0,09</b><br><b><i>“Aspectos operacionais”</i></b>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| Irrigação                                                                     | 1                | 1/7                  | 1/5                | 5                        | 3                   |
| Recr./Turismo                                                                 | 7                | 1                    | 3                  | 9                        | 9                   |
| Aquicultura                                                                   | 5                | 1/3                  | 1                  | 7                        | 7                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                                             | 1/5              | 1/9                  | 1/7                | 1                        | 1/3                 |
| Naveg/Transp                                                                  | 1/3              | 1/9                  | 1/7                | 3                        | 1                   |
| <b>Matriz 7D: RC=0,09</b><br><b><i>“Conservação da Qualidade da água”</i></b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| Irrigação                                                                     | 1                | 1/3                  | 1/3                | 7                        | 3                   |
| Recr./Turismo                                                                 | 3                | 1                    | 1/3                | 7                        | 5                   |
| Aquicultura                                                                   | 3                | 3                    | 1                  | 9                        | 7                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                                             | 1/7              | 1/7                  | 1/9                | 1                        | 1/5                 |
| Naveg/Transp                                                                  | 1/3              | 1/5                  | 1/7                | 5                        | 1                   |

A Figura 30 apresenta os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios do problema, neste caso foram considerados todos os critérios com pesos iguais.

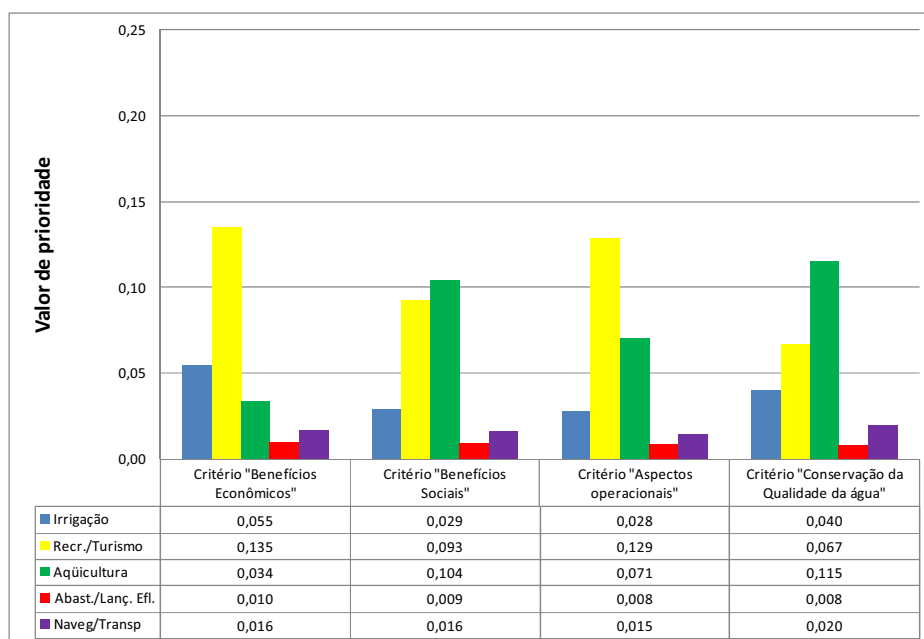


Figura 30 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Santa Albertina - SP

Na Figura 30 é possível notar que a utilização da água para recreação e turismo prevaleceu sobre as demais nos critérios “Benefícios econômicos” e “Aspectos operacionais”, porém nos critérios “Benefícios sociais” e “Conservação da qualidade da água” a “Aqüicultura” obteve os maiores valores de prioridade.

A ordem de prioridade considerando os critérios com pesos iguais pode ser observada na Figura 31.

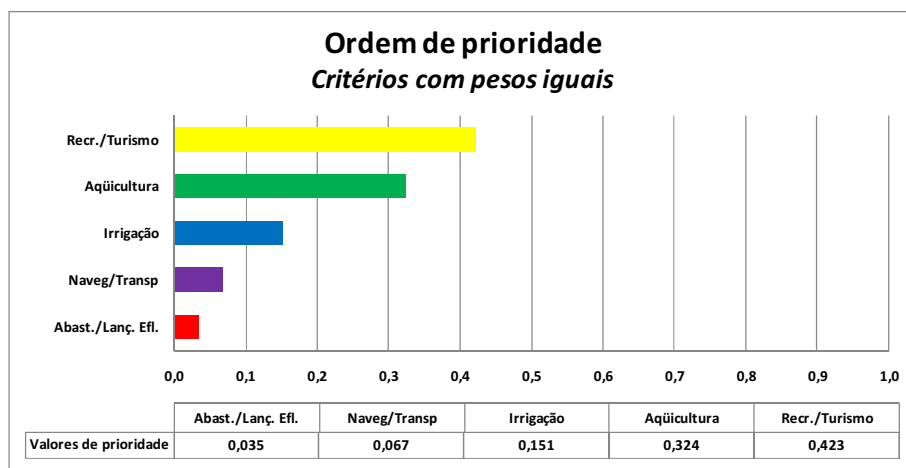


Figura 31 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Santa Albertina - SP

De acordo com o apresentado na Figura 31 a alternativa “Recreação e turismo” foi a prioritária, sendo que o uso da água para aqüicultura também se mostrou interessante.

A Figura 32 apresenta a classificação de cada alternativa de uso com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” e a Figura 33 mostra a ordem de prioridade quando este mesmo critério é priorizado.

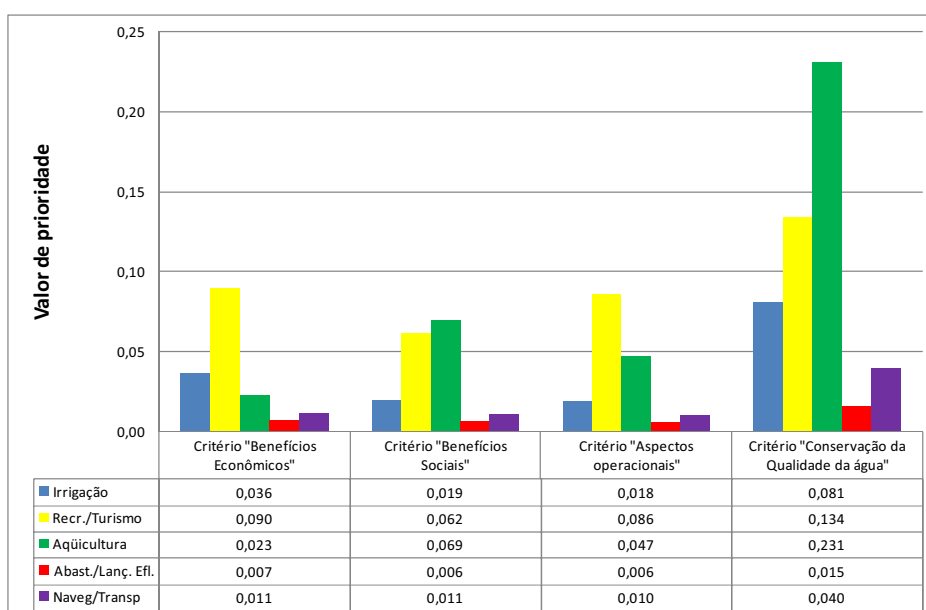


Figura 32 – Valores de prioridade das alternativas atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Santa Albertina - SP

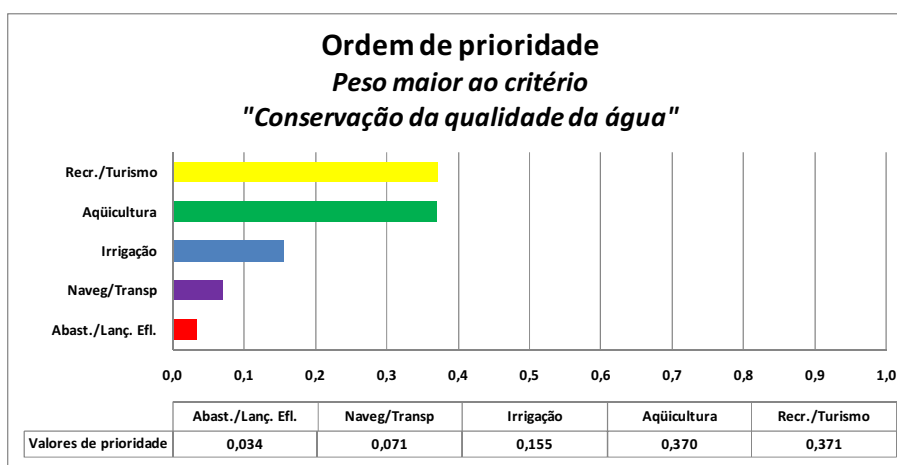


Figura 33 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Santa Albertina – SP

Os julgamentos realizados pelo decisor indicaram a aquicultura como o uso que causa menor impacto ao ambiente aquático, conforme pôde ser observado nos índices de prioridades (Figura 30 e Figura 32). Deste modo, quando se priorizou o critério qualidade da água, a aquicultura aumentou seu valor de prioridade passando de 0,324 para 0,370, aproximando do valor obtido pelo uso “Recreação e turismo” (0,371).

No município de Santa Albertina cerca de 62% da área é destinada às pastagens (IBGE, 2006), sendo que o rebanho de bovinos é de aproximadamente 31.500 cabeças (IBGE, 2008). Além da criação de gado bovino, se destacam no município a fruticultura, em especial a laranja, e, também, as culturas de milho e algodão.

A instalação de uma usina sucroalcooleira no município em meados de 2009 tem sido determinante para modificar esse cenário, pois com isto houve um avanço da cultura da cana-

de-açúcar em Santa Albertina e nos municípios limítrofes. A área ocupada pela safra de cana no período de 2009 a 2010 foi de aproximadamente 836 hectares (CANASAT, 2010). Ainda assim, a demanda de cana-de-açúcar deve aumentar nos próximos anos, visto que a usina passará a produzir açúcar em 2011.

A hidrografia de Santa Albertina é composta pelo Rio Grande, Ribeirão das Araras e do Cavalo e pelos córregos Cascavel, do Jacu, do Jataí, do Retrato, do Anhanguera, da Mata, do Paes Leme, Sertãozinho e do Schmidt.

Conforme os critérios abordados, o decisor considerou a alternativa “Recreação e turismo” como a de maior prioridade. A localização geográfica de Santa Albertina favorece este tipo de utilização, lembrando que desde a época de sua fundação já era conhecida por suas praias às margens do Rio Grande (SANTA ALBERTINA, 2010).

Entre os atrativos turísticos de Santa Albertina se destacam a Praia da Ilha da Mutuca, a Praia do Barroso e a Prainha. Dentre estas, a Prainha é a mais conhecida, uma vez que possui infraestrutura para receber turistas e é onde se localiza o porto hidroviário que viabiliza a travessia de Santa Albertina ao distrito de Estrela da Barra, pertencente ao município de Carneirinho-MG.

De acordo com as ponderações do decisor, a aquicultura apresentou alto potencial em Santa Albertina. O município está incluso no projeto do MPA de expansão da aquicultura em reservatórios, onde foi instalada uma área demonstrativa com tanques-rede no Rio Grande com recursos do Governo Federal (SINAU, 2010). Outro fator importante é que os moradores de Santa Albertina podem participar das licitações em outros parques aquícolas no reservatório de Ilha Solteira.

A prática da irrigação ocorre, principalmente, com utilização da água do Ribeirão das Araras e dos córregos do Schmidt e do Cavalo (DAEE, 2010), sendo que os sistemas de irrigação empregados são: autopropelido, aspersão (convencional), microaspersão/gotejamento e pivô central (CATI, 2008).

Em relação à navegação, o município possui um porto hidroviário, onde pedestres e veículos podem realizar a travessia de balsa para o Estado de Minas Gerais através do Rio Grande.

Considerando a categoria de uso “Abastecimento e lançamento de efluentes”, 100% da água para abastecimento público é proveniente de aquíferos subterrâneos, sendo que para esta função existem três poços profundos. O sistema público de abastecimento atende 100% da população e a rede coletora de esgoto abrange cerca de 96% da população (SABESP, 2010). O município trata em sua ETE todo o esgoto coletado e faz o lançamento de seu efluente no Córrego d’Oeste, que deságua no Ribeirão do Cavalo, afluente do Rio Grande.

Cabe enfatizar que grande parte da área de Santa Albertina se encontra em uma região considerada de “muito alta suscetibilidade à erosão” (DAEE/IPT, 1997 *apud* IPT/CPTI, 2009).

Como consequência, alguns mananciais já desenvolveram processos de assoreamento, dentre eles merecem destaque os córregos do Cavalo, do Paes Leme, Schmidt, da Mata e Boa Esperança (IPT, 2007 *apud* IPT/CPTI, 2009).

#### 4.1.8 Santa Clara d'Oeste

Os usos dos recursos hídricos superficiais que ocorrem no município de Santa Clara d'Oeste abrangem as seguintes categorias:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Aquicultura.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 4, como pode ser observado na Tabela 4.09. A Tabela 4.09 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.09 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Santa Clara d'Oeste-SP

| <b>Matriz 8A: RC=0,08</b><br><b><i>"Benefícios econômicos"</i></b>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| Irrigação                                                                     | 1                | 1/3                  | 1/7                | 5                        |
| Recr./Turismo                                                                 | 3                | 1                    | 1/3                | 7                        |
| Aquicultura                                                                   | 7                | 3                    | 1                  | 9                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                             | 1/5              | 1/7                  | 1/9                | 1                        |
| <b>Matriz 8B: RC=0,05</b><br><b><i>"Benefícios sociais"</i></b>               | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                                     | 1                | 1/7                  | 1/7                | 1/3                      |
| Recr./Turismo                                                                 | 7                | 1                    | 1                  | 3                        |
| Aquicultura                                                                   | 7                | 1                    | 1                  | 7                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                             | 3                | 1/3                  | 1/7                | 1                        |
| <b>Matriz 8C: RC=0,06</b><br><b><i>"Aspectos operacionais"</i></b>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                                     | 1                | 1/3                  | 1/3                | 1                        |
| Recr./Turismo                                                                 | 3                | 1                    | 3                  | 3                        |
| Aquicultura                                                                   | 3                | 1/3                  | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                             | 1                | 1/3                  | 1/3                | 1                        |
| <b>Matriz 8D: RC=0,09</b><br><b><i>"Conservação da Qualidade da água"</i></b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                                     | 1                | 1/5                  | 1/5                | 7                        |
| Recr./Turismo                                                                 | 5                | 1                    | 1                  | 9                        |
| Aquicultura                                                                   | 5                | 1                    | 1                  | 9                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                             | 1/7              | 1/9                  | 1/9                | 1                        |

A Figura 34 exibe os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios do problema, neste caso os critérios foram considerados de pesos iguais.

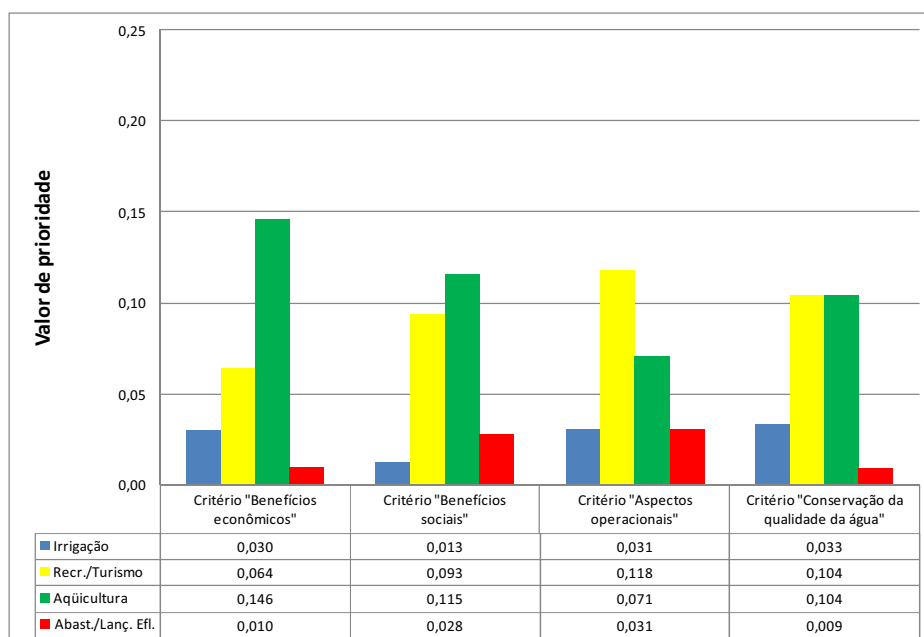


Figura 34 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Santa Clara d'Oeste – SP

Conforme pode ser observado na Figura 34, a utilização da água para aquicultura foi considerada prioridade para os critérios “Benefícios econômicos” e “Benefícios sociais”. Com relação ao critério “Aspectos operacionais” a alternativa “Recreação e turismo” obteve o maior escore de prioridade.

Nos julgamentos referentes ao critério “Conservação da qualidade da água” as alternativas “Recreação e turismo” e “Aquicultura” obtiveram os mesmos valores de prioridade, ou seja, ambas foram consideradas pelo decisor como as alternativas que oferecem menor impacto ao ambiente aquático.

A ordem de prioridade global para o município de Santa Clara d'Oeste é apresentada na Figura 35.

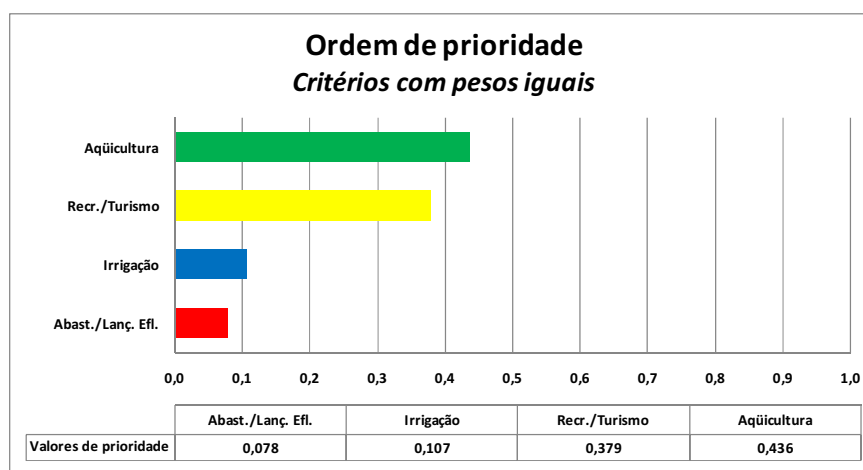


Figura 35 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Santa Clara d'Oeste – SP

Os resultados apresentados apontam que a alternativa “Aqüicultura” foi considerada prioritária no município. Entretanto, a alternativa “Recreação e turismo” obteve um valor de prioridade alto, ficando como segunda alternativa de uso na ordem de prioridade. As alternativas “Irrigação” e “Abastecimento e lançamento de efluentes” se mostram menos interessantes na visão do decisor ficando, respectivamente, em terceiro e quarto lugar na ordem de prioridade.

A Figura 36 apresenta a classificação de cada alternativa de uso com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” e a Figura 37 mostra a ordem de prioridade quando este mesmo critério é priorizado.

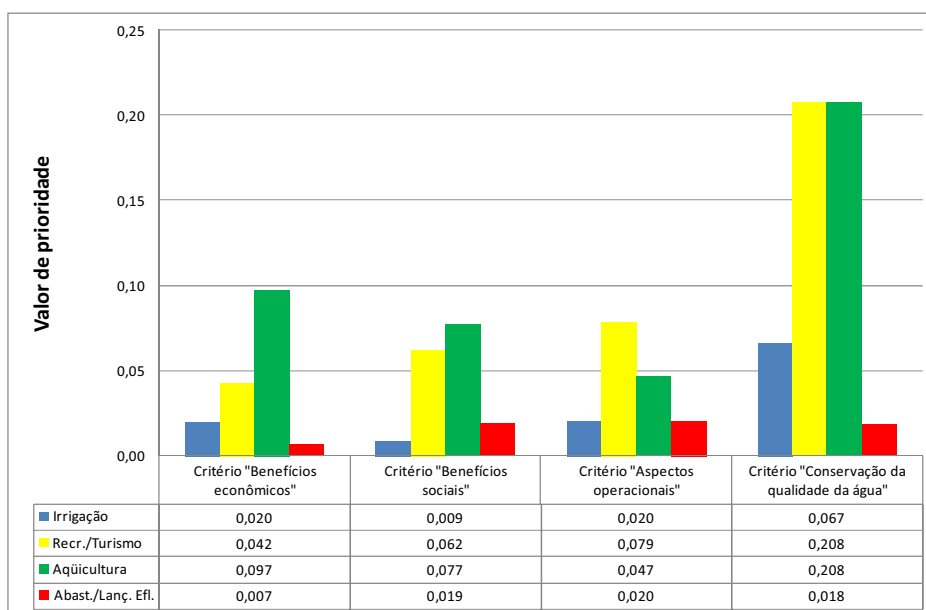


Figura 36 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Santa Clara d'Oeste – SP

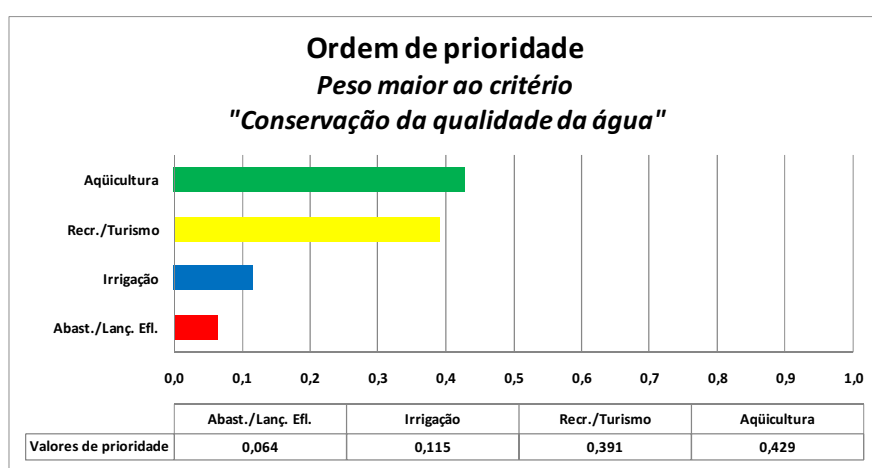


Figura 37 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Santa Clara d'Oeste – SP



Conforme mostrado na Figura 37, a ordem de prioridade não se alterou em relação ao primeiro caso. Com as modificações nos valores de prioridade nota-se que o decisor considerou as alternativas “Abastecimento e lançamento de efluentes” e “Aquicultura” como mais impactantes aos recursos hídricos que as demais, visto que os valores de prioridades destas duas opções diminuíram quando o critério “Conservação da qualidade da água” foi priorizado.

Santa Clara d'Oeste se encontra situada na UGRHI 15, Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande e próxima ao ponto de confluência entre os rios Paranaíba e Grande, onde se inicia o Rio Paraná. Os outros cursos d'água presentes no município são: Córrego do Contra, Córrego do Cã-Cã e Córrego do Mineiro.

O município de Santa Clara d'Oeste possui grande parte de sua área territorial ocupada por pastagens. Dados coletados pelo Projeto LUPA indicam que as pastagens estão presentes em cerca de 68% de toda a área do município (CATI, 2008). Dentre os cultivos encontrados no município merecem destaque: milho, soja e feijão (IBGE, 2009b), já no ramo da fruticultura destacam-se: laranja, manga e uva.

De acordo com os julgamentos do decisor, a utilização da água para aquicultura foi apontada como prioritária. Em 2006, Santa Clara d'Oeste recebeu do Governo Federal unidades demonstrativas de tanques-rede, nestes locais foram ministrados cursos de capacitação e treinamento. O município compõe o Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Sustentável da Piscicultura (Cimdespi) e, atualmente, possui cerca de dez áreas com tanques-rede distribuídos pelo reservatório de Ilha Solteira (SINAU, 2010).

O segmento de “Recreação e turismo” também se mostrou interessante em Santa Clara d'Oeste, visto que obteve um alto valor de prioridade. No município, o potencial turístico está relacionado, principalmente, às atividades de pesca amadora e esportiva em diversos pontos do reservatório de Ilha Solteira e seus afluentes. Ainda com relação aos atrativos turísticos existem ranchos (áreas de segunda residência) e pousadas localizadas às margens do reservatório de Ilha Solteira (SANTA CLARA D'OESTE, 2010).

Os resultados indicaram a pouca expressão da utilização dos recursos hídricos superficiais para irrigação. Os dados do IBGE (2006) puderam confirmar esse fato, visto que a área registrada com agricultura irrigada é de 53 hectares. De acordo com o projeto LUPA (CATI, 2008), no município existem dois conjuntos de sistema de pivô central e cinco conjuntos de irrigação localizada (microaspersão ou gotejamento).

Com relação à alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes”, são utilizados, no município, três poços profundos para o abastecimento da população, justificando o baixo valor de prioridade obtido por esta categoria. Os serviços de água e esgoto são prestados pela Sabesp, sendo que a rede de abastecimento de água atende 100% da população e a rede de

esgoto atende cerca de 97% (SABESP, 2010). Todo o volume de esgoto coletado passa pela ETE e após o tratamento é lançado no Córrego do Contra.

Uma questão importante no município é a presença de processos de assoreamento nos córregos do Contra, Mineiro e Cã-Cã (IPT/CPTI, 2009), denotando a situação de vulnerabilidade dos solos destas sub-bacias aos processos erosivos, podendo limitar os usos dos recursos hídricos futuramente.

#### 4.1.9 Santa Fé do Sul

No município de Santa Fé do Sul prevalecem as seguintes utilizações do reservatório de Ilha Solteira e seus afluentes:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Aquicultura.

As respostas fornecidas pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 4, como pode ser observado na Tabela 4.10. A Tabela 4.10 apresenta ainda a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.10 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Santa Fé do Sul-SP

| <b>Matriz 9A: RC=0,02</b><br><i>“Benefícios econômicos”</i>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
|------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| Irrigação                                                              | 1                | 1/3                  | 1/5                | 1/5                      |
| Recr./Turismo                                                          | 3                | 1                    | 1/3                | 1/3                      |
| Aquicultura                                                            | 5                | 3                    | 1                  | 1                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 5                | 3                    | 1                  | 1                        |
| <b>Matriz 9B: RC=0,03</b><br><i>“Benefícios sociais”</i>               | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                              | 1                | 1/5                  | 1/7                | 1/7                      |
| Recr./Turismo                                                          | 5                | 1                    | 1/3                | 1/3                      |
| Aquicultura                                                            | 7                | 3                    | 1                  | 1                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 7                | 3                    | 1                  | 1                        |
| <b>Matriz 9C: RC=0,09</b><br><i>“Aspectos operacionais”</i>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                              | 1                | 1/5                  | 3                  | 5                        |
| Recr./Turismo                                                          | 5                | 1                    | 5                  | 7                        |
| Aquicultura                                                            | 1/3              | 1/5                  | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/5              | 1/7                  | 1/3                | 1                        |
| <b>Matriz 9D: RC=0,08</b><br><i>“Conservação da Qualidade da água”</i> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                              | 1                | 3                    | 5                  | 5                        |
| Recr./Turismo                                                          | 1/3              | 1                    | 3                  | 3                        |
| Aquicultura                                                            | 1/5              | 1/3                  | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                      | 1/5              | 1/3                  | 1/3                | 1                        |

A Figura 38 apresenta os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios do problema, neste caso foram considerados todos os critérios com pesos iguais.

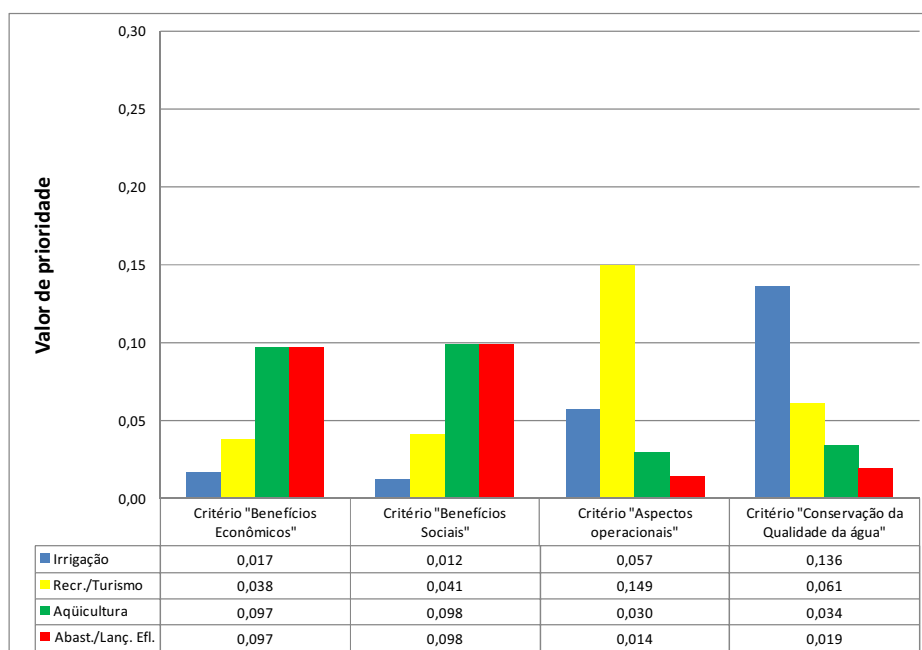


Figura 38 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Santa Fé do Sul-SP

Na Figura 38 foi possível observar que houve uma variação dos usos prioritários nos quatro critérios avaliados. De acordo com o avaliado pelo decisor, a utilização da água para “Aqüicultura” e para “Abastecimento e lançamento de efluentes” geram maiores benefícios econômicos e sociais. Entretanto, levando em consideração a facilidade de operação, a alternativa “Recreação e turismo” é a mais interessante. Por fim, a irrigação se mostrou a alternativa que menos degrada os recursos hídricos.

A ordem de prioridade considerando os critérios com pesos iguais pode ser observada na Figura 39.

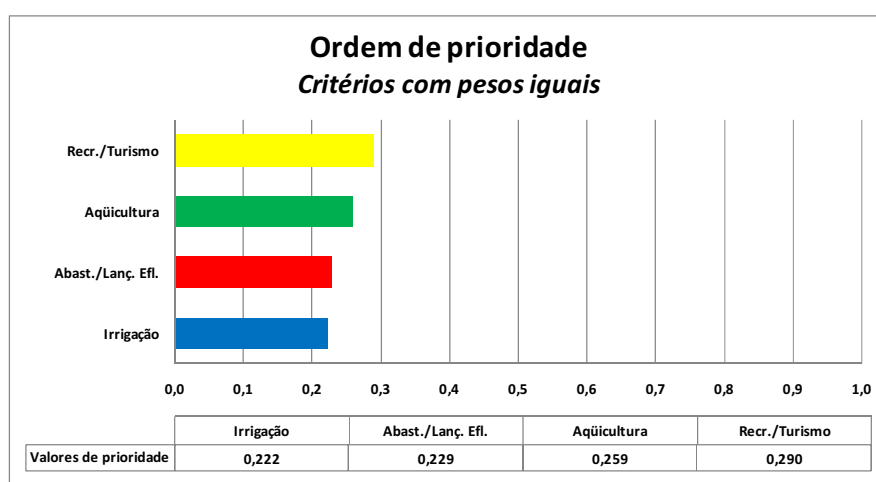


Figura 39 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Santa Fé do Sul-SP

Analisando o gráfico mostrado na Figura 39 é possível perceber que a alternativa “Recreação e turismo” obteve o maior valor de prioridade (0,290), porém os demais usos da água atingiram valores bem próximos, ficando a aquicultura em segundo lugar (0,259), seguida por “Abastecimento e lançamento de efluentes” (0,229) e Irrigação (0,222), que obteve o menor valor de prioridade.

A Figura 40 apresenta a classificação de cada alternativa de uso com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” e a Figura 41 mostra a ordem de prioridade quando este mesmo critério é priorizado.

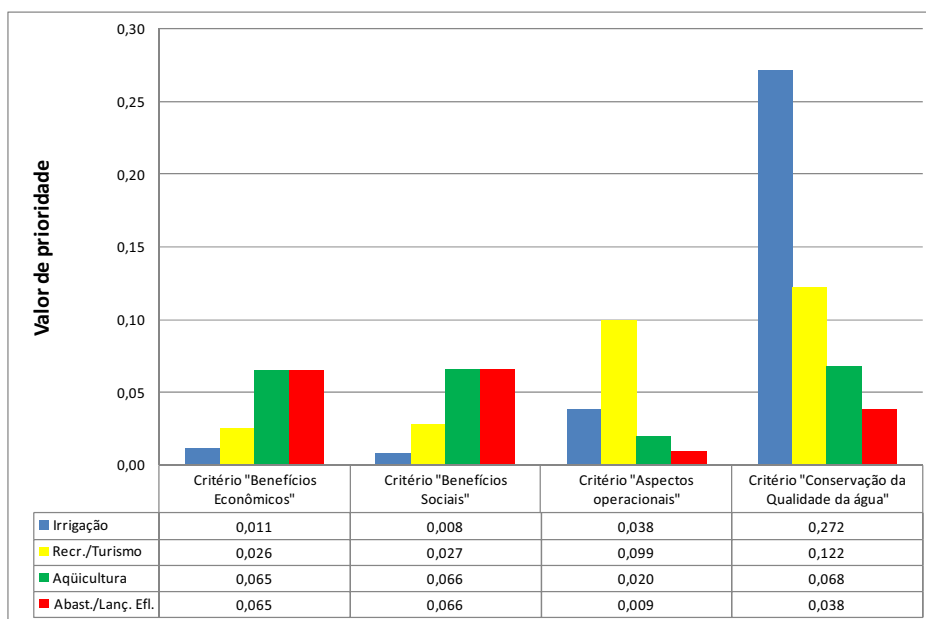


Figura 40 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Santa Fé do Sul-SP

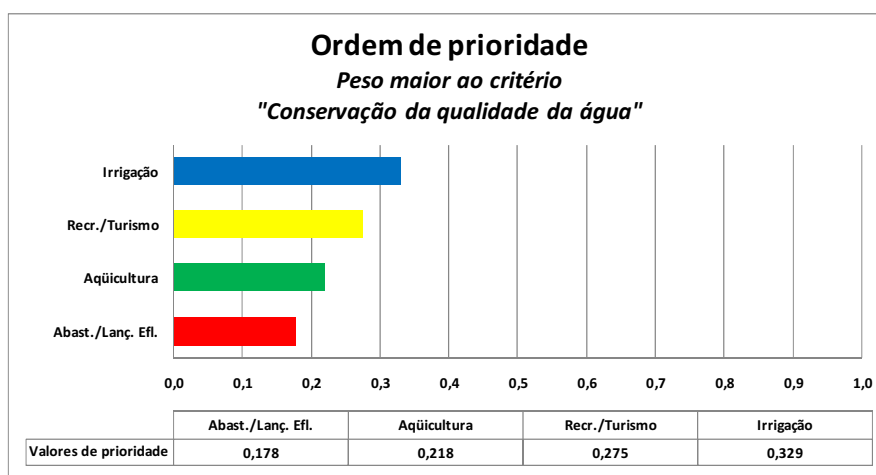


Figura 41 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Santa Fé do Sul-SP

Conforme pode ser observado na Figura 41, a ordem de preferência foi alterada com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água”. Neste caso, a alternativa

“Irrigação” ficou como prioritária, seguida por “Recreação e turismo”, “Aquicultura” e “Abastecimento e lançamento de efluentes”, respectivamente.

O município de Santa Fé do Sul possui cerca de 64% de sua área territorial ocupada por pastagens (IBGE, 2006), indicando a importância da pecuária no município, que segundo dados do IBGE (2008), possui um rebanho aproximado de 26.500 cabeças de gado bovino. Na agricultura destacam-se o cultivo de milho, feijão, café, banana, laranja e hortaliças. Ao contrário da maioria dos municípios presentes neste estudo, em Santa Fé do Sul a cana-de-açúcar apresentou participação ínfima na economia do município (CANASAT, 2010).

Santa Fé do Sul pertence à UGRHI 18 (São José dos Dourados). A hidrografia do município é formada pelo reservatório de Ilha Solteira, Ribeirão Ponte Pensa e pelos córregos São José, Cabeceira Comprida, Jacu Queimado, Bacuri, Bonito, Marruco, Nupeba, Mula e Retiro. Dentre os citados, apresentam processos de assoreamento os seguintes córregos: Cabeceira Comprida, Jacu Queimado, Córrego da Mula e Córrego do Retiro (IPT, 2008).

As respostas apresentadas indicaram prioridade para o uso turístico da água do reservatório e seus afluentes. De acordo com Costa *et al.* (2010), em 1992 Santa Fé do Sul passou a ser classificada como uma cidade com vocação para o turismo pela extinta Embratur (Empresa Brasileira de Turismo). Em 2002, foi outorgado o título de Estância Turística ao município.

Com a transformação em Estância Turística, o município passou a receber verbas anuais do Departamento de Apoio ao Desenvolvimento de Estâncias para aplicação no turismo. A região onde se tem o contato direto com o reservatório (orla), cerca de 23 km, é ocupada em grande parte por áreas de segunda residência (ranchos).

Às margens do reservatório encontra-se também o Parque Ecoturístico das Águas Claras, uma área de lazer de 22.506 m<sup>2</sup>, distante 8 km da cidade de Santa Fé do Sul (CPTI, 2008). A entrada no parque é gratuita e sua infraestrutura conta com área de *camping*, quiosques, duas quadras de areia, centro de eventos, sanitários e área de mata nativa, com a existência de trilha ecológica sinalizada (CPTI, 2008). Dentre as atividades turísticas e de recreação desenvolvidas no lago merecem destaque: a pesca, a prática de esportes náuticos e lazer.

A utilização da água para aquicultura se mostrou bastante interessante no município, quando considerados os pesos dos critérios iguais. A prática da piscicultura em tanques-rede está bastante disseminada no município. Santa Fé do Sul, além de integrar o Cimdespi, possui uma cooperativa de piscicultores, a Cooperativa de Desenvolvimento dos Piscicultores de Santa Fé do Sul (Coodespi), que, atualmente, conta com cerca de 80 cooperados (TIMPONE, 2009).

Em 2006, um convênio entre a SEAP, a Agência de Desenvolvimento Econômico de Santa Fé do Sul (ADESF) e as prefeituras da região, possibilitou a implantação de duas

unidades demonstrativas com 120 tanques-rede, onde também se realizou a capacitação dos interessados, através de cursos teóricos e práticos (TIMPONE, 2009). Este fato impulsionou a aquicultura na região.

De acordo com Nogueira (2008), Santa Fé do Sul possuía cerca de 1000 tanques-rede instalados com uma produção total de aproximadamente 292 toneladas por mês. Segundo o analisado por Timpone (2009), todos os piscicultores do município obtêm lucro com a produção de peixe em tanques-rede.

O MPA, em 2010, abriu a concorrência pública para concessão de cinquenta áreas aquícolas, com 4.200m<sup>2</sup> cada, no local denominado Parque Aquícola Ponte Pensa. A concessão é do tipo “não onerosa por tempo determinado”. Estas áreas estão localizadas no reservatório de Ilha Solteira, próximas ao Córrego Nupeba.

Cicigliano (2009) analisou a qualidade da água em torno de uma piscicultura no município de Santa Fé do Sul com 350 tanques-rede (18m<sup>3</sup> cada), ocupando uma área de 10 hectares de espelho d'água e com capacidade de produção de 100 toneladas de peixe vivo por mês. Foram realizadas análises da água em pontos inseridos dentro da área da piscicultura e ao redor, obtendo como resultado o IQA variando entre “Regular” e “Bom”.

Ainda, segundo Cicigliano (2009), no período estudado (março de 2008 a fevereiro de 2009), pôde-se verificar que algumas amostras ficaram em desacordo com a Resolução 357/05 do CONAMA para o parâmetro “Nitrogênio Total”. Isto ocorreu nos meses de Junho, Julho, Outubro, Novembro e Fevereiro, caracterizando uma variação temporal, já que os três pontos amostrados apresentaram valores acima do estipulado na legislação. Estes valores de Nitrogênio Total acima do estipulado na legislação podem estar relacionados à presença de áreas de lazer e de segunda residência.

A irrigação obteve a pior classificação quando considerados todos os critérios com pesos iguais. Entretanto pôde-se verificar que com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” este uso se apresentou o mais interessante, dentre os analisados. Conforme dados disponibilizados pelo IBGE (2006), a área irrigada em Santa Fé do Sul é de 328 hectares, correspondendo a cerca de 1,5% da área total do município.

A seguir são apresentadas as culturas irrigadas encontradas nos mananciais do município (CPTI, 2008):

- Córrego Cabeceira Cumprida: hortaliças, café e fruticultura (uvas, laranja, limão e coco);
- Córrego do Bonito: hortaliças;
- Córrego do Marruco: hortaliças e café;
- Córrego do Retiro: hortaliças, café e fruticulturas;
- Córrego Ribeirão Ponte Pensa: milho, feijão e coco;
- Córregos Jacu Queimado, Mula e Bacuri: hortaliças e pupunha.

Com relação à categoria de uso “Abastecimento e lançamento de efluentes”, Santa Fé do Sul é uma exceção, pois possui 100% do abastecimento de água proveniente do Córrego Cabeceira Comprida. A distribuição de água abrange 100% da população e o órgão responsável por este abastecimento é o SAEE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) (IPT, 2008). De acordo com CPTI (2008), nas localidades próximas ao reservatório de Ilha Solteira (ranchos e áreas de lazer) o abastecimento é próprio.

O município possui coleta e tratamento de 100% do esgoto, sendo os corpos receptores os Córregos do Marruco e da Mula (CETESB, 2010). Mais especificamente, nas localidades próximas ao reservatório de Ilha Solteira, referentes a ranchos e ao Parque Ecoturístico, há disposição do esgoto em fossas (CPTI, 2008).

#### 4.1.10 Santana da Ponte Pensa

O município de Santana da Ponte Pensa apresentou como usos significantes dos recursos hídricos superficiais as seguintes utilizações:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Aquicultura.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 4, como pode ser observado na Tabela 4.11. A Tabela 4.11 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.11 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Santana da Ponte Pensa-SP

| <b>Matriz 10A: RC=0,07</b><br><b>“Benefícios econômicos”</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
|--------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| Irrigação                                                    | 1                | 5                    | 3                  | 3                        |
| Recr./Turismo                                                | 1/5              | 1                    | 1/5                | 1/3                      |
| Aquicultura                                                  | 1/3              | 5                    | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                            | 1/3              | 3                    | 1/3                | 1                        |
| <b>Matriz 10B: RC=0,07</b><br><b>“Benefícios sociais”</b>    | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                    | 1                | 3                    | 1                  | 1                        |
| Recr./Turismo                                                | 1/3              | 1                    | 1/5                | 1                        |
| Aquicultura                                                  | 1                | 5                    | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                            | 1                | 1                    | 1/3                | 1                        |
| <b>Matriz 10C: RC=0,07</b><br><b>“Aspectos operacionais”</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                    | 1                | 3                    | 3                  | 5                        |
| Recr./Turismo                                                | 1/3              | 1                    | 3                  | 3                        |
| Aquicultura                                                  | 1/3              | 1/3                  | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                            | 1/5              | 1/3                  | 1/3                | 1                        |

(Continua)

Tabela 4.11 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Santana da Ponte Pensa-SP (continuação)

| Matriz 10D: RC=0,07<br>"Conservação da Qualidade da água" |           |               |             |                   |
|-----------------------------------------------------------|-----------|---------------|-------------|-------------------|
|                                                           | Irrigação | Recr./Turismo | Aquicultura | Abast./Lanç. Efl. |
| Irrigação                                                 | 1         | 3             | 3           | 5                 |
| Recr./Turismo                                             | 1/3       | 1             | 3           | 3                 |
| Aquicultura                                               | 1/3       | 1/3           | 1           | 3                 |
| Abast./Lanç. Efl.                                         | 1/5       | 1/3           | 1/3         | 1                 |

Na Figura 42 a seguir são apresentados os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios, que neste caso foram considerados de igual importância.

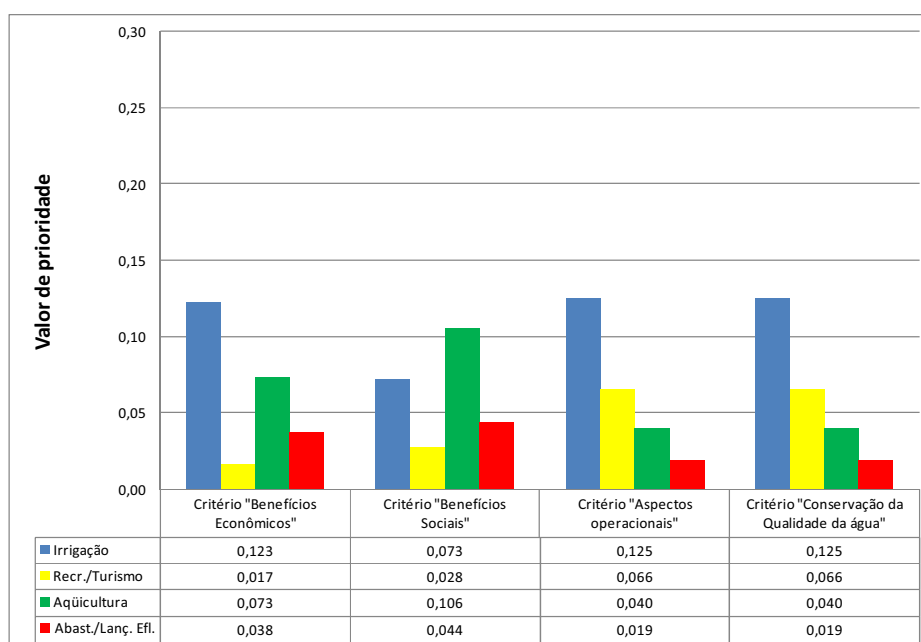


Figura 42 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Santana da Ponte Pensa -SP

Na Figura 42 foi possível notar que a utilização da água para irrigação mostrou-se prioritária nos critérios "Benefícios econômicos", "Aspectos operacionais" e "Conservação da qualidade da água". Entretanto, para o critério "Benefícios sociais" a aquicultura foi o uso da água que obteve o maior valor de prioridade.

A Figura 43 mostra a ordem de prioridade quando todos os critérios são considerados de igual importância.



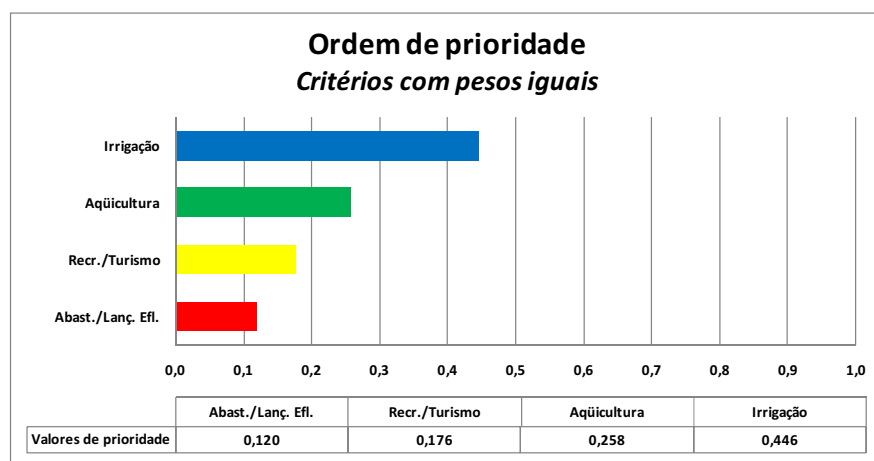


Figura 43 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os cr terios com pesos iguais Santana da Ponte Pensa -SP

De acordo com o apresentado na Figura 43 a alternativa “Irrigação” obteve o maior valor de prioridade.

A Figura 44 apresenta a classificação de cada alternativa de uso com a priorização do cr terio “Conservação da qualidade da  gua”. A ordem de prioridade para este caso   mostrada na Figura 45.

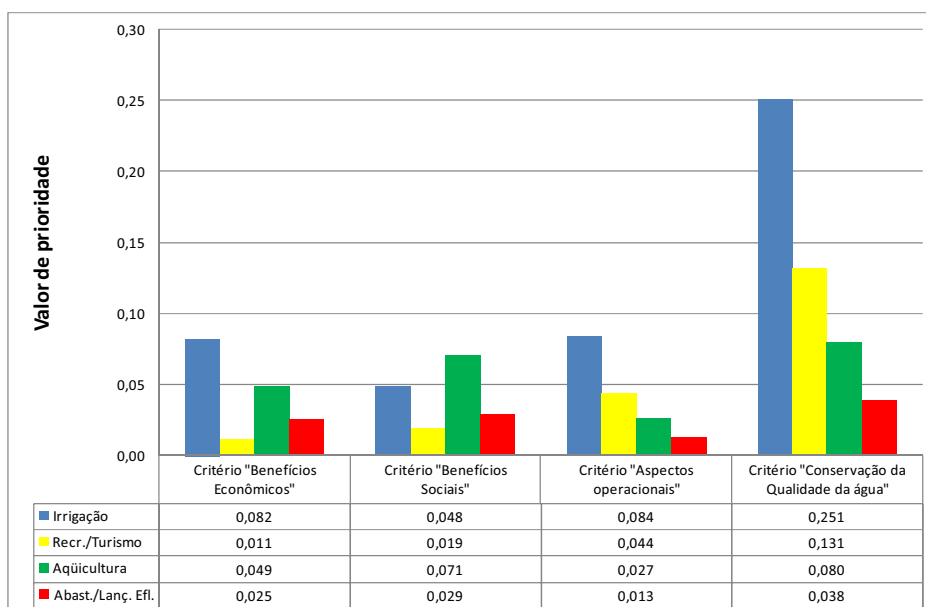


Figura 44 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o cr terio “Conservação da qualidade da  gua” - Santana da Ponte Pensa -SP

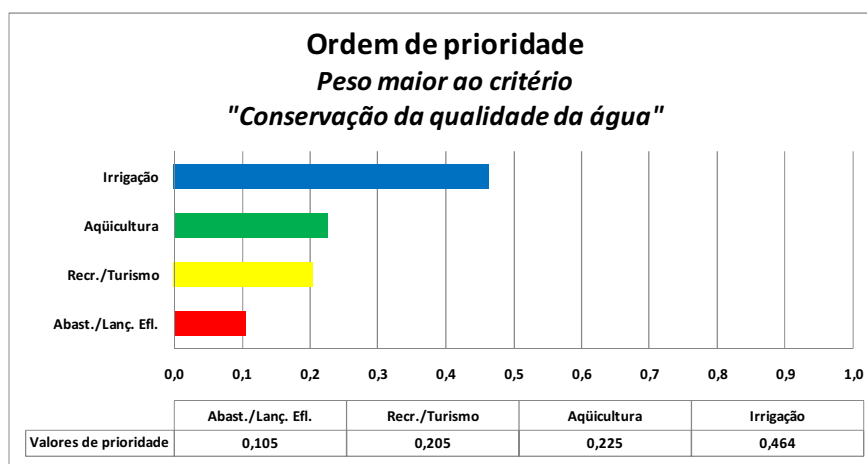


Figura 45 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Santana da Ponte Pensa -SP

Conforme mostrado na Figura 45, mesmo priorizando o critério “Conservação da qualidade da água”, os níveis de preferências relativos a cada critério se mantiveram parecidos com os resultados apresentados quando os pesos dos critérios são considerados iguais. A ordem de prioridade, apresentada pela Figura 45, indica um aumento do escore para o uso “Irrigação” em relação aos valores obtidos no primeiro caso. Os usos “Aquicultura” e “Recreação e turismo” também apresentaram um aumento no valor de prioridade, passando de 0,258 e 0,176 para 0,225 e 0,205, respectivamente. A alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” não se mostrou interessante com relação à conservação da qualidade da água, visto que seu valor de prioridade diminuiu de 0,120, no primeiro caso, para 0,105 no segundo caso.

Com relação ao uso e ocupação do solo, o município de Santana da Ponte Pensa possui cerca de 77% de sua área ocupada por campos e pastagens (IBGE, 2006). Além da pecuária, destaca-se o cultivo de milho, soja e laranja. O cultivo de cana-de-açúcar não é expressivo no município, ocupando uma área de aproximadamente 100 hectares (IBGE, 2009b).

O município em questão pertence à UGRHI 18 (São José dos Dourados), sendo que os principais cursos d’água existentes são os córregos do Açoita Cavallo, Queixada, da Macaubinha, Pororoca, do Corguinho, da Baixada Seca, do Bacuri, do Catingueiro, do Escondido e o Ribeirão Ponte Pensa. Sendo que se encontram em processo de assoreamento os córregos Açoita-Cavallo e seus afluentes, Bacuri e seus afluentes, Pororoca, Escondido, Catingueiro e o Ribeirão Ponte Pensa (IPT, 2008).

A alternativa “Irrigação” obteve o maior valor de prioridade para utilização dos recursos hídricos superficiais. De acordo com dados do IBGE (2006), o município possui cerca de 125 hectares irrigados. Dados disponibilizados pelo projeto LUPA, desenvolvido pela CATI, mostram que os sistemas utilizados para irrigação são: convencional (aspersão), pivô central e gotejamento ou microaspersão.

As culturas desenvolvidas e os respectivos cursos d'água utilizados são: tomate, feijão e hortaliças utilizando o Córrego do Catingueiro; e pastagem no Ribeirão Ponte Pensa (CPTI, 2008).

Com relação à aquicultura, o MPA criou o Parque Aquícola Ponte Pensa, que está localizado próximo à foz do Ribeirão Ponte. Outro fato que deverá estimular a aquicultura em Santana da Ponte Pensa é o fato de que os moradores do município podem participar da concorrência pública para diversas áreas aquícolas no reservatório de Ilha Solteira.

A análise do segmento “Recreação e turismo” no município de Santana da Ponte Pensa indicou pouca expressão desta categoria de uso. As atividades ligadas à recreação, lazer e turismo, que ocorrem no Ribeirão Ponte Pensa e córregos do município, são referentes à pesca (CPTI, 2008).

O baixo valor de prioridade para a utilização dos recursos hídricos superficiais obtido pela alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” se justifica pelo fato do município captar 100% da água para abastecimento público de manancial subterrâneo. Os serviços de água e esgoto são administrados pela SABESP, os serviços de abastecimento atende 100% da população, sendo utilizados três poços profundos (IPT, 2008). O sistema de coleta de esgoto abrange cerca de 96% da população, sendo que todo o esgoto coletado é tratado na ETE do município, cujo o corpo receptor é o Córrego Pororoca, afluente do Queixada. Nas localidades próximas ao reservatório de Ilha Solteira não há infraestrutura pública de saneamento.

#### **4.1.11 Sud Mennucci**

Os usos dos recursos hídricos superficiais apresentados no município de Sud Mennucci são expostos a seguir:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Aquicultura;
- e) Navegação e transporte.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 5, como pode ser observado na Tabela 4.12. A Tabela 4.12 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.12 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Sud Mennucci-SP

| <b>Matriz 11A: RC=0,09</b><br><b>“Benefícios econômicos”</b>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| <b>Irrigação</b>                                                        | <b>1</b>         | <b>1</b>             | <b>3</b>           | <b>5</b>                 | <b>5</b>            |
| <b>Recr./Turismo</b>                                                    | <b>1</b>         | <b>1</b>             | <b>3</b>           | <b>5</b>                 | <b>3</b>            |
| <b>Aquicultura</b>                                                      | <b>1/3</b>       | <b>1/3</b>           | <b>1</b>           | <b>5</b>                 | <b>5</b>            |
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b>                                                | <b>1/5</b>       | <b>1/5</b>           | <b>1/5</b>         | <b>1</b>                 | <b>1/3</b>          |
| <b>Naveg/Transp</b>                                                     | <b>1/5</b>       | <b>1/3</b>           | <b>1/5</b>         | <b>3</b>                 | <b>1</b>            |
| <b>Matriz 11B: RC=0,09</b><br><b>“Benefícios sociais”</b>               | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| <b>Irrigação</b>                                                        | <b>1</b>         | <b>1/3</b>           | <b>3</b>           | <b>3</b>                 | <b>3</b>            |
| <b>Recr./Turismo</b>                                                    | <b>3</b>         | <b>1</b>             | <b>3</b>           | <b>5</b>                 | <b>3</b>            |
| <b>Aquicultura</b>                                                      | <b>1/3</b>       | <b>1/3</b>           | <b>1</b>           | <b>3</b>                 | <b>3</b>            |
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b>                                                | <b>1/3</b>       | <b>1/5</b>           | <b>1/3</b>         | <b>1</b>                 | <b>1/3</b>          |
| <b>Naveg/Transp</b>                                                     | <b>1/3</b>       | <b>1/3</b>           | <b>1/3</b>         | <b>3</b>                 | <b>1</b>            |
| <b>Matriz 11C: RC=0,08</b><br><b>“Aspectos operacionais”</b>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| <b>Irrigação</b>                                                        | <b>1</b>         | <b>1/3</b>           | <b>1</b>           | <b>3</b>                 | <b>3</b>            |
| <b>Recr./Turismo</b>                                                    | <b>3</b>         | <b>1</b>             | <b>3</b>           | <b>3</b>                 | <b>3</b>            |
| <b>Aquicultura</b>                                                      | <b>1</b>         | <b>1/3</b>           | <b>1</b>           | <b>3</b>                 | <b>3</b>            |
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b>                                                | <b>1/3</b>       | <b>1/3</b>           | <b>1/3</b>         | <b>1</b>                 | <b>1/3</b>          |
| <b>Naveg/Transp</b>                                                     | <b>1/3</b>       | <b>1/3</b>           | <b>1/3</b>         | <b>3</b>                 | <b>1</b>            |
| <b>Matriz 11D: RC=0,08</b><br><b>“Conservação da Qualidade da água”</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| <b>Irrigação</b>                                                        | <b>1</b>         | <b>3</b>             | <b>3</b>           | <b>3</b>                 | <b>3</b>            |
| <b>Recr./Turismo</b>                                                    | <b>1/3</b>       | <b>1</b>             | <b>1/3</b>         | <b>3</b>                 | <b>1/3</b>          |
| <b>Aquicultura</b>                                                      | <b>1/3</b>       | <b>3</b>             | <b>1</b>           | <b>3</b>                 | <b>1</b>            |
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b>                                                | <b>1/3</b>       | <b>1/3</b>           | <b>1/3</b>         | <b>1</b>                 | <b>1/3</b>          |
| <b>Naveg/Transp</b>                                                     | <b>1/3</b>       | <b>3</b>             | <b>1</b>           | <b>3</b>                 | <b>1</b>            |

Na Figura 46 a seguir são apresentados os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios, que neste caso foram considerados de igual importância.

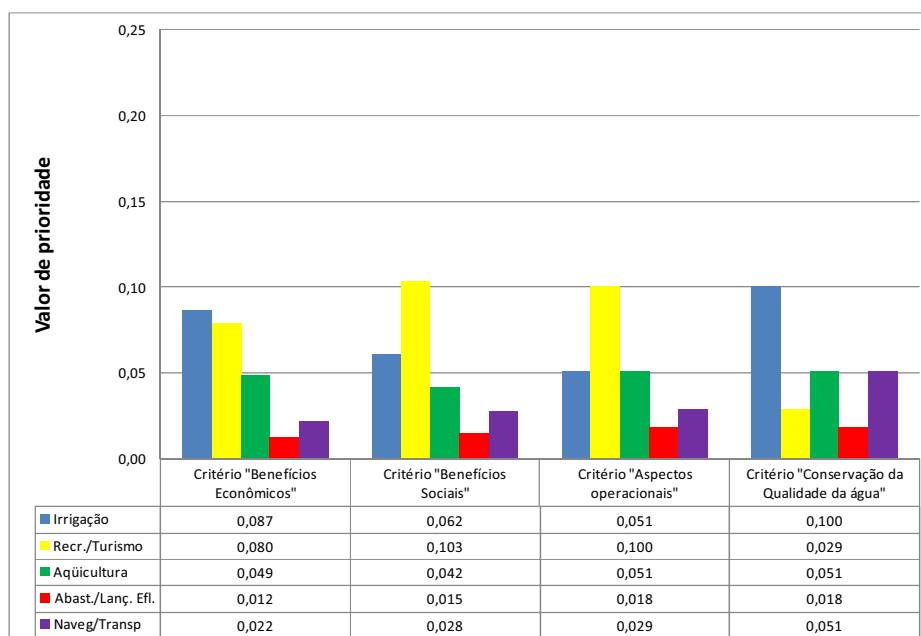


Figura 46 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Sud Mennucci -SP

Conforme apresentado na Figura 46, a utilização da água para irrigação se mostrou prioritária para os critérios “Benefícios econômicos” e “Conservação da qualidade da água”. No

entanto, a alternativa “Recreação e turismo” superou as demais nos critérios “Benefícios sociais” e “Aspectos operacionais”.

A Figura 47 mostra a ordem de prioridade na situação em que os pesos de todos os critérios são considerados iguais.

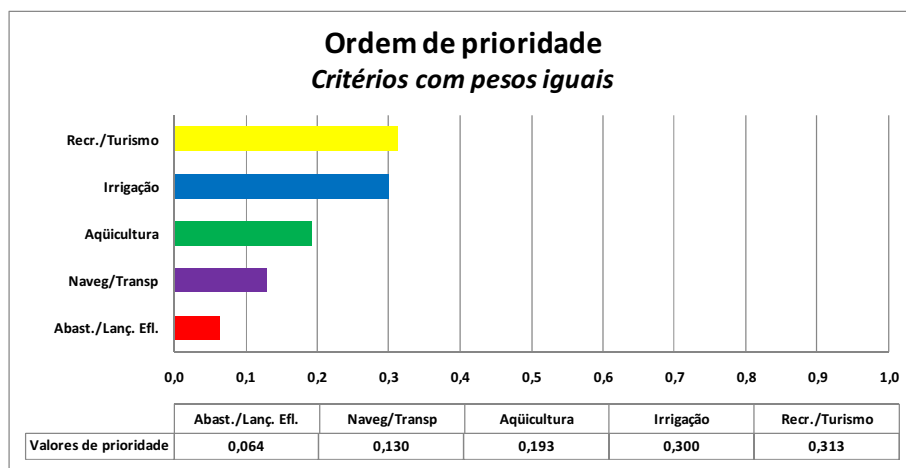


Figura 47 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Sud Mennucci -SP

De acordo com o apresentado na Figura 47, a alternativa “Recreação e turismo” obteve o maior valor de prioridade. A segunda alternativa apontada pelo decisor como prioritária foi “Irrigação”, sendo seguida por “Aqüicultura”, “Navegação e transporte” e, por fim, “Abastecimento e lançamento de efluentes”. É importante ressaltar a pequena variação dos escores de “Recreação e turismo” (0,313) e “Irrigação” (0,300).

A classificação de cada alternativa de uso com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” pode ser observada na Figura 48. A ordem de prioridade para este caso é apresentada na Figura 49.

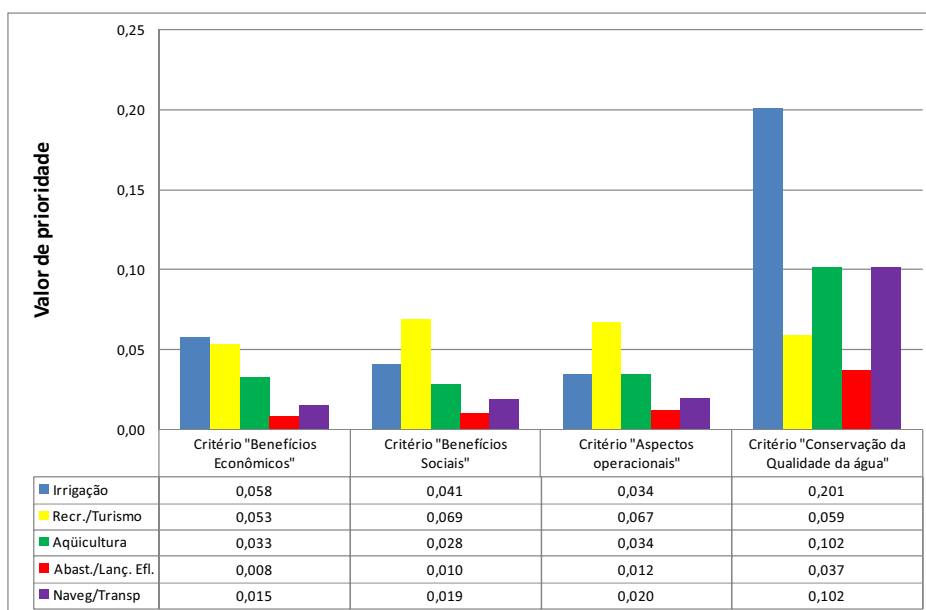


Figura 48 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Sud Mennucci –SP

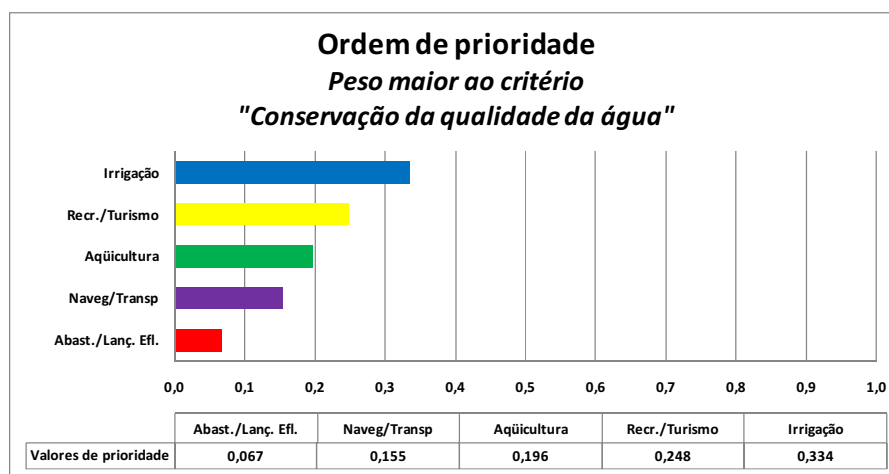


Figura 49 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Sud Mennucci –SP

Na Figura 49 foi possível observar que priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” a ordem de prioridade modificou-se. Neste caso, a alternativa “Irrigação” passou a ser prioridade, já que seu escore aumentou de 0,300 para 0,334. O escore da alternativa “Recreação e turismo” diminuiu, passando de 0,313 para 0,248, deixando em segundo lugar de prioridade esta alternativa. As demais alternativas não mudaram de colocação na ordem de prioridade.

Sud Mennucci encontra-se situada na UGRHI 19, Bacia Hidrográfica do Baixo Tietê. A hidrografia do município é composta pelos rios Tietê e São José dos Dourados e pelos córregos: Leopoldina, da Mata, Campestre, Cateto, Quinze de Novembro Osório ou Araçatubinha, Ronca, Mosquito, do Suaraí ou Tamanduá, da Alegria, Capivara, do Bagre, do Cardoso e Ferrugem.

Sobre a localização de Sud Mennucci é importante enfatizar que o município localiza-se entre os rios São José dos Dourados, Tietê e à montante do Canal de Pereira Barreto, sendo que este realiza a transferência de vazões entre os dois rios citados.

Com relação ao uso e ocupação do solo, há no município, a predominância de pastagens, ocupando cerca de 46% da área total de Sud Mennucci (CATI, 2008). O rebanho de gado bovino no município é de aproximadamente 41500 cabeças (CATI, 2008). Nas lavouras permanentes há destaque dos cultivos de laranja, limão e seringueiras (IBGE, 2009a). Já nas lavouras temporárias sobressaem os cultivos de milho e soja (IBGE, 2009b).

No entanto, a área cultivada com cana-de-açúcar vem apresentando uma sensível expansão no município. Conforme dados do projeto LUPA (CATI, 1996) a área cultivada passou de 7349 hectares, no período de 1995/1996, para 15648 hectares, no período de 2009/2010, ocupando cerca de 26% da área total do município (CANASAT, 2010). Sud Mennucci conta com uma usina sucroalcooleira (Pioneiros Bioenergia) em sua área territorial desde 1979, podendo, portanto, ser explicada a atual expansão do cultivo da cana-de-açúcar pela elevada demanda de álcool e açúcar, tanto no mercado interno como no mercado externo.

De acordo com os julgamentos do decisor, o uso da água para recreação e turismo foi apontado como prioridade quando os critérios analisados foram considerados de pesos iguais. Considerando esta categoria, os recursos hídricos da região são utilizados principalmente para a prática da pesca, que atrai turistas pela potencialidade, em especial, dos rios Tietê e São José dos Dourados (CPTI, 2008).

A irrigação mostrou-se interessante em Sud Mennucci, visto que foi apontada como a segunda alternativa na ordem de prioridade, quando os critérios são considerados de pesos iguais, e, quando se priorizou o critério “Conservação da qualidade da água”, esta opção obteve o maior valor de prioridade. Deste modo, os dados divulgados pelo IBGE (2006) indicam que 346 hectares são irrigados no município. Dentre os sistemas utilizados para irrigação merece destaque o conjunto de pivô central (CATI, 2008).

Com base nos dados dos usuários cadastrados no DAEE, os principais mananciais superficiais utilizados para irrigação são os córregos Quinze de Novembro, Cateto, da Mata e o Leopoldina (DAEE, 2010).

Com relação à aquicultura, conforme dados do IBGE (2006), onze propriedades possuem estrutura para a exploração da atividade no município. O MPA, por meio do edital de licitação, permitiu a participação de Sud Mennucci na concorrência para áreas de diversos parques aquícolas recém criados.

Foi possível observar pelos julgamentos do decisor que a alternativa do transporte hidroviário aparece como uma das utilizações da água em Sud Mennucci. A utilização da hidrovia Tietê-Paraná começou em 2008 e foi uma iniciativa da Usina Pioneiros Bioenergia, visando o transporte de açúcar para exportação.

O açúcar a granel é transportado através do Rio Tietê por comboios tipo Tietê até o Terminal de Anhembi, de onde é levado por modal rodoviário até o Porto de Santos (HIRATSUKA, 2009). Em seu estudo, Hiratsuka (2009), comparou o transporte de açúcar de Sud Mennucci para o Porto de Santos em duas situações: modal unicamente rodoviário e o multimodal (hidroviário e rodoviário), sendo que este último se mostrou mais econômico, mais eficiente e menos poluidor.

As utilizações de mananciais superficiais em Sud Mennucci na categoria “Abastecimento e lançamento de efluentes” obtiveram o menor valor de prioridade, uma vez que toda a água para abastecimento público é captada de manancial subterrâneo através de cinco poços profundos (SABESP, 2010). O sistema de abastecimento de água atende 100% da população (SEADE, 2003), porém nas localidades próximas ao reservatório de Ilha Solteira, não existe infraestrutura de abastecimento (CPTI, 2008).

Deste modo, considerando a categoria “Abastecimento e lançamento de efluentes”, Sud Mennucci utiliza as águas superficiais apenas para fazer o lançamento de seu esgoto. O município possui sistema de coleta de esgoto que atende 100% da população urbana, realizando o tratamento de todo o esgoto coletado (CETESB, 2010). O Córrego Campestre, afluente do Rio Tietê, é utilizado como corpo receptor do efluente da ETE municipal.

#### 4.1.12 Suzanápolis

Os usos dos recursos hídricos superficiais que ocorrem no município de Suzanápolis abrangem as seguintes categorias:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Aquicultura.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 4, como pode ser observado na Tabela 4.13. A Tabela 4.13 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.13 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Suzanápolis-SP

| <b>Matriz 12A: RC=0,01</b><br><b>“Benefícios econômicos”</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
|--------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| <b>Irrigação</b>                                             | <b>1</b>         | <b>3</b>             | <b>7</b>           | <b>5</b>                 |
| <b>Recr./Turismo</b>                                         | 1/3              | <b>1</b>             | 3                  | 3                        |
| <b>Aquicultura</b>                                           | 1/7              | 1/3                  | <b>1</b>           | 1                        |
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b>                                     | 1/5              | 1/3                  | 1                  | <b>1</b>                 |
| <b>Matriz 12B: RC=0,00</b><br><b>“Benefícios sociais”</b>    | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| <b>Irrigação</b>                                             | <b>1</b>         | <b>3</b>             | <b>7</b>           | <b>7</b>                 |
| <b>Recr./Turismo</b>                                         | 1/3              | <b>1</b>             | 3                  | 3                        |
| <b>Aquicultura</b>                                           | 1/7              | 1/3                  | <b>1</b>           | 1                        |
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b>                                     | 1/7              | 1/3                  | 1                  | <b>1</b>                 |
| <b>(continua)</b>                                            |                  |                      |                    |                          |



| Tabela 4.13 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Suzanápolis-SP (continuação) |                  |                      |                    |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| <b>Matriz 12C: RC=0,08</b>                                                                 |                  |                      |                    |                          |
| <b>“Aspectos operacionais”</b>                                                             | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| <b>Irrigação</b>                                                                           | <b>1</b>         | 1/5                  | 3                  | 3                        |
| <b>Recr./Turismo</b>                                                                       | 5                | <b>1</b>             | 5                  | 7                        |
| <b>Aquicultura</b>                                                                         | 1/3              | 1/5                  | <b>1</b>           | 3                        |
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b>                                                                   | 1/3              | 1/7                  | 1/3                | <b>1</b>                 |
| <b>Matriz 12D: RC=0,09</b>                                                                 |                  |                      |                    |                          |
| <b>“Conservação da Qualidade da água”</b>                                                  | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| <b>Irrigação</b>                                                                           | <b>1</b>         | 1                    | 3                  | 5                        |
| <b>Recr./Turismo</b>                                                                       | 1                | <b>1</b>             | 3                  | 5                        |
| <b>Aquicultura</b>                                                                         | 1/3              | 1/3                  | <b>1</b>           | 3                        |
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b>                                                                   | 1/5              | 1/5                  | 1/3                | <b>1</b>                 |

A Figura 50 exibe os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios do problema, neste caso foram considerados todos os critérios com pesos iguais.

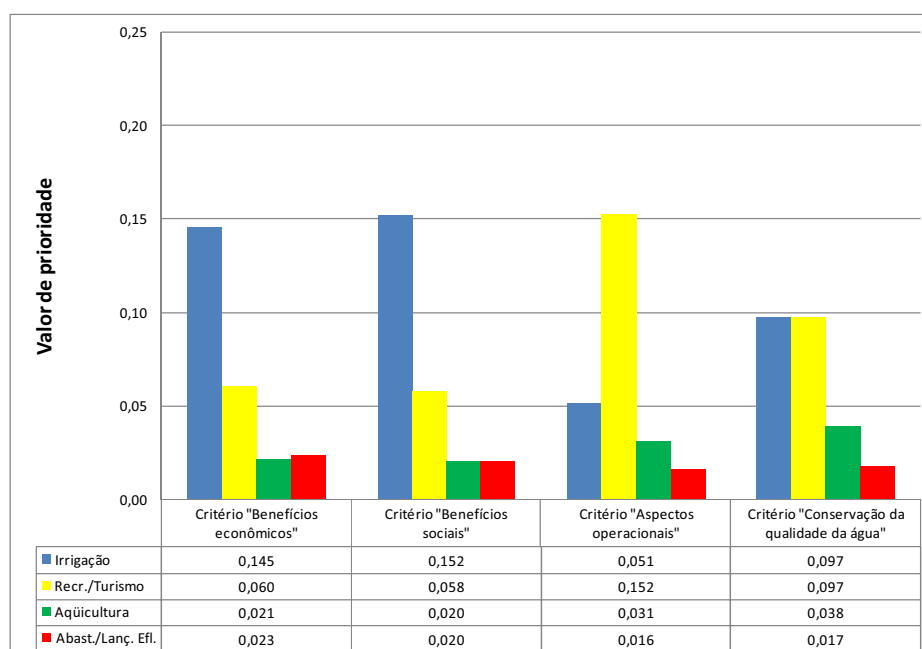


Figura 50 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Suzanápolis - SP

Como pode ser observado na Figura 50, a utilização da água para irrigação foi considerada prioridade para os critérios “Benefícios econômicos” e “Benefícios sociais”. Em relação ao critério “Aspectos operacionais” a alternativa “Recreação e turismo” obteve o maior valor de prioridade. Nos julgamentos referentes ao critério “Conservação da qualidade da água” as alternativas “Irrigação” e “Recreação e turismo” obtiveram os mesmos valores de prioridade.

A ordem de prioridade global para o município de Suzanápolis é apresentada na Figura 51.

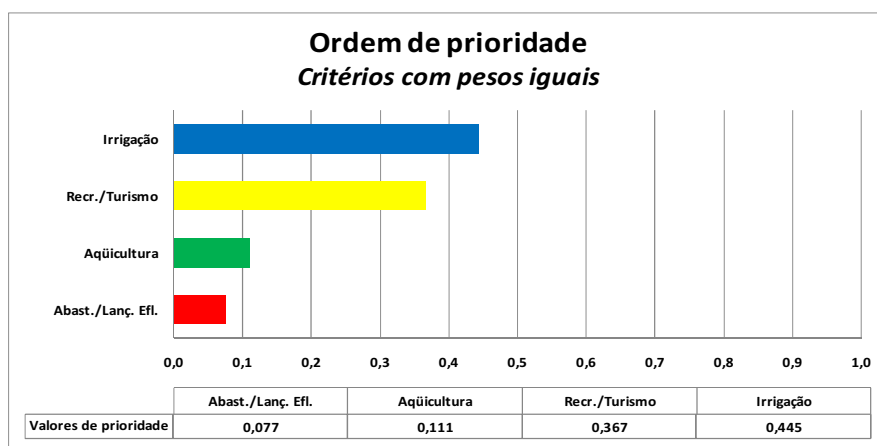


Figura 51 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os cr terios com pesos iguais - Suzan polis - SP

Os resultados obtidos indicam uma prioridade maior para a alternativa “Irrigação”. Entretanto, a alternativa “Recreação e turismo” também mostrou-se interessante no município. A alternativa “a uicultura” ficou em terceiro lugar na ordem de prioridade para o uso da  gua. A opção “Abastecimento e lançamento de efluentes” obteve o menor valor de prioridade, dentre as alternativas sugeridas.

A Figura 52 apresenta a classificação de cada alternativa de uso com a priorização do cr terio “Conservação da qualidade da água” e a Figura 53 mostra a ordem de prioridade quando este mesmo cr terio   priorizado.

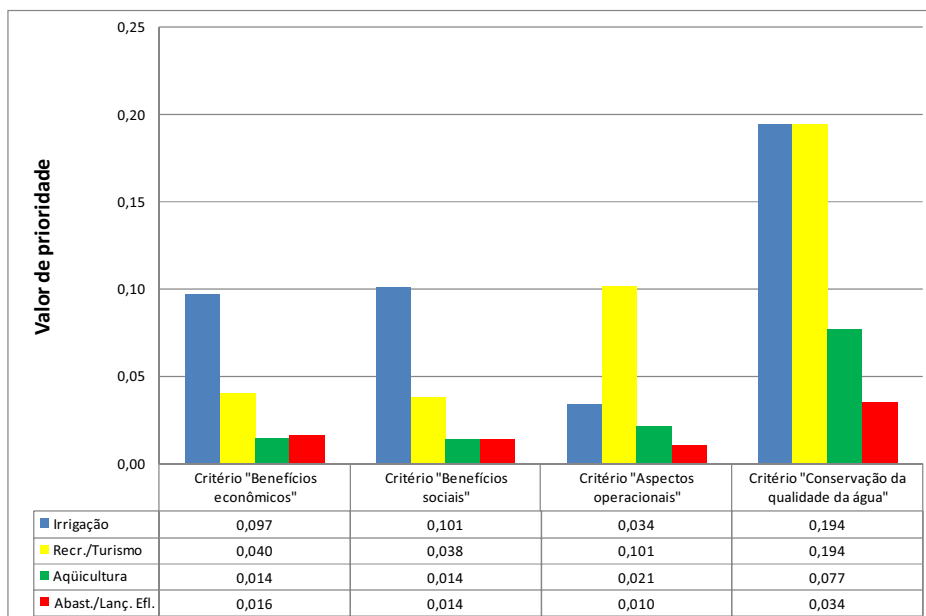


Figura 52 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o cr terio “Conservação da qualidade da  gua” - Suzan polis-SP

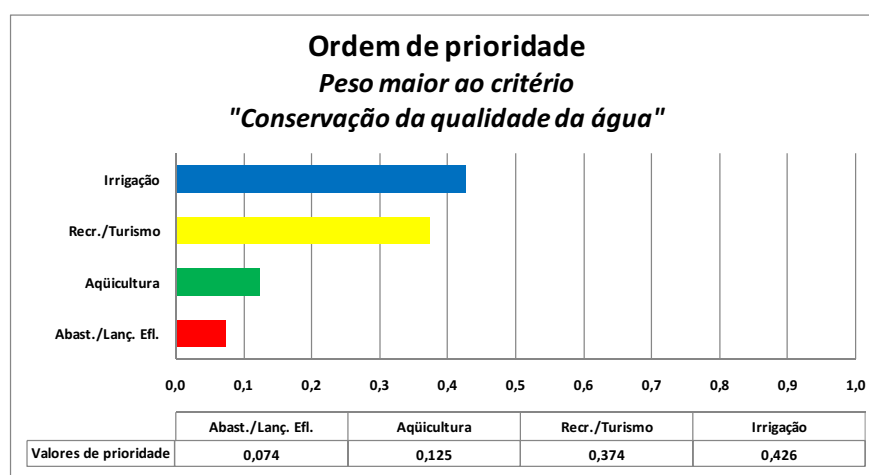


Figura 53 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Suzanápolis-SP

A Figura 53 mostra que a ordem de prioridade não se alterou em relação ao primeiro caso. Com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” se nota um decréscimo do escore da alternativa “Irrigação”, passando de 0,445 para 0,426. A alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” apresentou uma pequena diminuição do valor de prioridade, passou de 0,077 para 0,074. Já as alternativas “Recreação e turismo” e “Aqüicultura” apresentaram aumento de escore, passando de 0,367 e 0,111 para 0,374 e 0,125, respectivamente.

Suzanápolis está situada na UGRHI 18, Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados. Os principais cursos d’água formadores da hidrografia do município são: Rio São José dos Dourados, Córrego do Cervo, Córrego Bacuri, Córrego Itaquara ou Jacutinga, Córrego da Perdida e Córrego do Limoeiro.

Com relação ao uso do solo, há um crescimento da área ocupada por cana-de-açúcar, sendo que no período de 2003/2004 para o período de 2009/2010 houve um aumento de aproximadamente 80% da área cultivada com cana-de-açúcar no município (CANASAT, 2010). A área ocupada por este cultivo no período de 2009/2010 corresponde a aproximadamente 20% da área total de Suzanápolis (CANASAT, 2010). A instalação de uma usina sucroalcooleira no município, em 2008, pode ter influenciado a expansão do cultivo de cana-de-açúcar no município.

A pecuária é uma das principais atividades do município, sendo que as áreas ocupadas por campos e pastagens abrangem cerca de 47% da área total de Suzanápolis (IBGE, 2006). O cultivo do milho, sorgo, feijão e banana também se sobressaem no município.

De acordo com o analisado, Suzanápolis tem grande potencial para irrigação, com a proximidade do Rio São José dos Dourados e demais córregos já citados, porém os dados cadastrais do IBGE (2006) indicam uma pequena área irrigada, cerca de 0,02% da área total

do município. Os dados divulgados pelo Projeto LUPA (CATI, 2008) mostram que os sistemas de irrigação utilizados são:

- Convencional (aspersão) em três propriedades;
- Pivô central em uma propriedade;
- Gotejamento ou microaspersão em uma propriedade.

O uso da água para a recreação e o turismo mostrou-se interessante perante os critérios analisados. O relatório elaborado pelo IPT (2000) classifica grande parte da área que abrange o município de Suzanópolis como sendo de potencial turístico. Entretanto, o município não dispõe de infraestrutura para realização de atividades de lazer e recreação relacionadas com os recursos hídricos disponíveis. Neste sentido, considerando esta opção de uso, as atividades desenvolvidas são relacionadas à pesca.

A aquicultura não obteve um alto valor de prioridade no município. O MPA, por meio do projeto de expansão da aquicultura nos reservatórios do Brasil, criou três parques aquícolas próximos ao município de Suzanópolis. Nestes parques (São José dos Dourados, Córrego da Anta e Córrego Parobi), conforme o edital de licitação, foi permitida a participação dos moradores de Suzanópolis na concorrência por áreas aquícolas, podendo acarretar um incremento deste tipo de atividade no município.

De acordo com dados do DAEE (2010), existem dois pontos de captação superficial de água outorgados no município para uso em aquicultura. Estas atividades utilizam água do Córrego Jacutinga e funcionam em sistema de tanque escavado.

A alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” obteve a menor prioridade. Os serviços de água e esgoto são prestados pela prefeitura, que utiliza manancial subterrânea para realizar o abastecimento atendendo 100% da população (IPT, 2008). Isto explica o baixo valor de prioridade obtido pelo uso em questão. Já o sistema de coleta de esgoto atende cerca de 80% da população, realizando-se o tratamento de 100% do esgoto coletado, cujo corpo receptor é o Córrego da Perdida (CETESB, 2010).

No período de novembro de 2006 a setembro de 2007 a água do Rio São José dos Dourados, no trecho que banha Suzanópolis, apresentou, nos três pontos amostrados, valores de IQA classificados como “Ótimo” e “Bom” (IGRECIAS, 2009). Esta característica indica a possibilidade de diversas utilizações deste recurso.

#### **4.1.13 Três Fronteiras**

O município de Três Fronteiras apresentou como usos significantes dos recursos hídricos superficiais as seguintes utilizações:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Aquicultura.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 4, como pode ser observado na Tabela 4.14. A Tabela 4.14 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.14 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Três Fronteiras-SP

| <b>Matriz 13A: RC=0,04</b><br><i>"Benefícios econômicos"</i>             | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| Irrigação                                                                | 1                | 1/3                  | 1/3                | 3                        |
| Recr./Turismo                                                            | 3                | 1                    | 1                  | 5                        |
| Aquicultura                                                              | 3                | 1                    | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                        | 1/3              | 1/5                  | 1/3                | 1                        |
| <b>Matriz 13B: RC=0,09</b><br><i>"Benefícios sociais"</i>                | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                                | 1                | 1/5                  | 1/3                | 1/7                      |
| Recr./Turismo                                                            | 5                | 1                    | 5                  | 1/3                      |
| Aquicultura                                                              | 3                | 1/5                  | 1                  | 1/7                      |
| Abast./Lanç. Efl.                                                        | 7                | 3                    | 7                  | 1                        |
| <b>Matriz 13C: RC=0,02</b><br><i>"Aspectos operacionais"</i>             | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                                | 1                | 1/3                  | 1                  | 3                        |
| Recr./Turismo                                                            | 3                | 1                    | 3                  | 5                        |
| Aquicultura                                                              | 1                | 1/3                  | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                        | 1/3              | 1/5                  | 1/3                | 1                        |
| <b>Matriz 13D: RC= 0,08</b><br><i>"Conservação da Qualidade da água"</i> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                                | 1                | 1/3                  | 3                  | 3                        |
| Recr./Turismo                                                            | 3                | 1                    | 5                  | 5                        |
| Aquicultura                                                              | 1/3              | 1/5                  | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                        | 1/3              | 1/5                  | 1/3                | 1                        |

Na Figura 54 a seguir são apresentados os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios, que neste caso foram considerados de igual importância.

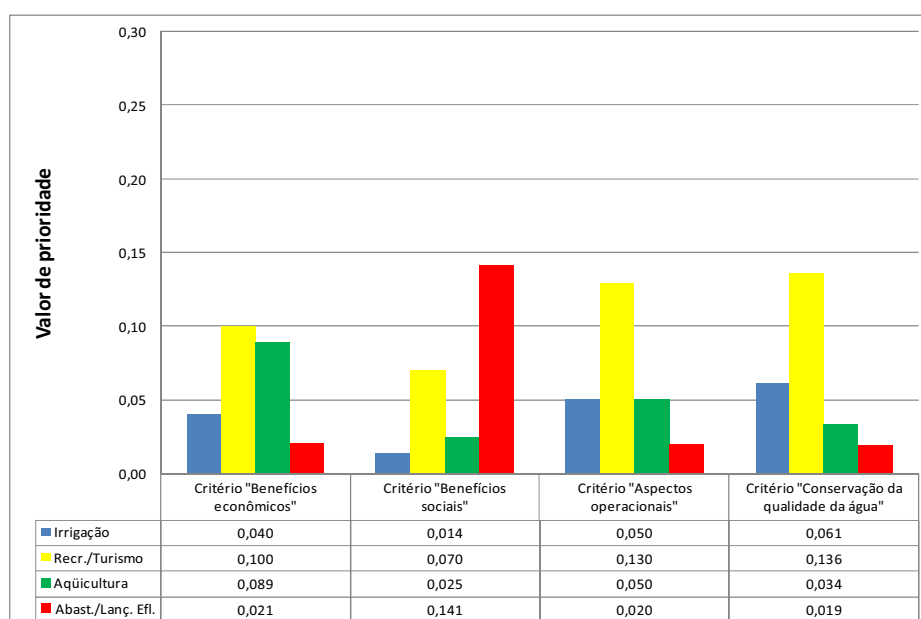


Figura 54 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Três Fronteiras-SP

Conforme mostrado na Figura 54, a utilização da água para “Recreação e turismo” mostrou-se prioritária nos critérios “Benefícios econômicos”, “Aspectos operacionais” e “Conservação da qualidade da água”. Entretanto, para o critério “Benefícios sociais” a alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” obteve o maior valor de prioridade, uma vez que no município o abastecimento público de água é proveniente de manancial superficial.

A Figura 55 mostra a ordem de prioridade quando todos os critérios são considerados de igual importância.

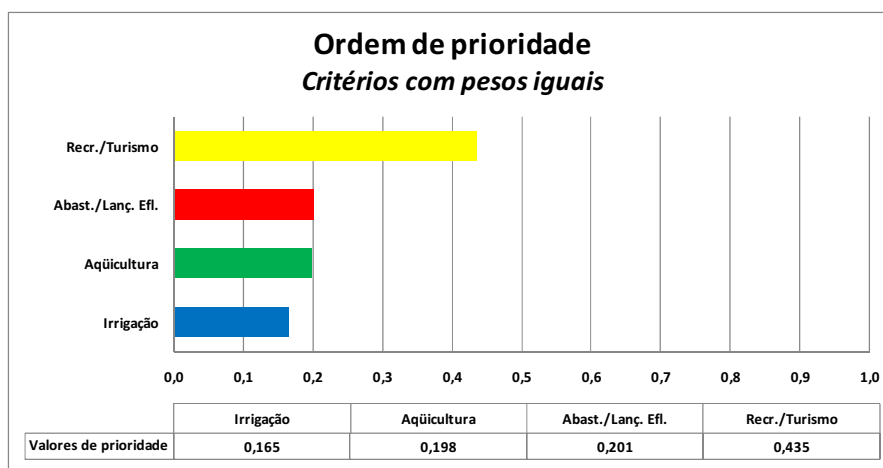


Figura 55 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Três Fronteiras-SP

Conforme mostrado na Figura 55, a alternativa “Recreação e turismo” obteve o maior valor de prioridade, seguida por “Abastecimento e lançamento de efluentes”, “Aquicultura” e “Irrigação”, respectivamente.

A Figura 56 apresenta a classificação de cada alternativa de uso com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água”. A ordem de prioridade para este caso é mostrada na Figura 57.

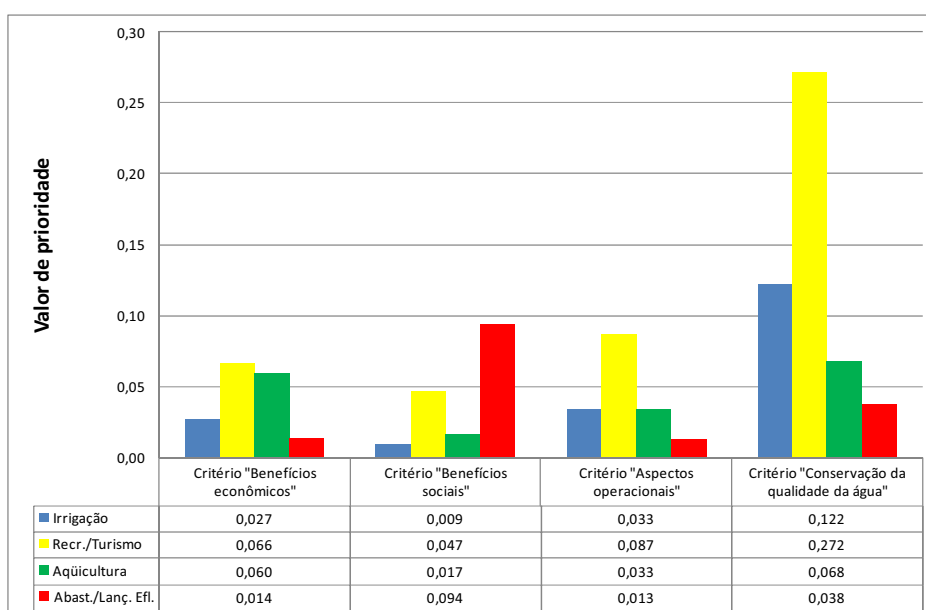


Figura 56 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Três Fronteiras -SP

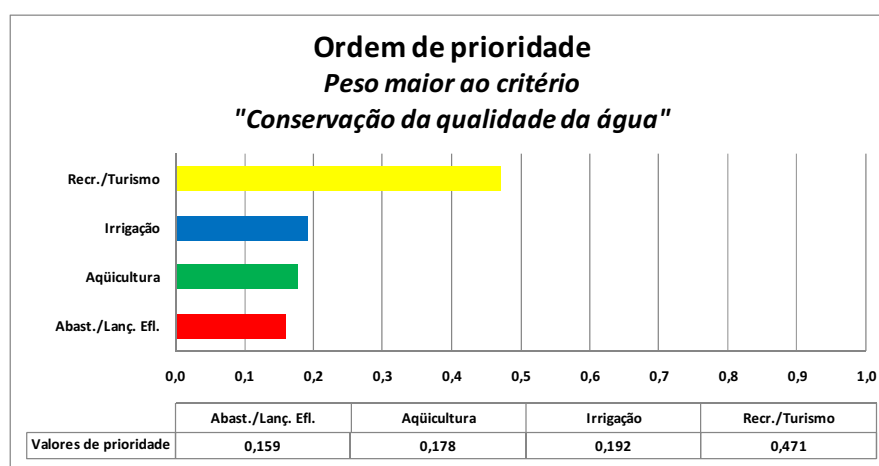


Figura 57 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Três Fronteiras -SP

Na Figura 57 é possível observar que priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” a ordem de prioridade alterou-se significativamente. Neste caso, a alternativa “Recreação e turismo” permaneceu como prioridade, porém seu valor de prioridade aumentou de 0,435 para 0,471. A opção “Irrigação”, que no primeiro caso obteve o menor escore, passou para a segunda colocação na ordem de prioridade, aumentando seu escore de 0,165 para 0,192. A alternativa “Aquicultura” se manteve na mesma posição na ordem de prioridade, porém seu escore diminuiu com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água”, passou de 0,198 para 0,178. Por fim, a alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes”, que no primeiro caso ficou em segundo lugar na ordem de prioridade (0,201), neste caso obteve o menor escore (0,159).

Nos dois casos analisados é possível observar que, com exceção de “Recreação e turismo”, todas as outras alternativas de uso obtiveram valores de prioridade apresentando variações muito pequenas.

Três Fronteiras encontra-se situada na UGRHI 18, Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados. A hidrografia do município é composta pelo Ribeirão Ponte Pensa e pelos córregos do Cigano, Volta Grande, Queixada, do Engano, da Velha, Macumã e Marruco.

Segundo dados disponibilizados pelo projeto LUPA, as pastagens ocupam cerca de 70% da área total do município, sendo que o rebanho de gado bovino é composto por aproximadamente 16.600 cabeças (CATI, 2008). Destacam-se, ainda, as produções de banana, café, laranja, limão e manga (IBGE, 2009a), como também o cultivo do milho e do feijão (IBGE, 2009b).

A cana-de-açúcar encontra-se em expansão no município, pois constatou-se que no período de 2008/2009 ocupava uma área de 169 hectares e no período de 2009/2010 aumentou para 741 hectares. Entretanto, a área ocupada por este tipo de cultivo ainda pode ser considerada pequena, já que corresponde a cerca de 5% da área total do município (CANASAT, 2010).

Dentre as alternativas propostas, a “Recreação e turismo” foi considerada prioritária. As principais atividades que se enquadram dentro desta categoria de uso são realizadas no Ribeirão Ponte Pensa (braço do reservatório de Ilha Solteira), sendo elas: natação, prática de esportes náuticos, pesca e recreação. Destaca-se, ainda, o Parque Ecoturístico Areia Branca, localizado no Ribeirão Ponte Pensa.

Três Fronteiras também possui um grande conjunto de residências (ranchos) localizadas no entorno do Ribeirão Ponte Pensa, formando os Bairros Guanabara e Itamaracá. Outro atrativo turístico de Três Fronteiras é a Colônia de Férias dos Advogados de São Paulo - Recanto Rio Paraná, pertencente a OAB-SP, que recebe turistas de todo o Estado de São Paulo.

A alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” se mostrou de grande importância no município, uma vez que toda a água utilizada para abastecimento público é proveniente de manancial superficial, o Córrego Volta Grande. Os serviços de água e esgoto, no município em questão, são de responsabilidade da Sabesp, sendo que o sistema de abastecimento de água atende 100% da população e o sistema de coleta de esgoto atende 89,12% da população (SABESP, 2010). Todo o volume de esgoto coletado é tratado na ETE e lançado no Córrego Marruco. Com relação às áreas de recreação e turismo, estas são atendidas pela rede de abastecimento de água municipal. Todavia, nestes locais não há coleta do esgoto gerado, desta forma, de maneira geral, o esgoto é destinado às fossas negras particulares.



O uso da água para irrigação também se mostrou interessante, especialmente quando se prioriza o critério “Conservação da qualidade da água”. De acordo com dados do IBGE (2006), cerca de 454 hectares são irrigados em Três Fronteiras. Dados disponibilizados pelo projeto LUPA, desenvolvido pela CATI, mostram que os sistemas utilizados para irrigação são: convencional (aspersão), autopropelido, pivô central e gotejamento ou microaspersão.

Em Três Fronteiras, as captações de água superficial outorgadas com objetivo de irrigação são registradas no Ribeirão Ponte Pensa e nos córregos Queixada, Volta Grande, Engano e Marruco (DAEE, 2010).

Em relação à aquicultura, Três Fronteiras integra o Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Sustentável da Piscicultura (Cimdespi). Cabe ressaltar, ainda, que os piscicultores do município fazem parte da Cooperativa de Piscicultores da Região de Santa Fé do Sul. De acordo com dados fornecidos pelo decisor, o município possui cerca de 300 tanques-rede instalados em quatro pontos no Ribeirão Ponte Pensa.

O município possui duas áreas principais para a criação de peixes em tanques escavados, sendo uma delas de 900m<sup>2</sup> no Córrego do Marruco e outra área de 900m<sup>2</sup> no Córrego Volta Grande (CPTI, 2008).

É importante salientar o potencial da região para a aquicultura, tanto que o MPA criou o Parque Aquícola Ponte Pensa próximo a Três Fronteiras, o que deverá desenvolver ainda mais a atividade aquícola na região.

## 4.2 ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

### 4.2.1 Selvíria

O município de Selvíria apresentou como usos significantes dos recursos hídricos superficiais as seguintes utilizações:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Aquicultura.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 3, como pode ser observado na Tabela 4.15. A Tabela 4.15 apresenta, ainda, a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.15 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Selvíria-MS

| <b>Matriz 14A: RC=0,03</b><br><b>“Benefícios econômicos”</b>            |                  |                      |                    |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|
|                                                                         | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> |
| <b>Irrigação</b>                                                        | <b>1</b>         | 3                    | 1/3                |
| <b>Recr./Turismo</b>                                                    | 1/3              | <b>1</b>             | 1/5                |
| <b>Aquicultura</b>                                                      | 3                | 5                    | <b>1</b>           |
| <b>Matriz 14B: RC=0,03</b><br><b>“Benefícios sociais”</b>               |                  |                      |                    |
|                                                                         | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> |
| <b>Irrigação</b>                                                        | <b>1</b>         | 1/3                  | 1/5                |
| <b>Recr./Turismo</b>                                                    | 3                | <b>1</b>             | 1                  |
| <b>Aquicultura</b>                                                      | 5                | 1                    | <b>1</b>           |
| <b>Matriz 14C: RC=0,00</b><br><b>“Aspectos operacionais”</b>            |                  |                      |                    |
|                                                                         | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> |
| <b>Irrigação</b>                                                        | <b>1</b>         | 1/5                  | 1                  |
| <b>Recr./Turismo</b>                                                    | 5                | <b>1</b>             | 5                  |
| <b>Aquicultura</b>                                                      | 1                | 1/5                  | <b>1</b>           |
| <b>Matriz 14D: RC=0,03</b><br><b>“Conservação da Qualidade da água”</b> |                  |                      |                    |
|                                                                         | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> |
| <b>Irrigação</b>                                                        | <b>1</b>         | 3                    | 5                  |
| <b>Recr./Turismo</b>                                                    | 1/3              | <b>1</b>             | 3                  |
| <b>Aquicultura</b>                                                      | 1/5              | 1/3                  | <b>1</b>           |

Na Figura 58 são apresentados os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios do problema, neste primeiro caso todos os critérios foram considerados com pesos iguais.

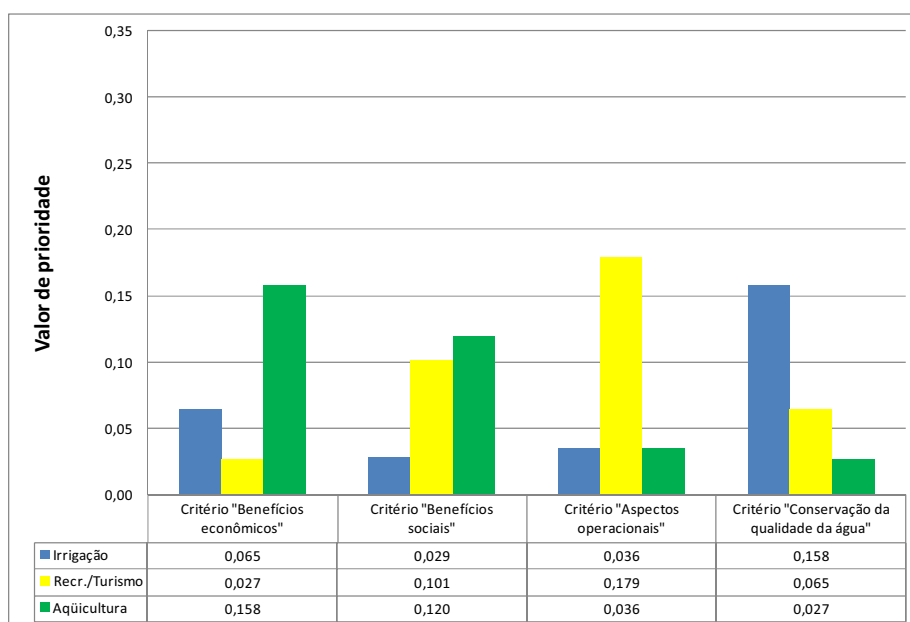


Figura 58 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Selvíria-MS

Na Figura 58 é possível perceber que a utilização da água para aquicultura foi a alternativa que obteve maior valor de prioridade nos critérios “Benefícios econômicos” e “Benefícios sociais”. Entretanto, em relação ao critério “Aspectos operacionais” a alternativa “Recreação e turismo” obteve um valor bem superior ao apresentado pelas demais. Para o

critério “Conservação da qualidade da água” a alternativa considerada prioritária foi a “Irrigação”.

A ordem de prioridade global para o município de Selvíria é mostrada na Figura 59.

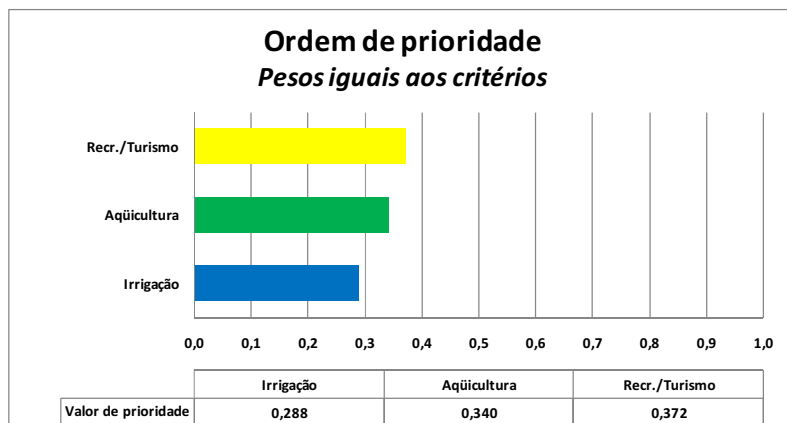


Figura 59 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Selvíria-MS

Os resultados apresentados neste caso indicam a alternativa “Recreação e turismo” como prioritária no município. A alternativa “Aqüicultura” também mostrou-se interessante, obtendo um alto valor de prioridade (0,340), ficando em segundo lugar na ordem de prioridade. A alternativa que obteve o menor valor de prioridade dentre as analisadas no município foi a “Irrigação” (0,288). No entanto, com a análise dos resultados obtidos é possível perceber que as variações dos valores de prioridades foram pouco significativas.

A Figura 60 mostra a classificação de cada alternativa de uso com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” e a Figura 61 mostra a ordem de prioridade quando este mesmo critério é priorizado.

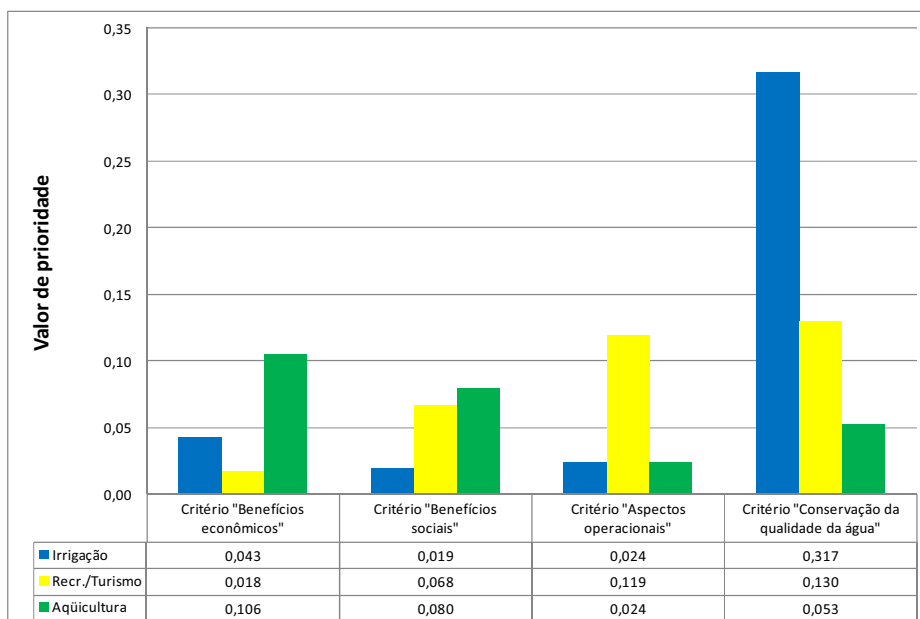


Figura 60 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Selvíria - MS

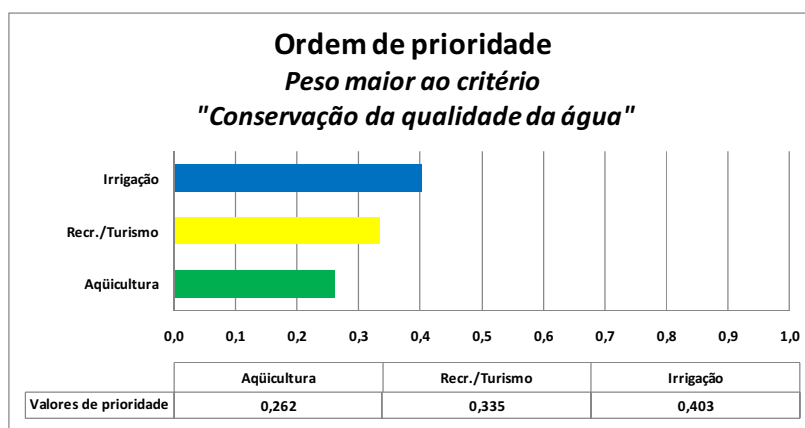


Figura 61 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Selvíria-MS

Conforme pode ser visto na Figura 61, a ordem de prioridade foi alterada, sendo que a alternativa “Irrigação” aumentou seu escore de 0,288 para 0,403, passando do terceiro lugar na ordem para o primeiro. A alternativa “Recreação e turismo” obteve uma redução em seu valor de prioridade passando de 0,372 para 0,335. A “Aquicultura” também teve seu escore reduzido, de 0,340 para 0,262, ficando com o menor valor de prioridade.

O município de Selvíria localiza-se entre as Unidades de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Quitéria e Sucuriú, sendo que a maior área territorial (77,74%) está localizada na UPG Sucuriú e a sede na UPG Quitéria. Os principais cursos d’água que compõem a hidrografia do município são: Rio Paraná (reservatório de Ilha Solteira), Rio Pântano, Rio Sucuriú, Ribeirão do Beltrão, Ribeirão São Mateus, Ribeirão Dois Córregos e Córrego da Véstia.

As atividades de uso e ocupação do solo estão direcionadas, predominantemente, para a pecuária bovina. Segundo dados do IBGE (2006), as pastagens ocupam cerca de 59% da área total do município, ou seja, aproximadamente 192.000 hectares. Ainda com relação à criação de gado bovino, o município possui um rebanho de cerca de 244.000 cabeças (IBGE, 2008). Entre os cultivos presentes no município destacam-se a cana-de-açúcar, o milho e a soja (IBGE, 2009b).

Os resultados obtidos para o município de Selvíria apontaram a alternativa “Irrigação” como a mais interessante tendo em vista a conservação da qualidade da água. A prática da agricultura irrigada ocupa uma área de aproximadamente 121 hectares (IBGE, 2006). Ressalta-se que este valor é pouco significativo tendo em vista a área total do município (325.865 hectares) e a ampla disponibilidade de recursos hídricos.

A alternativa “Recreação e turismo” mostrou-se interessante obtendo o maior valor de prioridade no caso em que os critérios são considerados de mesmo peso. Entretanto, este segmento ocorre de modo informal geralmente ligado à pesca, não havendo infraestrutura para recreação e turismo relacionado ao reservatório.

Dentre as alternativas analisadas, a utilização dos recursos hídricos superficiais para a aquicultura obteve o menor valor de prioridade quando o critério “Conservação da qualidade da água” foi priorizado. No entanto, dados do IBGE (2006) indicam que existem no município 89 estabelecimentos que exploram a atividade da aquicultura.

Ainda com relação à aquicultura, o MPA criou em 2010 o Parque Aquícola do Rio Pântano, que conta com uma área total de produção de 48 hectares e produção total estimada em 11.900 toneladas por ano (BRASIL, 2010c), este fato deverá intensificar a atividade de aquicultura em Selvíria e região do entorno. Salienta-se, nesse sentido, que no projeto destes parques aquícolas é levado em consideração a capacidade suporte do meio aquático.

No presente trabalho foi constatado que no município em questão não há utilização dos recursos hídricos superficiais que se enquadram na alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes”. De acordo com informações obtidas com o decisor, o abastecimento público de água é proveniente de dois poços profundos, sendo de responsabilidade da SANESUL. Estima-se que aproximadamente 91% da população é atendida pela rede de abastecimento de água (SNIS, 2008). Todavia, cerca de 95% da população de Selvíria realiza a destinação do esgoto sanitário em sistemas de fossa rudimentar (IBGE, 2000 *apud* BRASIL, 2010e).

Os dados publicados em 2010 pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul indicaram que cerca de 83% da população do Estado encontra-se sem o atendimento de esgotamento sanitário (MATO GROSSO DO SUL, 2010).

A ausência de sistema de coleta e tratamento adequado de esgoto denota a necessidade de investimento no setor de saneamento, visto que as atuais práticas no município de Selvíria podem causar impactos potenciais tanto nos mananciais subterrâneos como nos superficiais, além de limitar os múltiplos usos dos mesmos.

#### 4.3 ESTADO DE GOAIS

##### 4.3.1 Caçu

O município de Caçu apresentou como usos significantes dos recursos hídricos superficiais as seguintes utilizações:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Aquicultura.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 4, como pode ser observado na Tabela 4.16. A Tabela 4.16 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.16 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Caçu-GO

| <b>Matriz 15A: RC=0,04</b><br><b>"Benefícios econômicos"</b>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| Irrigação                                                               | 1                | 5                    | 7                  | 3                        |
| Recr./Turismo                                                           | 1/5              | 1                    | 3                  | 1/3                      |
| Aquicultura                                                             | 1/7              | 1/3                  | 1                  | 1/5                      |
| Abast./Lanç. Efl.                                                       | 1/3              | 3                    | 5                  | 1                        |
| <b>Matriz 15B: RC=0,08</b><br><b>"Benefícios sociais"</b>               | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                               | 1                | 1/3                  | 3                  | 1/5                      |
| Recr./Turismo                                                           | 3                | 1                    | 3                  | 1/3                      |
| Aquicultura                                                             | 1/3              | 1/3                  | 1                  | 1/5                      |
| Abast./Lanç. Efl.                                                       | 5                | 3                    | 5                  | 1                        |
| <b>Matriz 15C: RC=0,04</b><br><b>"Aspectos operacionais"</b>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                               | 1                | 1/3                  | 1                  | 1                        |
| Recr./Turismo                                                           | 3                | 1                    | 3                  | 5                        |
| Aquicultura                                                             | 1                | 1/3                  | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                       | 1                | 1/5                  | 1/3                | 1                        |
| <b>Matriz 15D: RC=0,09</b><br><b>"Conservação da Qualidade da água"</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                               | 1                | 1/7                  | 1/3                | 3                        |
| Recr./Turismo                                                           | 7                | 1                    | 5                  | 7                        |
| Aquicultura                                                             | 3                | 1/5                  | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                       | 1/3              | 1/7                  | 1/3                | 1                        |

Na Figura 62, a seguir, são apresentados os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios, que neste caso foram considerados de igual importância.

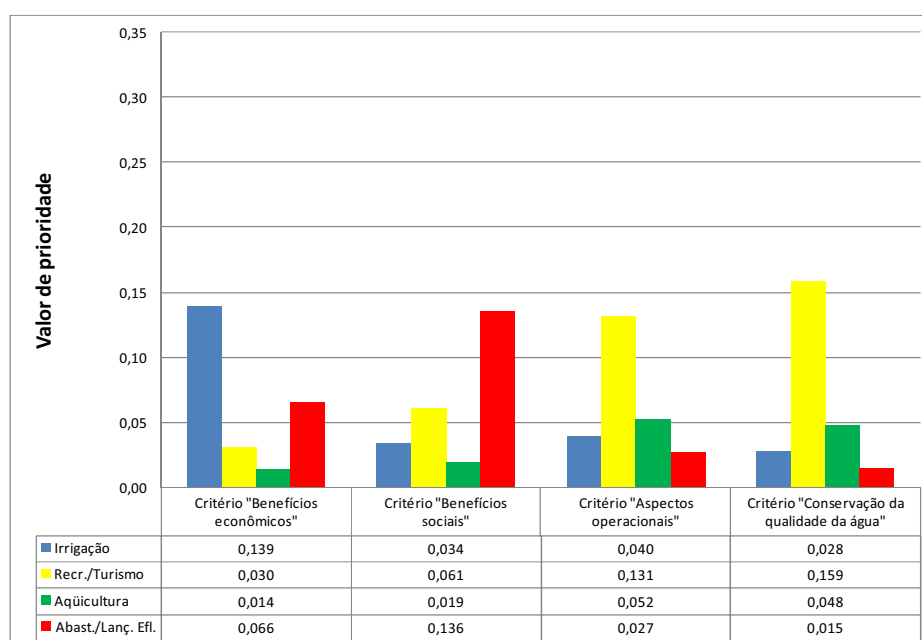


Figura 62 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Caçu-GO

Na Figura 62 é possível notar que para o critério "Benefícios econômicos" a utilização da água para irrigação obteve o maior escore. Por outro lado, considerando o critério "Benefícios sociais", a alternativa "Abastecimento e lançamento de efluentes" foi considerada

prioritária. Já em relação aos critérios “Aspectos operacionais” e “Conservação da qualidade da água” a opção “Recreação e turismo” se mostrou mais interessante que as demais.

A Figura 63 mostra a ordem de prioridade na situação em que os pesos de todos os critérios são considerados iguais.

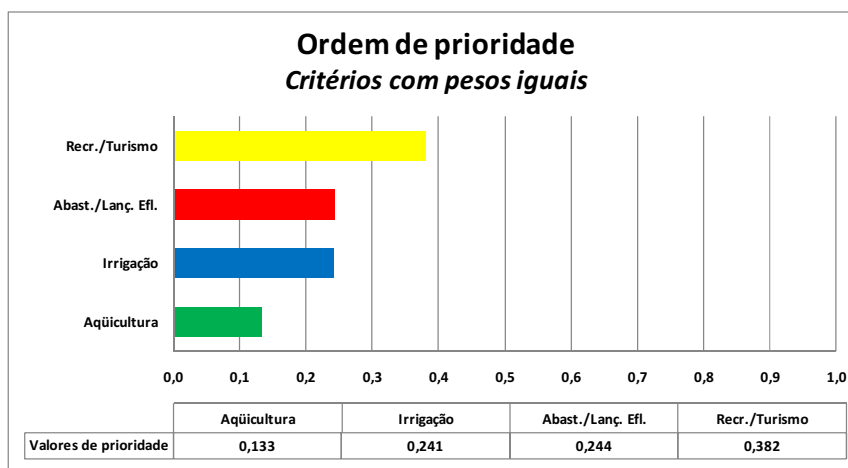


Figura 63 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Caçu-GO

De acordo com o mostrado na Figura 63, a alternativa “Recreação e turismo” obteve o maior valor de prioridade. A segunda alternativa apontada pelo decisor como prioritária foi “Abastecimento e lançamento de efluentes”, sendo seguida por “Irrigação” e “Aquicultura”, respectivamente. Cabe enfatizar a pequena variação dos valores obtidos pelas alternativas “Abastecimento e lançamento de efluentes” (0,244) e “Irrigação” (0,241).

A classificação de cada alternativa de uso com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” pode ser observada na Figura 64. A ordem de prioridade para este caso é apresentada na Figura 65.

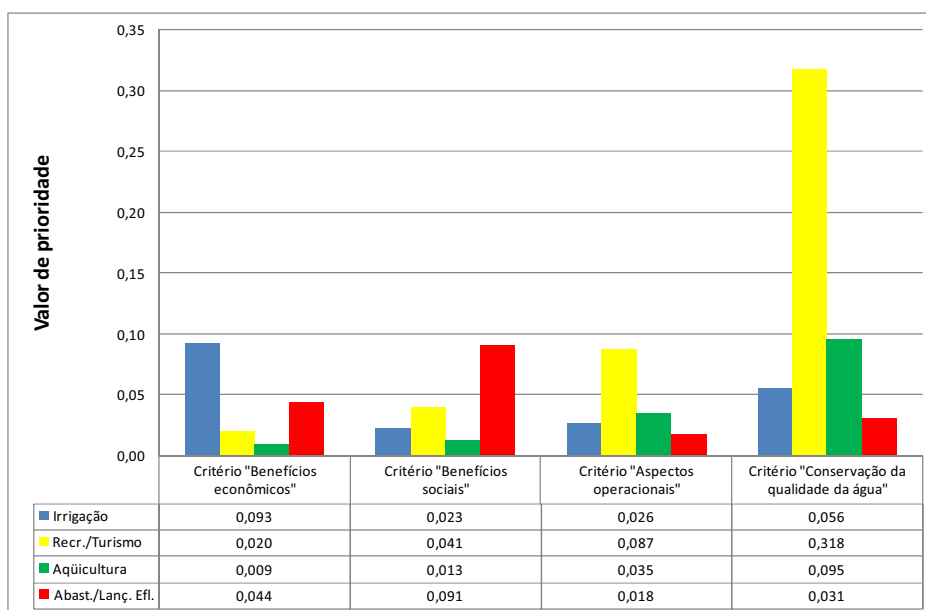


Figura 64 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Caçu-GO

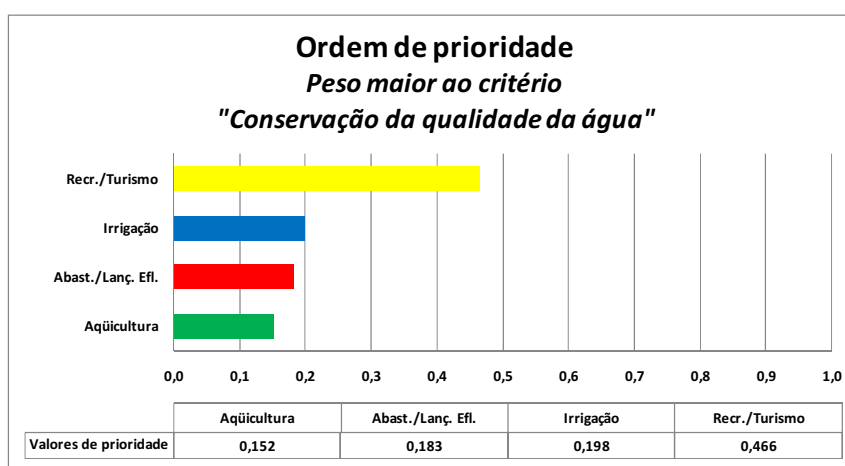


Figura 65 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Caçu-GO

Na Figura 65 é possível observar que priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” houve uma sensível mudança na ordem de prioridade. Neste caso, a alternativa “Irrigação” obteve o segundo lugar na ordem de prioridade e “Abastecimento e lançamento de efluentes” passou para a terceira opção na ordem.

Os principais rios que banham o município de Caçu são: Paranaíba, Claro e Verde, sendo que estes dois últimos deságuam no Paranaíba. Os principais afluentes do Rio Claro são os ribeirões: Caçu, Retiro, Baú, do Boi, Boa Vista da Felicidade, Guariroba, Sucuri e Duval. Dentre os afluentes do Rio Verde destacam-se os ribeirões: Salto, Rosilho, Areia, Cachoeirinha, Macuco e Sapé.

No que se refere ao uso e ocupação do solo, em Caçu as pastagens ocupam cerca de 65% da área total do município (IBGE, 2006), destacando-se, neste sentido, o predomínio do



gado bovino, com um rebanho aproximado de 173800 cabeças (IBGE, 2008). Destaca-se ainda, em Caçu, o cultivo de grãos, tais como: soja, milho e arroz (IBGE, 2009b).

Constatou-se no município uma sensível expansão do cultivo de cana-de-açúcar, já que a área ocupada aumentou de 2200 hectares, no período de 2008/2009, para uma área total de 13200 hectares, na safra de 2010/2011 (CANASAT, 2010). Esta expansão da área ocupada por cana-de-açúcar se explica pela instalação de uma usina sucroalcooleira no município em 2009.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicaram o segmento de recreação e turismo como prioritário na utilização dos recursos hídricos superficiais. Dentre os usos citados dos mananciais superficiais destacam-se a pesca e o turismo de contemplação paisagística, já que existem diversas cachoeiras e corredeiras na área do município. No entanto, Caçu não possui infraestrutura para exploração do turismo relacionado às águas superficiais.

Na região do Sudoeste Goiano, onde estão situados os municípios abordados no presente trabalho (Itajá, Itarumã, Caçu e São Simão), entraram em operação cinco hidrelétricas, conforme apresentado no Quadro 09:

Quadro 09 – Usinas hidrelétricas instaladas nos municípios goianos da área de influência do reservatório de Ilha Solteira

| Hidrelétricas         | Hidrografia | Potência Instalada (MW) | Municípios          | Área Inundada (Km <sup>2</sup> ) (Estimada) |
|-----------------------|-------------|-------------------------|---------------------|---------------------------------------------|
| Caçu                  | Rio Claro   | 66                      | Caçu/Cachoeira Alta | 14,3                                        |
| Barra dos Coqueiros   | Rio Claro   | 90                      | Caçu/Cachoeira Alta | 25,5                                        |
| Foz do Rio Claro      | Rio Claro   | 68,4                    | Caçu/São Simão      | 7,6                                         |
| Salto                 | Rio Verde   | 116                     | Caçu/Itarumã        | 72                                          |
| Salto do Rio Verdinho | Rio Verde   | 93                      | Caçu/Itarumã        | 74                                          |

Fonte: Elaborado pelo autor com base em BRASIL (2010b); BRASIL (2010e); ALVES (2005).

A expansão energética desta região, além de aumentar o potencial de desenvolvimento econômico da região em questão deverá incrementar o setor de turismo, já que com a criação das usinas hidrelétricas formaram-se os reservatórios, possibilitando inúmeras possibilidades de atividades neste segmento.

A alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” se apresentou como de grande prioridade no município conforme a avaliação do decisor, porém na situação em que o critério “Conservação da qualidade da água” é considerado de maior peso esta alternativa reduz seu valor de prioridade. Isto se explica pelo fato de que o abastecimento público de água utiliza água proveniente do Rio Claro, sendo que o sistema atende cerca de 82% da população total do município (SNIS, 2008). Com relação ao esgoto, em 2010 foi concluída a obra da ETE municipal, estima-se que 98% da população está sendo atendida. Antes disto, o esgoto do município era disposto de maneira considerada inadequada: cerca de 40% em fossas rudimentares, 52% lançado *in natura* no Córrego Água Fria (afluente do Rio Claro) e o restante possuía outro tipo de disposição (IBGE, 2000 *apud* BRASIL, 2010e).

Com relação à utilização da água para irrigação, os dados divulgados pelo IBGE (2006) indicam uma área irrigada de 434 hectares.

Quanto à aquicultura, esta apresentou o menor valor de prioridade para a utilização da água superficial, de modo que os dados do IBGE indicam a existência de 41 propriedades com estrutura para exploração da aquicultura.

#### 4.3.2 Itarumã

As respostas obtidas para o município de Itarumã expuseram os usos a seguir como destaques:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Aquicultura.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 4, como pode ser observado na Tabela 4.17. A Tabela 4.17 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.17 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Itarumã-GO

| <b>Matriz 16A: RC=0,09</b><br><b>"Benefícios econômicos"</b>             | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| Irrigação                                                                | 1                | 7                    | 5                  | 5                        |
| Recr./Turismo                                                            | 1/7              | 1                    | 1/3                | 1/3                      |
| Aquicultura                                                              | 1/5              | 3                    | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                        | 1/5              | 3                    | 1/3                | 1                        |
| <b>Matriz 16B: RC=0,07</b><br><b>"Benefícios sociais"</b>                | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                                | 1                | 3                    | 3                  | 1/3                      |
| Recr./Turismo                                                            | 1/3              | 1                    | 3                  | 1/3                      |
| Aquicultura                                                              | 1/3              | 1/3                  | 1                  | 1/5                      |
| Abast./Lanç. Efl.                                                        | 3                | 3                    | 5                  | 1                        |
| <b>Matriz 16C: RC=0,07</b><br><b>"Aspectos operacionais"</b>             | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                                | 1                | 5                    | 3                  | 3                        |
| Recr./Turismo                                                            | 1/5              | 1                    | 1/3                | 1/3                      |
| Aquicultura                                                              | 1/3              | 3                    | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                        | 1/3              | 3                    | 1/3                | 1                        |
| <b>Matriz 16D: RC= 0,07</b><br><b>"Conservação da Qualidade da água"</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> |
| Irrigação                                                                | 1                | 1/3                  | 1/3                | 3                        |
| Recr./Turismo                                                            | 3                | 1                    | 3                  | 5                        |
| Aquicultura                                                              | 3                | 1/3                  | 1                  | 3                        |
| Abast./Lanç. Efl.                                                        | 1/3              | 1/5                  | 1/3                | 1                        |

A Figura 66 apresenta os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios, que neste caso foram considerados de igual importância.

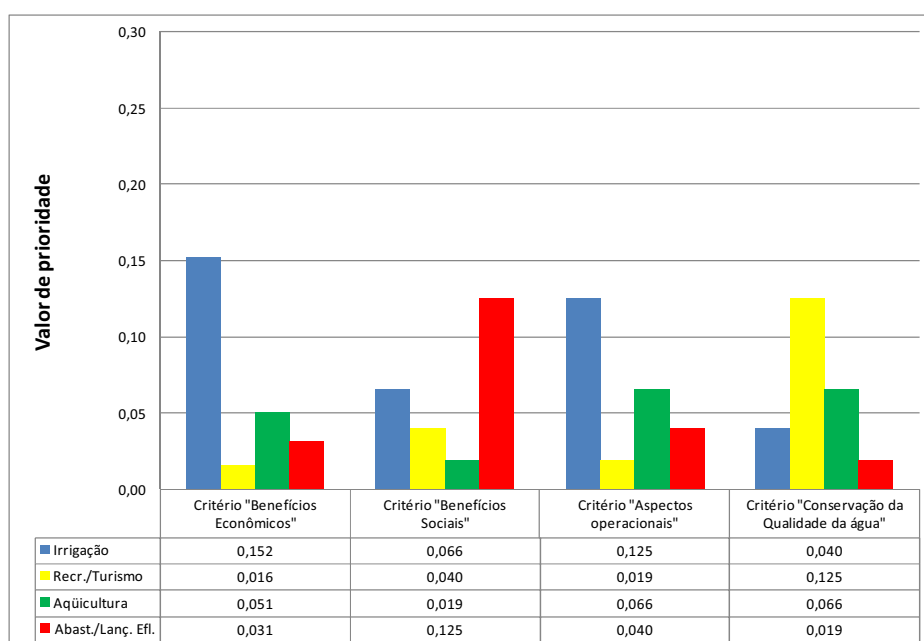


Figura 66 –Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – Itarumã -GO

Na Figura 66 foi possível verificar que para os critérios “Benefícios econômicos” e “Aspectos operacionais” a alternativa “Irrigação” obteve o maior valor de prioridade. Já levando em consideração o critério “Benefícios sociais”, a alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” foi considerada prioritária. Por outro lado, o uso da água para recreação e turismo se mostrou mais interessante com relação ao critério “Conservação da qualidade da água”.

Na Figura 67 é apresentada a ordem de prioridade na situação em que todos os critérios são considerados com o mesmo peso.

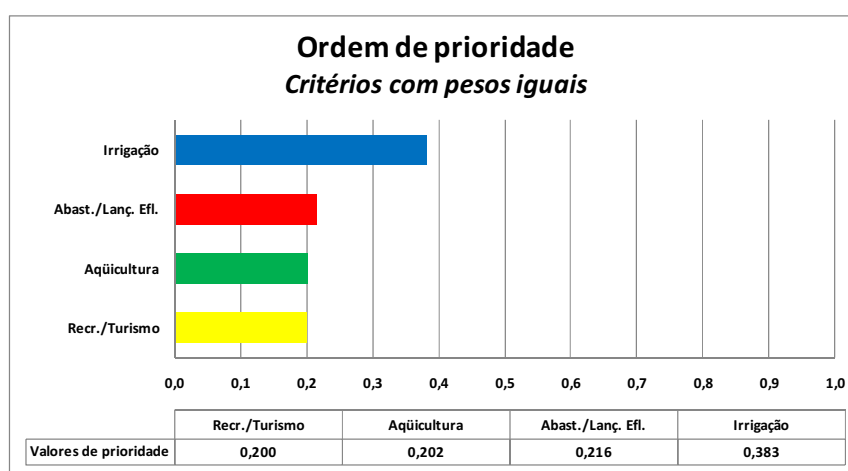


Figura 67 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - Itarumã -GO

De acordo com o mostrado na Figura 67, a alternativa “Irrigação” obteve o maior valor de prioridade, sendo seguida por “Abastecimento e lançamento de efluentes”, “Aquicultura” e “Recreação e turismo”, respectivamente. Vale enfatizar, neste caso, a pequena variação de valores apresentados entre as três últimas alternativas.

A classificação de cada alternativa de uso com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” pode ser observada na Figura 68. A ordem de prioridade para este caso é apresentada na Figura 69.

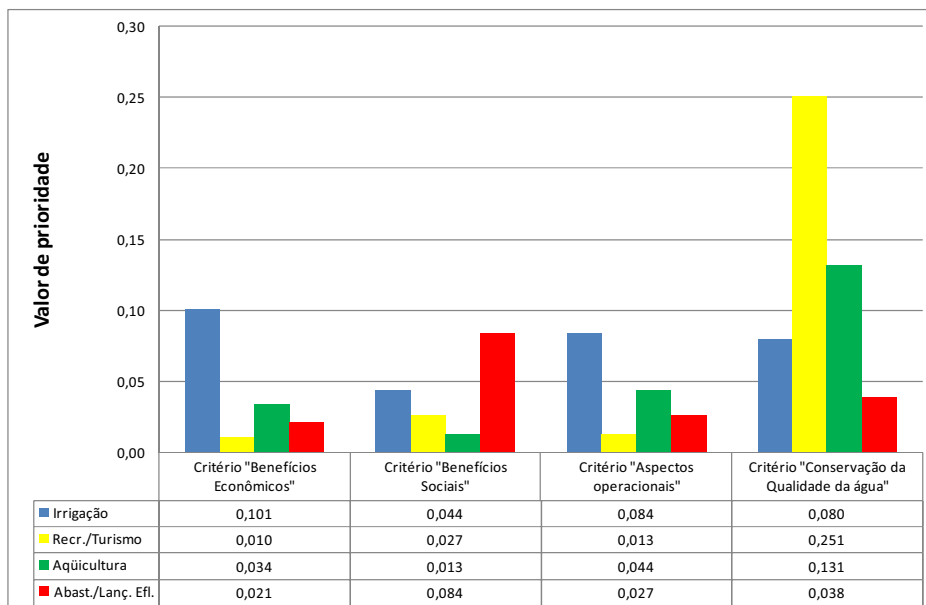


Figura 68 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - Itarumã –GO

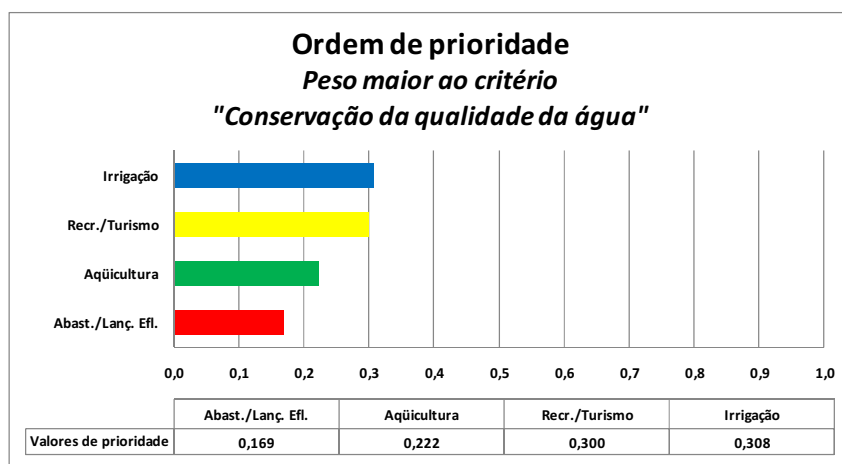


Figura 69 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Itarumã –GO

Verificou-se na Figura 69 que atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” houve uma sensível mudança na ordem de prioridade. A alternativa “Irrigação” se manteve como prioridade, porém seu escore diminuiu, passando de 0,383 para 0,308. Por outro lado, o uso para recreação e turismo se mostrou mais interessante neste caso, visto que seu valor de prioridade aumentou de 0,200 para 0,300. É importante ressaltar a pequena variação de valores entre as alternativas “Irrigação” (0,308) e “Recreação e turismo” (0,300).

A aquicultura obteve um sensível aumento de prioridade, porém se manteve na terceira posição da ordem de prioridade. A alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” reduziu consideravelmente seu escore, passando de 0,216 para 0,169, esta alteração colocou esta opção como de menor prioridade.

Os principais rios que banham o município de Itarumã são: Paranaíba, Corrente e Verde, sendo que os dois últimos são afluentes do Paranaíba. O município possui outros cursos d’água, tais como os córregos: do Servo, Ariranha do Corrente, Barreiro ou Congo, Santa Barbara da Pedra Branca, Cachoeirinha e São Jerônimo.

No que tange ao uso e ocupação do solo, cerca de 55% da área total do município é destinada às pastagens (IBGE, 2006), sendo que o rebanho de gado bovino é de aproximadamente 267300 cabeças (IBGE, 2008). Destaca-se ainda, em Itarumã, o cultivo de grãos, tais como: milho, soja e arroz (IBGE, 2009b).

Merece destaque o cultivo de cana-de-açúcar no município, visto que a área ocupada por esta cultura aumentou, passando de 640 hectares, no período 2008/2009, para 7936 hectares em 2010 (CANASAT, 2010).

Os julgamentos do decisor indicaram a alternativa “Irrigação” como prioritária dentre as opções analisadas. Porém, apesar desta potencialidade, o IBGE (2006) registrou apenas 28 hectares irrigados em Itarumã.

A recreação e o turismo ocorrem, atualmente, de maneira informal, relacionadas principalmente à atividade de pesca. Entretanto, com a instalação das usinas hidrelétricas no Rio Verde, conforme já citado, há uma expectativa de aumento do turismo e de atividades de lazer na região do reservatório, como por exemplo: prática de esportes náuticos, instalação de clubes e ranchos de veraneio, pesca e outras atividades.

A alternativa “Aquicultura” não se apresentou como uma atividade de grande expressão, porém, de acordo com dados do (2006), 89 propriedades possuem estrutura para exploração da aquicultura. Ainda com relação à este segmento, o decisor informou que o Governo Federal está elaborando um projeto de aquicultura em tanques-rede na área dos reservatórios.

A utilização dos recursos hídricos superficiais para abastecimento e lançamento de efluentes se mostrou interessante, visto que toda a água utilizada pela SANEAGO (empresa responsável pelo serviço) para abastecimento público é proveniente de captação superficial, atendendo cerca de 72% da população (SNIS, 2008), o restante da população, de acordo com o informado pelo decisor, é abastecida com água proveniente de aquífero subterrânea.

Com relação ao sistema de esgotamento sanitário, cerca de 34% da população é atendida por rede coletora de esgoto, 43,5% da população possui fossa rudimentar e o restante (22,5%) possui outra forma de disposição (IBGE, 2000 *apud* BRASIL, 2010e). Ressalta-se que não há nenhum tipo de tratamento de esgoto em Itarumã.

### 4.3.3 São Simão

Os usos dos recursos hídricos superficiais apresentados no município de São Simão são mostrados a seguir:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Aquicultura;
- e) Navegação e transporte.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 5, como pode ser observado na Tabela 4.18. A Tabela 4.18 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.18 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – São Simão-GO

| <b>Matriz 17A: RC=0,09</b><br><i>“Benefícios econômicos”</i>            | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| Irrigação                                                               | 1                | 1/5                  | 1                  | 3                        | 1/7                 |
| Recr./Turismo                                                           | 5                | 1                    | 7                  | 7                        | 1/5                 |
| Aquicultura                                                             | 1                | 1/7                  | 1                  | 3                        | 1/9                 |
| Abast./Lanç. Efl.                                                       | 1/3              | 1/7                  | 1/3                | 1                        | 1/9                 |
| Naveg/Transp                                                            | 7                | 5                    | 9                  | 9                        | 1                   |
| <b>Matriz 17B: RC=0,08</b><br><i>“Benefícios sociais”</i>               | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| Irrigação                                                               | 1                | 1/7                  | 1                  | 3                        | 1/7                 |
| Recr./Turismo                                                           | 7                | 1                    | 7                  | 7                        | 3                   |
| Aquicultura                                                             | 1                | 1/7                  | 1                  | 3                        | 1/5                 |
| Abast./Lanç. Efl.                                                       | 1/3              | 1/7                  | 1/3                | 1                        | 1/5                 |
| Naveg/Transp                                                            | 7                | 1/3                  | 5                  | 5                        | 1                   |
| <b>Matriz 17C: RC= 0,07</b><br><i>“Aspectos operacionais”</i>           | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| Irrigação                                                               | 1                | 1/5                  | 1                  | 3                        | 3                   |
| Recr./Turismo                                                           | 5                | 1                    | 5                  | 5                        | 7                   |
| Aquicultura                                                             | 1                | 1/5                  | 1                  | 3                        | 5                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                                       | 1/3              | 1/5                  | 1/3                | 1                        | 3                   |
| Naveg/Transp                                                            | 1/3              | 1/7                  | 1/5                | 1/3                      | 1                   |
| <b>Matriz 17D: RC=0,05</b><br><i>“Conservação da Qualidade da água”</i> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Aquicultura</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| Irrigação                                                               | 1                | 1                    | 5                  | 7                        | 3                   |
| Recr./Turismo                                                           | 1                | 1                    | 3                  | 7                        | 3                   |
| Aquicultura                                                             | 1/5              | 1/3                  | 1                  | 5                        | 1                   |
| Abast./Lanç. Efl.                                                       | 1/7              | 1/7                  | 1/5                | 1                        | 1/7                 |
| Naveg/Transp                                                            | 1/3              | 1/3                  | 1                  | 7                        | 1                   |

Na Figura 70 a seguir são apresentados os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios, que neste caso foram considerados de igual importância.

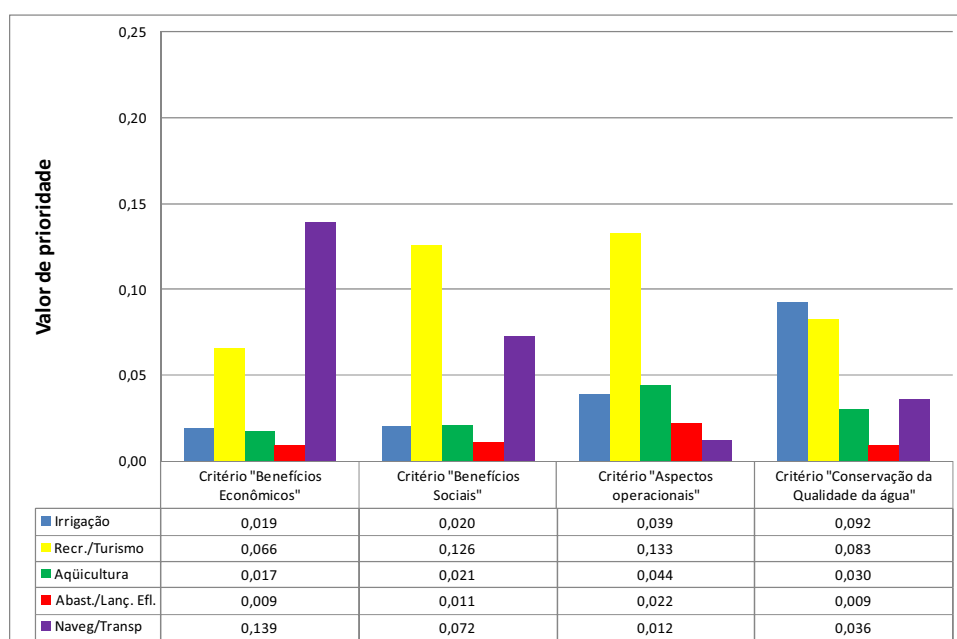


Figura 70 – Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais – São Simão-GO

A Figura 70 mostra que a alternativa “Navegação e transporte” obteve o maior valor de prioridade para o critério “Benefícios econômicos”. A utilização da água para recreação e turismo mostrou-se mais interessante que as demais nos critérios “Benefícios sociais” e “Aspectos operacionais”. Por outro lado, a alternativa “Irrigação” obteve o maior escore quando considerado o critério “Conservação da qualidade da água”.

A Figura 71 mostra a ordem de prioridade quando todos os critérios são considerados de igual importância.

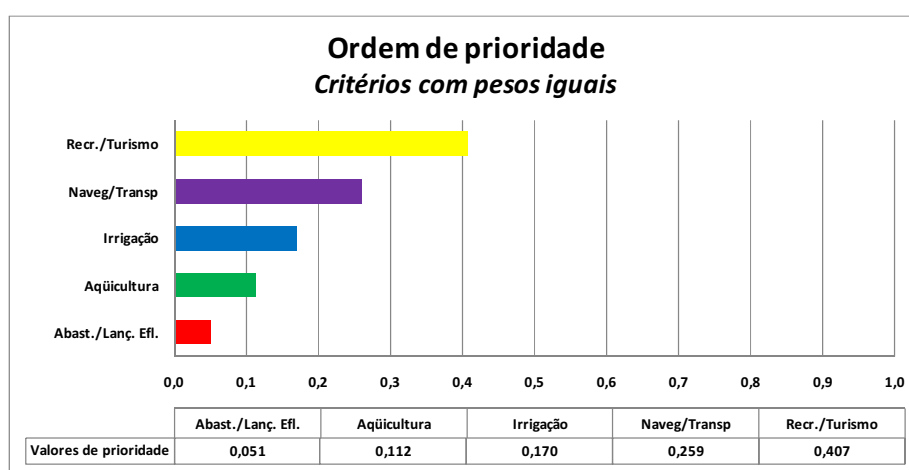


Figura 71 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os critérios com pesos iguais - São Simão-GO

De acordo com o apresentado na Figura 71 a alternativa “Recreação e turismo” obteve o maior valor de prioridade. Em segundo lugar ficou a alternativa “Navegação e transporte”, seguida por “Irrigação”, “Aquicultura” e “Abastecimento e lançamento de efluentes”, respectivamente.

A Figura 72 apresenta a classificação de cada alternativa de uso com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água”. A ordem de prioridade para este caso é mostrada na Figura 73.

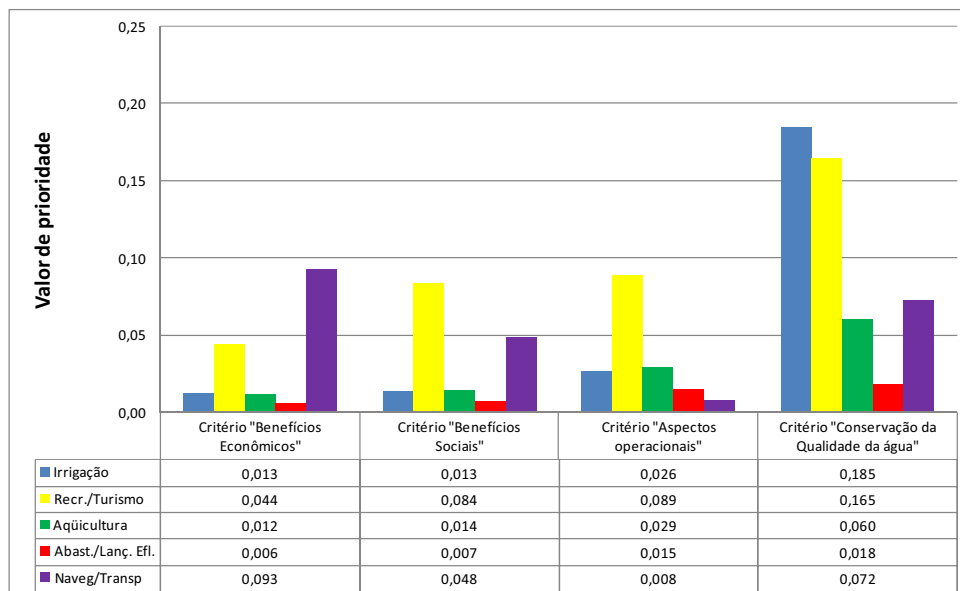


Figura 72 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” - São Simão-GO

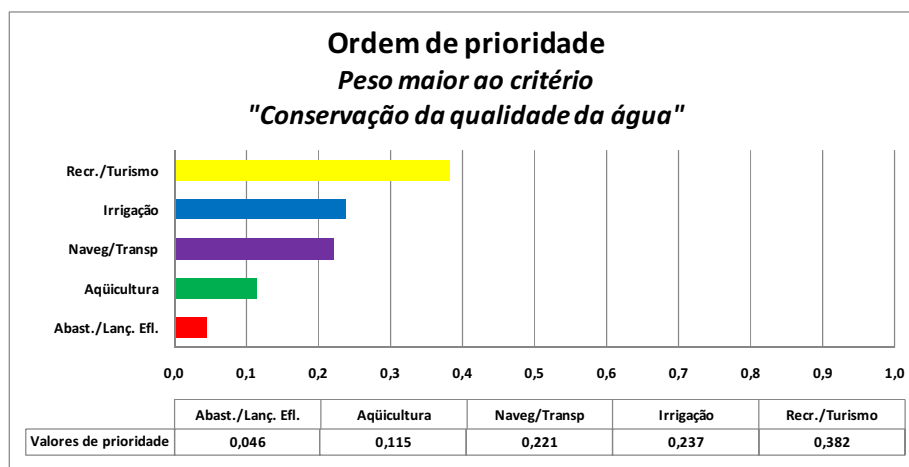


Figura 73 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - São Simão-GO

Na Figura 73 é possível notar que com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” a alternativa “Recreação e turismo” se manteve prioritária. A alternativa “Navegação e transporte” diminuiu seu escore, passando de 0,259 para 0,221, o que resultou em sua mudança na ordem de prioridade para o terceiro lugar. Já a “Irrigação” aumentou seu escore de 0,170 para 0,237, passando para o segundo lugar na ordem de prioridade.

Os usos “Aqüicultura” e “Abastecimento e lançamento de efluentes” mantiveram suas posições na ordem de prioridade.

O município de São Simão é banhado pelos rios Paranaíba e Claro. Outros cursos d’água de menor expressão também fazem parte da hidrografia do município, tais como os



córregos Colombo, Campanha, Pateiro, Almescar, Marimbondo, Quebra-Cocão, Grotão, Abelha, Alecrim, Jatobá, Café, Escondido, Cuiabano, Rondinha, Mateirinha, do Meio, Napoleão e da Boa Vista.

Dentre os municípios goianos analisados neste estudo, São Simão é o que possui a menor área territorial (414,05 km<sup>2</sup>). As pastagens ocupam cerca de 46% da área total do município (IBGE, 2006), sendo ocupadas por um rebanho de aproximadamente 38000 cabeças de gado bovino (IBGE, 2008). Dentre os principais cultivos, destaca-se a produção de milho (IBGE, 2009). Já a cana-de-açúcar ocupa cerca de 8% da área total do município, este fato se explica pela presença no município de uma usina sucroalcooleira, a Energética São Simão (CANASAT, 2010).

As atividades relacionadas à “Recreação e turismo”, que obteve o maior valor de prioridade, ocorrem em sua maior parte no reservatório da UHE São Simão, formado pelo barramento do Rio Paranaíba. No Quadro 10 encontram-se alguns dados sobre a UHE de São Simão.

Quadro 10 – Características da UHE São Simão

| Variável                     | Valor                                              |
|------------------------------|----------------------------------------------------|
| Início de Operação           | 1978                                               |
| Potência Instalada           | 1.710 MW                                           |
| Número de Unidades Geradoras | 6                                                  |
| Área do Reservatório         | 722,25 km <sup>2</sup>                             |
| Área de Drenagem             | 171.000 km <sup>2</sup> (estimativa)               |
| Profundidade Máxima          | 127 m                                              |
| Vazão Máxima Afluente        | 24.000 m <sup>3</sup> /s                           |
| Altitude                     | 404 m                                              |
| Localização                  | Latitude: 19° 01'05" S<br>Longitude: 50° 29' 57" W |

Fonte: CEMIG, 2003 *apud* PINTO-COELHO, 2004.

Como atrativo turístico de São Simão pode-se citar a Praia do Lago Azul, instalada às margens do reservatório. O local possui quiosques, bares, banheiros, duchas, quadras de areia, pista de “Cooper”, ciclovia, amplo estacionamento e área de *camping* (SÃO SIMÃO, 2010). Na região do reservatório são praticados esportes náuticos e atividades relacionadas à pesca. Ainda como atrativos turísticos no município destacam-se as corredeiras e cachoeiras do Rio Claro.

A prática da agricultura irrigada é pouco difundida em São Simão, visto que, de acordo com dados do IBGE (2006), o município possui aproximadamente 23 hectares irrigados.

O segmento de “Navegação e transporte” é de grande importância no município, visto que gera renda e empregos em diversos setores pela existência de um complexo portuário intermodal, localizado no Rio Paranaíba. Destacam-se, neste sentido, os terminais das seguintes empresas: ADM Importadora e Exportadora S/A, Louis Dreyfus Commodities Brasil S/A (L.D.C.), Caramuru Óleos Vegetais Ltda., DNP Indústria e Navegação Ltda.

A interligação das áreas produtoras de grãos com o porto intermodal de São Simão é realizada via rodovia (transporte em caminhões). Nas unidades de São Simão são produzidos: farelo de soja, óleo bruto e refinado de soja e lecitinas de soja (FELIPE JUNIOR, 2008). Estes produtos são escoados através da hidrovia Tietê-Paraná até os terminais de Anhembi-SP, Pederneiras-SP e Santa Maria da Serra-SP.

O Quadro 11 apresenta as principais empresas que operam o transporte hidroviário em São Simão, assim como os principais produtos transportados.

Quadro 11 – Movimentação de cargas no Complexo Portuário de São Simão

| Origem       |                        | Destino                  |                    | Distância (km) | Empresas de Navegação | Carga acumulada Jan-Dez (t) | Produto        |       |
|--------------|------------------------|--------------------------|--------------------|----------------|-----------------------|-----------------------------|----------------|-------|
| Região       | Porto                  | Região                   | Porto              |                |                       |                             |                |       |
| São Simão-GO | ADM Rio Paranaíba      | Sta. Maria da Serra (SP) | ADM Rio Tietê      | 738            | Sartco                | 23.416                      | Farelo de soja |       |
|              |                        |                          |                    |                |                       | 0                           | Milho          |       |
|              |                        |                          |                    |                |                       | 121525                      | Soja           |       |
|              | Caramuru Rio Paranaíba | Pederneiras (SP)         | Caramuru Rio Tietê | 655            | TNPM/PBV              | 410.309                     | Soja           |       |
|              |                        |                          |                    |                |                       | 175.036                     | Farelo de soja |       |
|              |                        | Sta. Maria da Serra (SP) |                    | 738            | Sartco                | 8.116                       | Soja           |       |
|              |                        |                          |                    |                |                       | 38.729                      | Soja           |       |
|              |                        | Anhembi (SP)             |                    | 760            | TNPM/PBV              | 68.135                      | Farelo de soja |       |
|              |                        |                          |                    |                |                       | 124.898                     | Soja           |       |
|              | DNP Rio Paranaíba      | Pederneiras (SP)         | DPN Rio Tietê      | 655            | TNPM/PBV              | 47.531                      | Farelo de soja |       |
|              |                        |                          |                    |                |                       | 5.498                       | Açúcar         |       |
|              |                        | Anhembi (SP)             |                    | 760            | TNPM/PBV              | 47.761                      | Soja           |       |
|              |                        |                          |                    |                |                       | 8.977                       | Farelo de soja |       |
|              | L.D.C Rio Paranaíba    | Pederneiras (SP)         | L.D.C Rio Tietê    | 655            | Quintella             | 180.620                     | Açúcar         |       |
|              |                        |                          |                    |                |                       | 331.128                     | Soja           |       |
|              |                        |                          |                    |                |                       | 52.929                      | Farelo de soja |       |
|              |                        |                          |                    |                |                       |                             | 18.090         | Milho |
| Total        |                        |                          |                    |                |                       | 1.662.697                   |                |       |

Fonte: AHRANA (2009)

A alternativa de aquicultura mostrou-se pouco expressiva em São Simão. Dados do IBGE (2006) indicaram a existência de 22 estabelecimentos para exploração da aquicultura.

Com relação à criação de peixes em tanques-rede, existe no município a Associação São Simoense de Aquicultura e Pesca (ASSAP) responsável por desenvolver a atividade no reservatório da UHE São Simão, próximo à Praia do Lago Azul. A ASSAP conta com auxílio financeiro da Prefeitura Municipal e com capacitação técnica do SEBRAE através do Projeto de Aquicultura.

A alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” apresentou o menor valor de prioridade. Esse baixo valor pode ser justificado pelo fato de São Simão utilizar manancial subterrânea para o abastecimento público. Deste modo, se enquadra nesta categoria apenas o lançamento de efluentes da ETE municipal, que, conforme relatado pelo decisor, trata cerca de 90% do esgoto gerado pela população. Cabe enfatizar que os serviços de água e esgoto são de responsabilidade da DEMAESS (Departamento Municipal de Água e Esgoto de São Simão) e, até o presente momento, o serviço não é cobrado da população.

Com relação à qualidade da água, Pinto-Coelho (2004), em seu estudo, verificou florescimentos de cianobactérias no reservatório de São Simão, em grande parte, associado à presença dominante de *Anabaena circinalis*. De acordo com Pinto-Coelho (*op cit.*), isto ocorreu principalmente no período de Janeiro de 2002, período no qual os afluentes do reservatório apresentaram as maiores concentrações de fósforo.

Fonseca (2010) relacionou o processo de eutrofização no reservatório de São Simão às atividades antrópicas. O autor constatou lançamentos de esgotos domésticos nos tributários do reservatório (Rios Meia Ponte e dos Bois), e, também, a decisiva contribuição de poluição difusa, proveniente das atividades agrícolas no entorno dos rios Meia Ponte, dos Bois, Tijuco e Prata.

#### 4.4 ESTADO DE MINAS GERAIS

##### 4.4.1 Limeira do Oeste

O município de Limeira do Oeste apresentou como usos significantes as seguintes utilizações:

- a) Irrigação;
- b) Recreação e turismo;
- c) Abastecimento e lançamento de efluentes;
- d) Navegação e transporte.

Os julgamentos realizados pelo decisor através do questionário deram origem a quatro matrizes de ordem 4, como pode ser observado na Tabela 4.19. A Tabela 4.19 apresenta também a Razão de Consistência (RC) de cada matriz.

Tabela 4.19 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Limeira do Oeste-MG

| <b>Matriz 18A: RC= 0,08</b><br><b>"Benefícios econômicos"</b> | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
|---------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|
| <b>Irrigação</b>                                              | <b>1</b>         | <b>9</b>             | <b>1</b>                 | <b>9</b>            |
| <b>Recr./Turismo</b>                                          | <b>1/9</b>       | <b>1</b>             | <b>1/5</b>               | <b>3</b>            |
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b>                                      | <b>1</b>         | <b>5</b>             | <b>1</b>                 | <b>5</b>            |
| <b>Navegação/Transporte</b>                                   | <b>1/9</b>       | <b>1/3</b>           | <b>1/5</b>               | <b>1</b>            |
| <b>Matriz 18B: RC= 0,07</b><br><b>"Benefícios sociais"</b>    | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| <b>Irrigação</b>                                              | <b>1</b>         | <b>3</b>             | <b>1/5</b>               | <b>1/3</b>          |
| <b>Recr./Turismo</b>                                          | <b>1/3</b>       | <b>1</b>             | <b>1/5</b>               | <b>1/5</b>          |
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b>                                      | <b>5</b>         | <b>5</b>             | <b>1</b>                 | <b>3</b>            |
| <b>Navegação/Transporte</b>                                   | <b>3</b>         | <b>5</b>             | <b>1/3</b>               | <b>1</b>            |
| <b>Matriz 18C: RC=0,07</b><br><b>"Aspectos operacionais"</b>  | <b>Irrigação</b> | <b>Recr./Turismo</b> | <b>Abast./Lanç. Efl.</b> | <b>Naveg/Transp</b> |
| <b>Irrigação</b>                                              | <b>1</b>         | <b>3</b>             | <b>5</b>                 | <b>3</b>            |
| <b>Recr./Turismo</b>                                          | <b>1/3</b>       | <b>1</b>             | <b>3</b>                 | <b>3</b>            |
| <b>Abast./Lanç. Efl.</b>                                      | <b>1/5</b>       | <b>1/3</b>           | <b>1</b>                 | <b>1/3</b>          |
| <b>Navegação/Transporte</b>                                   | <b>1/3</b>       | <b>1/3</b>           | <b>3</b>                 | <b>1</b>            |
| <b>(continua)</b>                                             |                  |                      |                          |                     |

| Tabela 4.19 – Matrizes e Razão de Consistência das matrizes – Limeira do Oeste-MG (continuação) |           |               |                   |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|-------------------|--------------|
| Matriz 18D: RC=0,03                                                                             |           |               |                   |              |
| <i>“Conservação da Qualidade da água”</i>                                                       | Irrigação | Recr./Turismo | Abast./Lanç. Efl. | Naveg/Transp |
| Irrigação                                                                                       | 1         | 1/7           | 3                 | 1/3          |
| Recr./Turismo                                                                                   | 7         | 1             | 9                 | 3            |
| Abast./Lanç. Efl.                                                                               | 1/3       | 1/9           | 1                 | 1/5          |
| Navegação/Transporte                                                                            | 3         | 1/3           | 5                 | 1            |

A Figura 74 exibe os valores de prioridade das alternativas para cada um dos critérios, que neste caso foram considerados de igual importância.

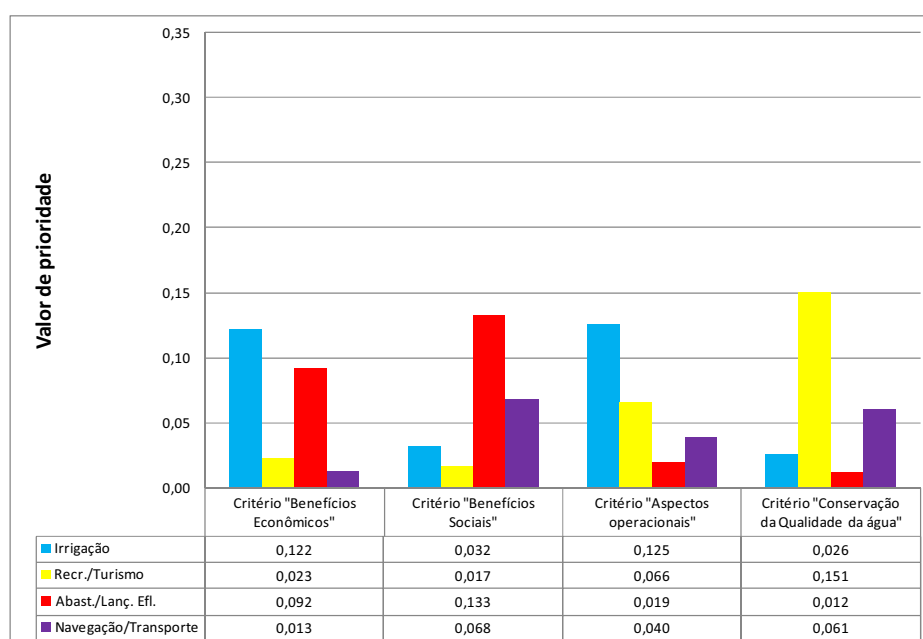


Figura 74 –Valores de prioridade das alternativas considerando os critérios com pesos iguais - Limeira do Oeste-MG

A Figura 74 mostra que a alternativa “Irrigação” foi prioritária para os critérios “Benefícios econômicos” e “Aspectos operacionais”. Já em termos de benefícios sociais, os julgamentos do decisor indicaram a opção “Abastecimento e lançamento de efluentes”. Com relação ao critério “Conservação da qualidade da água”, a alternativa “Recreação e turismo” obteve o maior valor de prioridade.

A ordem de prioridade considerando os critérios com pesos iguais pode ser observada na Figura 75.

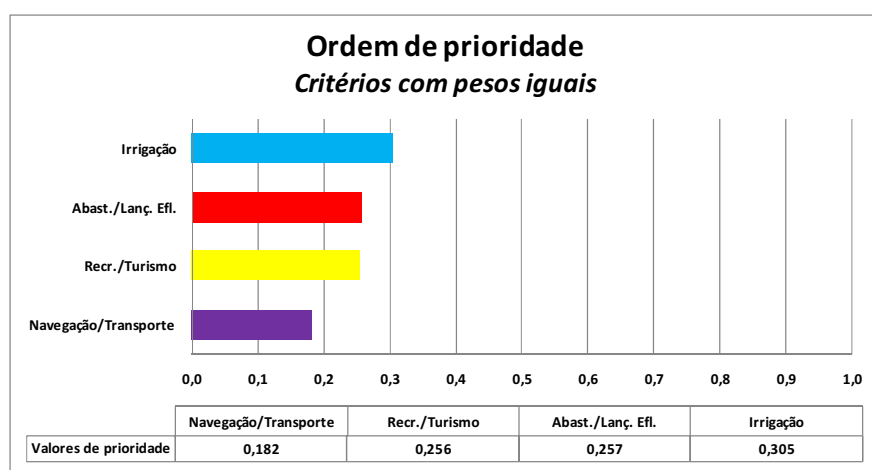


Figura 75 – Ordem de prioridade de uso da água considerando os cr terios com pesos iguais - Limeira do Oeste-MG

Como pôde ser observado na Figura 75 a alternativa “Irrigação” obteve o maior valor de prioridade (0,305). A opção “Abastecimento e lançamento de efluentes” ficou em segundo lugar (0,257), seguida por “Recreação e turismo” (0,256). Em último lugar na ordem de prioridade ficou “Navegação e transporte” (0,182). Nota-se que os usos “Abastecimento e lançamento de efluentes” e “Recreação e turismo” obtiveram valores de prioridade com pouca variação.

A Figura 76 apresenta a classificação de cada alternativa de uso com a priorização do cr terio “Conservação da qualidade da água” e a Figura 77 mostra a ordem de prioridade para este caso.

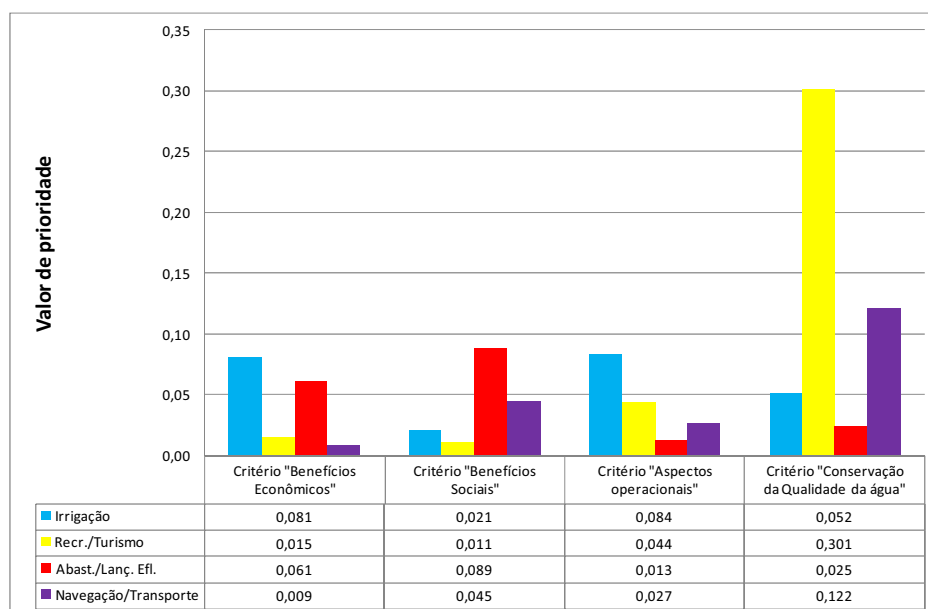


Figura 76 – Valores de prioridade das alternativas priorizando o cr terio “Conservação da qualidade da  gua” - Limeira do Oeste-MG

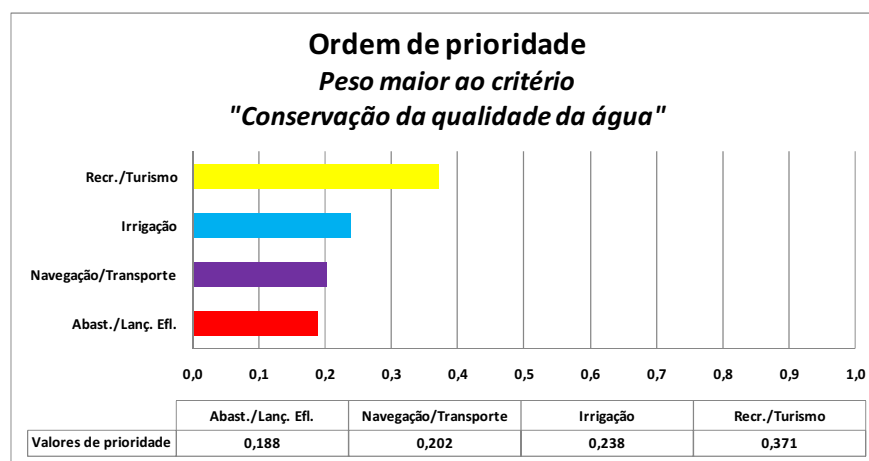


Figura 77 – Ordem de prioridade de uso da água atribuindo peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” - Limeira do Oeste-MG

Na Figura 77 foi possível observar que priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” a ordem de prioridade alterou-se. Neste caso, a alternativa “Recreação e turismo” passou a ser prioridade, já que seu escore aumentou de 0,256 para 0,371.

A alternativa “Irrigação” apresentou uma diminuição de seu valor de prioridade, passando de 0,305 para 0,238, obtendo o segundo lugar na ordem. A terceira alternativa, neste caso, ficou sendo “Navegação e transporte”, que obteve um aumento em seu escore, passando de 0,182 para 0,202. Com a menor prioridade ficou a opção “Abastecimento e lançamento de efluentes”, que apresentou uma redução em seu escore, passando de 0,305 para 0,238.

O município de Limeira do Oeste possui sua economia baseada principalmente na pecuária bovina, de modo que as pastagens ocupam cerca de 50% da área do município (IBGE, 2006), com um rebanho de gado bovino aproximado de 119000 cabeças (IBGE, 2008).

A cana-de-açúcar merece destaque no que tange ao uso e ocupação do solo, visto que a cultura ocupa aproximadamente 25000 hectares, cerca de 19% da área total do município. Esta extensa área ocupada por cana-de-açúcar se justifica pela presença de uma usina sucroalcooleira no município e pela proximidade com uma usina localizada em Iturama-MG.

O Município está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, inserido na UPGRH-MG PN3 - Afluentes mineiros do Baixo Paranaíba. Além do Rio Paranaíba, fazem ainda parte da hidrografia do município o Rio São Domingos e os ribeirões Reserva, da Lama e da Laje.

De acordo com a percepção do decisor, a alternativa “Recreação e turismo” aparece como sendo prioritária quando se atribui peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água”. Em Limeira do Oeste a utilização dos recursos hídricos superficiais para o segmento de recreação, turismo e lazer é pouco explorada, destacando-se atividades ligadas à pesca e o turismo de contemplação paisagística, já que existem cachoeiras e corredeiras na área do município.

Os julgamentos do decisor indicaram um alto valor de prioridade para a irrigação, porém o IBGE (2006) registrou uma área pouco significativa com agricultura irrigada, cerca de 10 hectares.

O segmento de “Navegação e transporte” ocorre no Rio Paranaíba (Porto Santos) onde é possível realizar a travessia por balsa até o Estado de Goiás.

A alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” mostrou-se como de grande prioridade no município conforme a avaliação do decisor, já que o abastecimento público é realizado pela COPASA com água do Ribeirão Reserva.

De acordo com dados do SNIS (2008), a rede pública de água e de esgoto atende cerca de 80% da população, sendo que todo o esgoto coletado passa por tratamento e, posteriormente, é lançado em um afluente do Rio Paranaíba. Ressalta-se que os domicílios que não estão ligados à rede coletora de esgoto possuem o sistema de fossa rudimentar.

Com relação à qualidade da água, o IGAM possui um ponto de monitoramento no Rio São Domingos, na divisa entre Limeira do Oeste e Santa Vitória, onde o IQA foi classificado como “Médio” em Março de 2010 (IGAM, 2010). Vale ressaltar que o parâmetro “Coliformes Termotolerantes” apresentou valor muito superior do limite definido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº01/2008, sendo que esta desconformidade pode estar relacionada à atividade pecuária na região (IGAM, 2010).

## 5 DISCUSSÃO

A prioridade global de utilização da água do reservatório e seus afluentes foi calculada através da soma dos valores obtidos como prioridade em cada município. Deste modo, os valores totais obtidos por cada alternativa de uso, no caso em que os critérios têm pesos iguais, são mostrados na Tabela 4.20.

Tabela 4.20 – Síntese dos resultados – Critérios com pesos iguais

| Município                   | Critérios com pesos iguais |               |              |              |              |
|-----------------------------|----------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|                             | Abast./Lanç. Efl.          | Recr./Turismo | Irrigação    | Aquicultura  | Naveg/Transp |
| Aparecida d'Oeste – SP      | 0,125                      | 0,416         | 0,459        |              |              |
| Ilha Solteira – SP          |                            | 0,649         | 0,193        | 0,158        |              |
| Paranapuã – SP              | 0,281                      |               | 0,719        |              |              |
| Pereira Barreto - SP        | 0,039                      | 0,415         | 0,164        | 0,199        | 0,183        |
| Populina –SP                | 0,089                      | 0,701         | 0,210        |              |              |
| Rubinéia – SP               | 0,081                      | 0,361         | 0,136        | 0,252        | 0,170        |
| Santa Albertina - SP        | 0,035                      | 0,423         | 0,151        | 0,324        | 0,067        |
| Santa Clara d'Oeste - SP    | 0,078                      | 0,379         | 0,107        | 0,436        |              |
| Santa Fé do Sul -SP         | 0,229                      | 0,290         | 0,222        | 0,259        |              |
| Santana da Ponte Pensa – SP | 0,120                      | 0,176         | 0,446        | 0,258        |              |
| Sud Mennucci - SP           | 0,064                      | 0,313         | 0,300        | 0,193        | 0,130        |
| Suzanópolis – SP            | 0,077                      | 0,367         | 0,445        | 0,111        |              |
| Três Fronteiras - SP        | 0,201                      | 0,435         | 0,165        | 0,198        |              |
| Selvíria – MS               |                            | 0,372         | 0,288        | 0,340        |              |
| Caçu – GO                   | 0,244                      | 0,382         | 0,241        | 0,133        |              |
| Itarumã – GO                | 0,216                      | 0,200         | 0,383        | 0,202        |              |
| São Simão – GO              | 0,051                      | 0,407         | 0,170        | 0,112        | 0,259        |
| Limeira do Oeste – MG       | 0,257                      | 0,256         | 0,305        |              | 0,182        |
| <b>Soma</b>                 | <b>2,187</b>               | <b>6,541</b>  | <b>5,105</b> | <b>3,176</b> | <b>0,991</b> |



Uso prioritário



Uso não se aplica

O somatório resultou na seguinte ordem de prioridade global:

1. Recreação e turismo;
2. Irrigação;
3. Aquicultura;
4. Abastecimento e lançamento de efluentes;
5. Navegação e transporte.

Os resultados indicaram que 61% dos municípios analisados priorizaram a recreação e o turismo, 33% priorizaram a irrigação e 6%, ou seja, apenas um município apresentou como prioridade a aquicultura.

A análise dos resultados obtidos na situação em que os critérios têm pesos iguais em conjunto com dados de cada município permitiu verificar que de um total de 11 municípios que priorizaram pela alternativa “Recreação e turismo”, 3 deles, Populina-SP, Selvíria-MS e Caçu-GO, não possuem nenhum tipo de infraestrutura para esta atividade.



Para a situação onde o critério “Conservação da qualidade da água” recebeu maior peso a prioridade global de uso dos recursos hídricos manteve-se igual ao caso anterior, assim como a ordem de prioridade. Isto pode ser observado na Tabela 4.21.

Tabela 4.21 – Síntese dos resultados – Peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água”

| Município                   | Peso maior ao critério “Conservação da qualidade da água” |               |              |              |              |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|                             | Abast./Lanç. Efl.                                         | Recr./Turismo | Irrigação    | Aquicultura  | Naveg/Transp |
| Aparecida d'Oeste – SP      | 0,108                                                     | 0,492         | 0,400        |              |              |
| Ilha Solteira – SP          |                                                           | 0,644         | 0,216        | 0,141        |              |
| Paranapuã – SP              | 0,271                                                     |               | 0,729        |              |              |
| Pereira Barreto - SP        | 0,042                                                     | 0,391         | 0,164        | 0,247        | 0,155        |
| Populina –SP                | 0,087                                                     | 0,708         | 0,204        |              |              |
| Rubinéia – SP               | 0,070                                                     | 0,375         | 0,134        | 0,217        | 0,203        |
| Santa Albertina - SP        | 0,034                                                     | 0,371         | 0,155        | 0,370        | 0,071        |
| Santa Clara d'Oeste - SP    | 0,064                                                     | 0,391         | 0,115        | 0,429        |              |
| Santa Fé do Sul -SP         | 0,178                                                     | 0,275         | 0,329        | 0,218        |              |
| Santana da Ponte Pensa – SP | 0,105                                                     | 0,205         | 0,464        | 0,225        |              |
| Sud Mennucci - SP           | 0,067                                                     | 0,248         | 0,334        | 0,196        | 0,155        |
| Suzanópolis – SP            | 0,074                                                     | 0,374         | 0,426        | 0,125        |              |
| Três Fronteiras - SP        | 0,159                                                     | 0,471         | 0,192        | 0,178        |              |
| Selvíria - MS               |                                                           | 0,335         | 0,403        | 0,262        |              |
| Caçu – GO                   | 0,183                                                     | 0,466         | 0,198        | 0,152        |              |
| Itarumã – GO                | 0,169                                                     | 0,300         | 0,308        | 0,222        |              |
| São Simão – GO              | 0,046                                                     | 0,382         | 0,237        | 0,115        | 0,221        |
| Limeira do Oeste – MG       | 0,188                                                     | 0,371         | 0,238        |              | 0,202        |
| <b>Soma</b>                 | <b>1,847</b>                                              | <b>6,800</b>  | <b>5,248</b> | <b>3,098</b> | <b>1,007</b> |



Uso prioritário



Uso não se aplica

Analisando os resultados das somas finais apresentados por cada alternativa de uso é possível notar um aumento nos valores totais das alternativas “Recreação e turismo”, “Irrigação” e “Navegação e transporte”. Entretanto, as alternativas “Abastecimento e lançamento de efluentes” e “Aquicultura” obtiveram uma redução de valor, em relação ao apresentado no primeiro caso.

É importante enfatizar que a utilização da água para recreação e turismo em muitos casos ocorre de maneira informal, podendo assim, ser associada a outros usos, desde que seja elaborado um plano de manejo dos recursos hídricos locais.

A localização dos municípios possibilitou a criação de algumas regiões de interesse comum, possibilitando assim a ordenação dos múltiplos usos do reservatório, ou seja, a utilização consorciada de geração de energia elétrica, recreação e turismo, irrigação, aquicultura, navegação e transporte, abastecimento e lançamento de efluentes, entre outros.

A proposta de regiões de interesse semelhante, apresentada nesta pesquisa, se fundamentou em dois pontos: localização geográfica do município e valores de prioridade apresentados no segundo caso, quando o critério “Conservação da qualidade da água” é priorizado. Como exemplo, pode-se citar os municípios de Ilha Solteira, Suzanópolis, Sud

Mennucci e Aparecida d'Oeste, onde as alternativas “Recreação e turismo” e “Irrigação” obtiveram os maiores valores de prioridades, conforme mostrado na Tabela 4.21. Esta preferência por estas utilizações da água do reservatório associada à proximidade dos municípios possibilitou a idealização das regiões de interesse comum.

Algumas possíveis regiões de interesse comum são apresentadas na Tabela 4.22.

Tabela 4.22 – Possíveis regiões de interesse comum

|                   | <b>Municípios</b>                                                 | <b>Interesse</b>               |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Região I</b>   | Ilha Solteira<br>Suzanópolis<br>Sud Mennucci<br>Aparecida d'Oeste | Recreação e turismo; Irrigação |
| <b>Região II</b>  | Três Fronteiras<br>Santa Fé do Sul<br>Santana da Ponte Preta      | Irrigação                      |
| <b>Região III</b> | Santa Albertina<br>Santa Clara d'Oeste<br>Rubinéia                | Aquicultura                    |
| <b>Região IV</b>  | Populina<br>Paranapuã                                             | Irrigação                      |
| <b>Região V</b>   | Caçu<br>Itarumã<br>São Simão                                      | Recreação e turismo; Irrigação |

De acordo com a Tabela 4.22, os municípios de Rubinéia, Santa Clara d'Oeste e Santa Albertina, conforme os valores de prioridade apresentados (Tabela 4.21), formam uma região com tendência à aquicultura, onde merece destaque a piscicultura em tanques-rede. Entretanto, o município de Santa Fé do Sul, apesar de não estar inserido na Região III, visto que apresentou como prioridades a irrigação e a recreação e o turismo (Tabela 4.21), apresenta elevado desenvolvimento no setor aquícola, uma vez que possui grandes áreas destinadas à piscicultura, contando com investimentos do setor público e privado. Deste modo, merece atenção especial, tendo em vista sua proximidade com a Região III.

A Figura 78 apresenta a localização das cinco possíveis regiões de interesse comum. É importante salientar que anteriormente a qualquer instalação de uso em conjunto do reservatório ou de seus afluentes deve-se fazer o diagnóstico do local, o planejamento do uso e o monitoramento dos impactos ambientais, estabelecendo limites de ocupação e utilização, com o propósito de que as regiões com interesses semelhantes não se tornem áreas de conflitos.

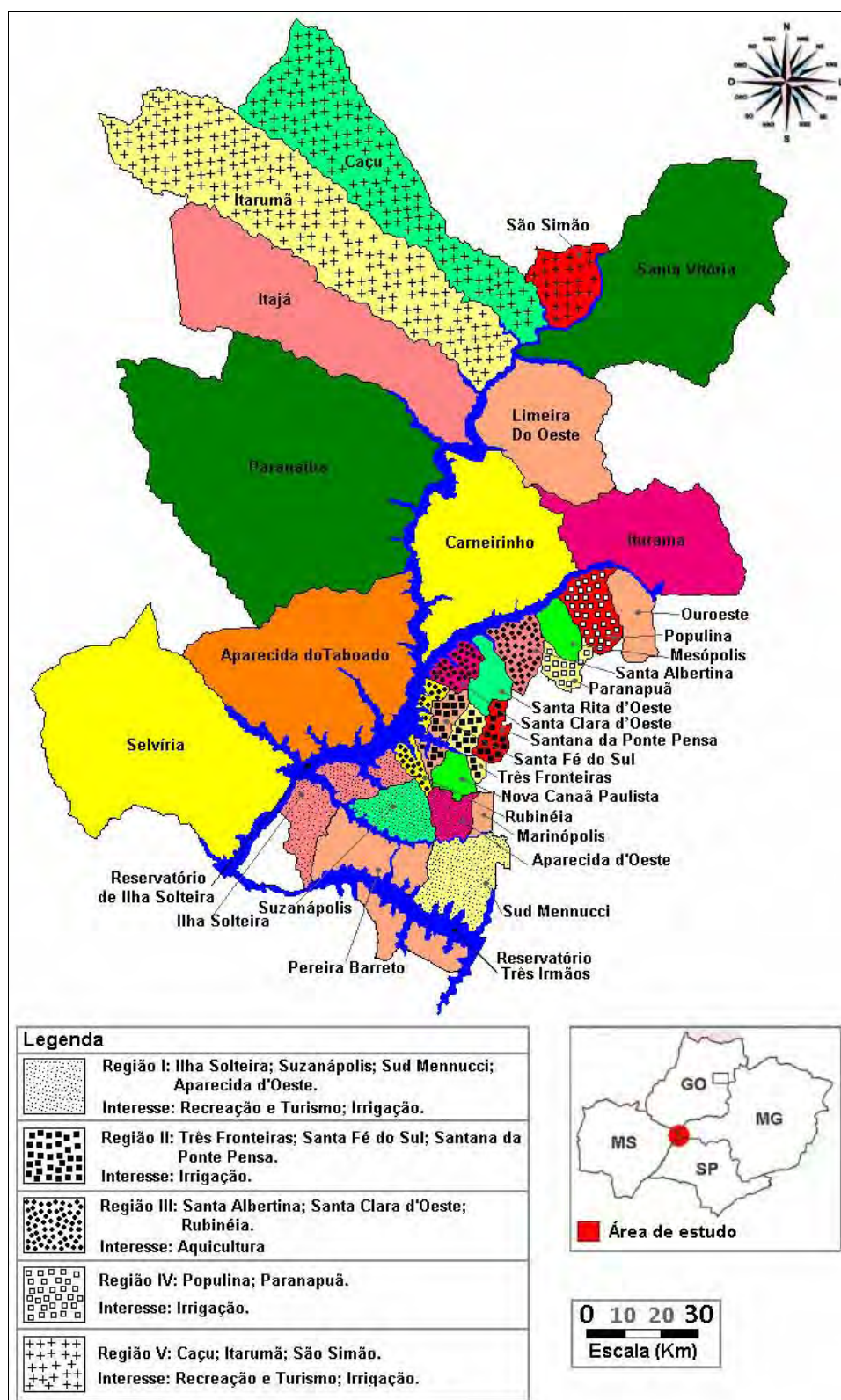


Figura 78 – Possíveis regiões de interesse comum na área de influência do reservatório de Ilha Solteira  
Fonte: Modificado de CESP (2001 apud PEREIRA, 2006)

A forte tendência de utilização do reservatório de Ilha Solteira e de seus afluentes para “Recreação e turismo” explica-se pela simplicidade de uso e operação deste tipo de segmento, ligado ao baixo custo de instalação. Campanhola e Silva (1999) afirmam que o turismo em espaços rurais surge como uma alternativa de desenvolvimento local, visto que nos pólos receptores pode haver criação de novos empregos e geração de lucro, beneficiando a população local.

Westin (2007) comenta que os atrativos turísticos brasileiros surgem, geralmente, de forma espontânea (como é o caso do turismo em alguns reservatórios hidroelétricos), bastando torná-lo comercialmente viável em forma de roteiro, permitindo a diversificação e popularização dos destinos. Queiroz (2000) constatou em sua pesquisa no reservatório do Lobo<sup>5</sup> que o principal fator que atrai o turista sazonal (não-proprietário) é o custo relativamente baixo das atividades de lazer desenvolvidas no local.

Dentre as várias possibilidades de aproveitamentos turísticos em reservatórios merecem destaque as praias artificiais. Entretanto, estes locais destinados a atividades recreacionais e de lazer devem oferecer uma infraestrutura receptiva e os serviços básicos para o bem-estar do turista e a minimização dos impactos ao meio-ambiente. Para Ruschmann (2003) a infraestrutura turística deve abranger todos os serviços e os equipamentos que são ofertados e instalados para satisfazer os turistas em suas necessidades e desejos, como, por exemplo, alojamentos, serviços de alimentos e bebidas, entretenimento, transporte, objetivando estimular a permanência e a satisfação do turista com os serviços ofertados na localidade visitada.

Queiroz (2000) e Pertille (2007) mencionam as benfeitorias e serviços essenciais para o pleno desenvolvimento do lazer em praias artificiais localizadas em reservatórios:

- Portaria com funcionário treinado para fornecer instruções;
- Estacionamento para carros e ônibus;
- Sinalização e placas informativas;
- Lixeiras para coleta seletiva em vários pontos;
- Praça de alimentação (lanchonete, restaurante, bar, etc.);
- Telefones públicos;
- Postes de iluminação;
- Área destinada a crianças (playground);
- Sanitários;

---

<sup>5</sup> O reservatório do Lobo foi construído em 1936, com o objetivo primordial de gerar energia elétrica às comunidades locais e indústrias que se instalaram na região. Atualmente é utilizado para abastecimento local de água, lazer, pesca e, desde 2000, as turbinas voltaram a produzir energia elétrica, após ficarem desativadas por alguns anos (MOTHEO, 2005).

- Local destinado à pesca;
- Bóias sinalizando a área de banhista;
- Bebedouro com água potável;
- Área para embarque e desembarque (acesso ao reservatório);
- Coleta e tratamento dos efluentes gerados nas instalações (fossa séptica);
- Vias pavimentadas para acesso ao local;
- Sombreamento com árvores de espécies nativas da região;
- Pronto-socorro;
- Salva-vidas;
- Policiamento;
- Serviço de limpeza constante;
- Serviço de transporte público até o local;

Os custos da construção e manutenção de uma infraestrutura desse porte poderiam ser amortizados com a cobrança do estacionamento, promoção de eventos no local com acesso pago, venda de *souvenirs* (camisetas, brindes, bonés, etc.) com a temática do local. A área de *camping* também pode ser economicamente explorada. A construção de um galpão para guardar barcos e *jet ski* poderia ser viabilizada com a cobrança de mensalidade dos proprietários das embarcações.

Beni (2001) afirma que o turismo geralmente provoca o desenvolvimento intersetorial, em função do efeito multiplicador do investimento e dos fortes crescimentos da demanda interna e receptiva. Segundo o autor, quando ocorre um aumento na oferta turística (alojamentos, estabelecimentos de alimentação, indústria complementares e outros), eleva a demanda de emprego, repercutindo na diminuição da mão-de-obra sub-utilizada ou desempregada.

O foco de políticas públicas visando apenas o desenvolvimento do turismo pode ocasionar problemas socioeconômicos, conforme afirma Ignarra (2003). Segundo o autor, alguns impactos econômicos do turismo mostram-se negativos como, por exemplo, o efeito inflacionário que o turismo provoca. Outro efeito econômico negativo do turismo, mencionado pelo autor, refere-se à dependência quase exclusiva que algumas regiões passam a ter dele. De acordo com o autor, nestas regiões a preservação dos atrativos naturais e culturais e a utilização das áreas rurais para a exploração do ecoturismo, do turismo de aventuras e do turismo rural inibem o desenvolvimento de outras atividades econômicas, como a agricultura, a mineração e a indústria.

Nesse aspecto, a ação do Estado no desenvolvimento do turismo é de fundamental importância. Ruschmann (2000) enfatiza que através da coordenação na elaboração e na implantação das políticas públicas, o poder público pode zelar pela adequada infraestrutura

básica que proporcionará o bem-estar da população residente e dos turistas, promover a proteção e conservação do patrimônio ambiental e criar condições que facilitem e regulamentem o funcionamento dos serviços e equipamentos nas destinações.

De maneira análoga ao que ocorre na área estudada, Westin (2007) cita os reservatórios das UHEs Lajeado, Serra da Mesa, Tucuruí, Furnas e Itaipu, que foram construídos com finalidade primordial de geração de energia elétrica, porém se prestam a múltiplos usos, onde se destaca a recreação e o turismo.

No reservatório de Lajeado, de acordo com Westin (2007), merece destaque a praia artificial da Graciosa (Palmas-TO), sendo a infraestrutura do local composta por restaurantes, bares, quadras de esportes, marina, parques infantis, área de *camping* ecológico, telefones públicos e iluminação. A Praia de Porto Real (Porto Nacional-TO) também se destaca no reservatório de Lajeado, com infraestrutura semelhante à da Praia da Graciosa, composta por quadra de esportes, área reservada para banhistas, área de *camping*, marina, policiamento, corpo de bombeiros, posto de saúde, balcão de informações, além de banheiro, telefone público e barracas comerciais.

De acordo com Westin (2007), o segmento turístico no reservatório de Serra da Mesa é voltado para a pesca, contando com infraestrutura de apoio para esta finalidade, sendo destaque os municípios goianos de Niquelândia, Colinas do Sul e Minaçu.

O reservatório de Tucuruí possui como potencial turístico as atividades relacionadas à pesca (amadora e profissional). Neste sentido, destacam-se os municípios paraenses de Tucuruí e Breu Branco, sendo a infraestrutura receptiva composta de locais para hospedagem, área de *camping*, local para locação de barcos e equipamento de pesca (WESTIN, 2007).

O reservatório de Furnas possui cerca de 260 empreendimentos turísticos, entre hotéis, pousadas e clubes náuticos, gerando empregos e impostos para os municípios (ALAGO, 2000 *apud* WESTIN, 2007). Os municípios que mais se destacam na atividade turística são: Capitólio com cânions e cachoeiras que deságuam no lago, Fama com a pesca e o lazer, Pimenta e Formiga com balneários, clubes e condomínios às suas margens, entre outros. Em Alfenas destaca-se o Circuito de Pesca Esportiva, uma rampa que permite o embarque e desembarque no reservatório e um trapiche para pesca e contemplação da paisagem (WESTIN, 2007).

Nesse sentido, Pertille (2007) avaliou a infraestrutura de oito terminais turísticos que abrigam praias artificiais ao longo das margens do reservatório de Itaipu, sendo eles localizados nos municípios paranaenses de Foz do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu, São Miguel do Iguaçu, Itaipulândia, Missal, Marechal Cândido Rondon, Entre Rios do Oeste e Santa Helena. Segundo o autor, todos possuem infraestrutura semelhante, composta basicamente de acesso pavimentado, banheiros, lixeiras, restaurantes e lanchonetes, área para acampamento, local para práticas de esportes, atracadouros para barcos, quiosques e churrasqueiras. Ainda, os terminais turísticos contam com sistema de fossas sépticas, guarda-vidas e distribuição de

panfletos instrutivos. Nestes locais cobra-se taxa de ingresso para turistas oriundos de outros municípios. Segundo Pertille (2007), são cobradas também taxas variadas para utilização da infraestrutura, como área de acampamento, churrasqueiras, quadras e quiosques, a entrada de carro e de ônibus nos balneários também é taxada.

Outro ponto importante a ser comentado é a questão da pesca esportiva, atividade comumente praticada de maneira informal na área de estudo, porém nota-se que este potencial é pouco explorado pelos empresários da região. Neste aspecto, deve-se atentar, por exemplo, para a importância socioeconômica que esta atividade exerce nos E.U.A. De acordo com a *National Survey of Fishing Hunting and Wildlife* (órgão do Departamento do Interior dos E.U.A.), em 2001 a pesca esportiva naquele país gerou cerca de 1,2 milhão de empregos diretos e indiretos e uma receita direta da ordem de 37,8 bilhões de dólares (OSTRENSKY; BORGHETTI, 2006).

O levantamento realizado sobre a expansão da monocultura da cana-de-açúcar, conforme mostrado no Quadro 06, associado à presença das usinas sucroalcooleiras, são fatores preocupantes na área de estudo, principalmente quando ocupam zonas próximas ao reservatório ou seus afluentes. O desenvolvimento acelerado deste segmento pode degradar a qualidade da água, vindo a impossibilitar os usos deste recurso para determinadas finalidades, tais como a aquicultura e o turismo. Espindola *et al.* (2003) enfatizam que os impactos ambientais decorrentes da expansão do setor canavieiro são altos, incluindo a perda da diversidade dos ecossistemas terrestres e a perigosa simplificação da paisagem aliada aos perigos de uma monocultura em larga escala.

Nesse contexto, Prado (2004) analisou o nível de trofia do reservatório de Barra Bonita e verificou um incremento significativo do nível trófico da água em 2002 em relação ao observado em 1990. Segundo o autor, o estado trófico do reservatório em 2002 variou de mesotrófico a eutrófico, porém no período chuvoso todos os pontos de amostragens apresentaram-se no estado eutrófico. De acordo com Prado (2004), a análise integrada dos sistemas aquático e terrestre, no espaço e no tempo, permitiu concluir que a degradação da qualidade da água se deve às alterações no uso e cobertura da terra e ao aumento populacional, traduzidos em fontes difusas e pontuais de poluição.

Prado (2004) menciona que o fato das maiores concentrações de nitrogênio serem obtidas na estação chuvosa leva a suspeitar de forte contribuição de nutrientes provindos de fontes difusas, relacionadas à agricultura, visto que ambas as bacias Tietê e Piracicaba possuem extensas áreas agrícolas, onde predomina o cultivo de cana-de-açúcar.

Outro fato que deve ser mencionado é com relação à variação temporal do uso do solo, uma vez que houve uma intensa ocupação por cana-de-açúcar num período inferior a uma década, o que denota a dificuldade de se lidar com a questão de impactos ambientais e com a

percepção do decisor em um processo de tomada de decisão, ou seja, com o decorrer dos anos, a opinião destes decisores pode ser distinta do apresentado neste momento.

A monocultura da cana-de-açúcar, juntamente com a prática da fertirrigação, pode acarretar também na degradação da qualidade da água dos mananciais subterrâneos no futuro, que são responsáveis pelo abastecimento público de água da grande maioria dos municípios na área de estudo. Deste modo, poderia ser necessária a utilização do reservatório para realizar o abastecimento público de água destes municípios.

Cabe-se ressaltar que antes de planejar qualquer utilização de um reservatório deve-se atentar para a situação do ambiente local. Neste sentido, o reservatório de Ilha Solteira tem apresentado uma proliferação massiva do molusco bivalve *Limnoperna fortunei*, popularmente conhecido como mexilhão dourado (Oliveira *et al.*, 2004), que tem causado prejuízos para a geração de energia elétrica e para os piscicultores, já que este molusco se fixa nas grades e tubulações e se prolifera rapidamente. A densidade máxima de mexilhões encontrada por Belz (2006), no reservatório de Itaipu em janeiro de 2005, foi de 22400 indivíduos por m<sup>2</sup>, porém Boltovskoy e Cataldo (1999) verificaram no Baixo Rio Paraná (Argentina) densidade máxima de 120000 indivíduos por m<sup>2</sup>.

Rosa (2009) analisando a dieta dos peixes no reservatório de Ilha Solteira verificou que das 34 espécies de peixes capturadas, 11 apresentaram *L. fortunei* no estômago ou intestino, denotando o impacto causado por este molusco invasor na alimentação dos peixes.

Para Ricciardi (1998) e Darrigran (2002), os impactos econômicos e ambientais provocados pelo crescimento descontrolado de *L. fortunei* na América do Sul são semelhantes àqueles causados por *Dreissena polymorpha* (mexilhão zebra) na América do Norte. Segundo Phillips *et al.* (2005), a extensa proliferação e fixação do mexilhão zebra em usinas hidrelétricas pode provocar principalmente:

- Entupimento ou redução da seção de tubulações;
- Decomposição de material orgânico;
- Aumento na corrosão de tubulações, ligas metálicas, concreto e polímeros, pela proliferação de outros agentes biológicos indesejáveis (bactérias, fungos, etc.);
- Diminuição da vida útil de equipamentos pelo aumento da manipulação durante a manutenção;
- Aumento da mão-de-obra para limpeza ou troca de encanamentos, filtros, etc.;
- Redução da velocidade do fluxo de água em tubulações devido a perdas por fricção (fluxos turbulentos);
- Acumulação de valvas vazias e contaminação das vias de água por mortalidade massiva, devido a inadequados tratamentos de controle;
- Oclusão de filtros;



Problemas semelhantes foram verificados por Martins (2010) na UHE de Itaipu, onde o autor constatou colônias de mexilhão dourado em diversos componentes do sistema de refrigeração do óleo que lubrifica as turbinas. O autor comenta que a proliferação excessiva deste molusco aumentou a rotina de manutenção das máquinas geradoras e seus componentes, que anteriormente era realizada apenas uma vez por ano e atualmente passaram a ser duas vezes anuais. Segundo Martins (*op cit.*), atualmente, tem sido utilizado na UHE de Itaipu o ozônio na tubulação do sistema de refrigeração, sendo que este método tem se mostrado eficaz para o controle localizado do mexilhão dourado.

Estima-se que os danos causados somente pelo mexilhão zebra causem um prejuízo anual de aproximadamente 4,9 bilhões de Dólares para a economia dos Grandes Lagos, na América do Norte (KHALANSKI, 1997).

A maneira como o mexilhão dourado se dispersa merece atenção especial, conforme apontado por Belz (2006). O autor estudou os vetores de dispersão do mexilhão na região do Estado do Paraná e identificou como vetores mais significativos:

- A piscicultura, com o transporte de alevinos e conseqüentemente de água;
- O transporte de areia e a comercialização de areia;
- Barcos de pesca esportiva;

Conforme relatado pelo responsável técnico da piscicultura Aproaqua, a dispersão descontrolada do mexilhão dourado tem causado diversos prejuízos à atividade, visto que o molusco se fixa na tela do tanque-rede, impedindo a circulação adequada de água. De acordo com o responsável técnico, não é permitido nenhum controle químico para evitar ou remediar o mexilhão dourado, já que no contrato firmado com os compradores do pescado existe uma cláusula que proíbe a utilização de produtos químicos no tratamento dos peixes. Deste modo, é realizada a remoção dos mexilhões utilizando uma máquina lavadora de alta pressão, sendo esta operação realizada por dois funcionários que gastam, em média, 3 horas para limpar um tanque-rede. A limpeza é realizada a cada ciclo (despesca), variando de 3 a 4 meses.

Outro impacto citado pelo responsável técnico da Aproaqua é referente à diminuição da quantidade de peixes colocada nos tanques que passou de 2500 para 2000 peixes. Segundo o administrador o molusco também é responsável pela redução da vida útil de 10 para 5 anos, o que vem acarretando numa grande impacto econômico na atividade, visto que um tanque novo custa cerca de R\$2500 e o preço médio para se reformar um tanque-rede é de R\$1200. O responsável técnico citou também que os tanques quando muito infestados de mexilhões depreciam a qualidade do pescado, já que os peixes se cortam quando se chocam com os mexilhões fixados na tela.

Alguns piscicultores de Santa Fé do Sul relataram o aparecimento do mexilhão dourado e da Elodia (*Elodea canadensis*), dificultando a circulação da água, sendo um complicador de produção de peixes (TIMPONE, 2009).

Outro problema encontrado no reservatório diz respeito às plantas aquáticas que também causam prejuízos para os sistemas de geração de energia elétrica. De acordo com informações obtidas junto à CESP (comunicação pessoal), as macrófitas aquáticas ainda não são consideradas um problema à geração de energia na UHE Ilha Solteira, mesmo havendo registros de macrófitas do gênero *Egeria spp.* (MARTINS *et al.*, 2003; CETESB, 2008) e de *Pistia stratiotes* (CARDOSO *et al.*, 2005). Entretanto, na UHE Eng. Souza Dias (Jupia), a jusante da UHE Ilha Solteira, as macrófitas já causam prejuízos, sendo que o principal problema está relacionado ao acúmulo de plantas nas grades de proteção da tomada d'água das unidades geradoras. Isto acarreta na diminuição da captação de água, provocando oscilação de potência na turbina e a maior pressão exercida sobre as grades frequentemente deforma ou rompe as mesmas, tornando inevitável a interrupção do funcionamento da unidade geradora para a substituição da grade danificada (MARCONDES *et al.*, 2003).

Os levantamentos realizados no reservatório de Jupia permitiram a identificação de 76 espécies de plantas aquáticas, sendo as dez mais frequentes, em ordem decrescente: *Eichhornia crassipes* (aguapé), *Egeria najas*, *Typha latifolia* (taboa), *Eichhornia azurea* (aguapé-de-cordão), *Egeria densa*, *Pistia stratiotes* (alface-d'água), *Echinochloa polystachya*, *Cyperus acicularis*, *Salvinia auriculata* e *Brachiaria mutica* (MARCONDES *et al.*, 2003).

Marcondes *et al.* (*op cit.*) observaram, no período entre 1994 e 1999, que nos meses de maior coleta de plantas na UHE Jupia (janeiro a abril) a geração de energia foi menor, indicando que os prejuízos não se resumem aos custos com a coleta e transporte das plantas e com a substituição de grades, há, também, uma perda potencial de receitas devido à redução na geração de energia.

De acordo com Marcondes *et al.* (2003), as principais medidas de remediação realizadas pelas CESP com relação às plantas aquáticas são:

- Mudança na manobra de abertura das comportas do vertedouro, para que as plantas desviem das unidades geradoras;
- Utilização de um rebocador, equipado com grades em sua proa, o qual permite empurrar ilhas flutuantes de plantas aquáticas em direção às margens ou aos vertedouros de superfície, antes que cheguem à tomada d'água das máquinas;
- Controle da vazão defluente da UHE Três Irmãos, localizada no Rio Tietê, a montante da UHE Jupia, visto que as plantas submersas se desprendem do fundo do rio quando há uma variação das vazões na Usina Três Irmãos;

O crescimento descontrolado das atividades de turismo e recreação no entorno de reservatórios é responsável por transformações nas margens e danos à qualidade da água (BRASIL, 2005). De acordo com os dados coletados no presente trabalho, a respeito dos municípios que responderam o questionário, pôde-se verificar que Aparecida d'Oeste, Ilha Solteira, Pereira Barreto, Rubinéia, Santa Albertina, Santa Clara d'Oeste, Santa Fé do Sul, Três

Fronteiras e São Simão possuem algum tipo de estrutura turística nas margens do reservatório ou de seus afluentes, sendo que, de modo geral, utilizam sistemas de tratamento de esgoto variando entre fossa séptica e fossa negra (rudimentar).

Nesse sentido, uma situação preocupante foi observada por Vasílio (2006) que verificou um pico no valor de coliformes fecais ( $1500\text{UFC}.100\text{ mL}^{-1}$ ) na água da Praia Catarina (Ilha Solteira-SP) no período de 22/11/2004 a 20/12/2004 e relacionou este fato ao aumento do fluxo de pessoas nesta época do ano. Vale ressaltar que a praia, onde foram realizadas estas coletas, possui sistema de tratamento de esgotos do tipo fossas sépticas. Deste modo, a expansão do segmento turístico nessas áreas merece um cuidado especial, visto que sem um planejamento adequado poderá afetar também a qualidade da água subterrânea.

Queiroz (2000) analisou a qualidade da água do Reservatório do Lobo e verificou que os maiores valores de coliformes fecais foram encontrados entre os meses de dezembro de 1996 e abril de 1997, ou seja, meses com maiores índices de precipitação, altas temperaturas e maior frequência de excursionistas que usam a represa de maneira intensa. De acordo com o autor, embora os valores não extrapolem os valores legais previstos, é um indicativo da ação impactante do turismo. O autor, ainda nesse contexto, relata que as atividades recreacionistas desenvolvidas no reservatório já estão dando sinais de massificação, evidenciadas por um intenso fluxo de excursionistas, claramente desrespeitando a capacidade de carga dos ecossistemas visitados, em determinadas épocas do ano.

Para impor limites ao crescimento da atividade e prevenir impactos negativos ao meio ambiente o poder público pode implantar a teoria da capacidade de carga ou capacidade de suporte. Mathieson e Wall (1982) definem a capacidade de carga como sendo o número máximo de pessoas que podem utilizar um local sem uma alteração inaceitável no ambiente físico e sem um declínio inaceitável na qualidade da experiência dos visitantes.

Para Cooper *et al.* (1998), a capacidade de carga é influenciada por fatores locais (estrutura social, patrimônio cultural, meio ambiente, estrutura econômica, estrutura política, recursos) e fatores externos (características dos turistas) e deve ser avaliada em função de alguns fatores, tais como:

- Duração média da estada;
- Características dos turistas e dos anfitriões;
- Concentração geográfica de turistas;
- Grau de sazonalidade;
- Tipos de atividade turística;
- Acessibilidade a locais específicos;
- Nível de utilização da infraestrutura e sua capacidade de reserva;

Sardenberg (1996 *apud* BRUNA, 2006) cita o caso de Bonito-MS onde um modelo planejado regulamenta o turismo no município, sendo que uma das restrições impostas diz

respeito ao número de turistas em determinadas localidades, evitando, com isto, os efeitos indesejados do turismo em massa. A extrapolação na quantidade de visitantes nestes ambientes implica em riscos, tais como saturação dos equipamentos turísticos, degradação do meio ambiente e redução da qualidade da experiência (ANJOS; PIRES, 2006). Neste sentido, modelos semelhantes de capacidade de carga podem ser aplicados nos locais com potencial turístico na região do reservatório de Ilha Solteira.

É importante enfatizar que a falta de planejamento adequado dos recursos naturais de uma destinação turística poderá acarretar, a médio prazo, no esgotamento destes recursos que, na maioria dos casos, são irrecuperáveis, inviabilizando as atividades de recreação e lazer, deflagrando o afastamento de turistas (DIAS, 2003; QUEIROZ, 2000).

Em relação à irrigação, foi possível verificar que a área irrigada nos 18 municípios que responderam o questionário corresponde a aproximadamente 0,45% da área total destes municípios (6.827 hectares). Dentre os municípios que priorizaram a atividade de irrigação, merece destaque Paranapuã-SP, onde a área irrigada ocupa cerca de 6,4% de sua área total.

Os impactos positivos procedentes da atividade agrícola baseada na prática da irrigação são diversos. França (2001 *apud* TESTEZLAF *et al.*, 2002) relata os benefícios socioeconômicos gerados pelo Perímetro Irrigado de Gorutuba, envolvendo os municípios mineiros de Janaúba e Nova Porteirinha, tais como criação de empregos diretos, salários superiores aos pagos pela indústria e comércio da região, diminuição no fluxo migratório rural-urbano e melhoria nas condições de saúde, educação, habitacionais e de lazer dos irrigantes. Christofidis (1997 *apud* TESTEZLAF *et al.*, 2002) estimou que a agricultura irrigada brasileira é responsável por 1,4 milhão de empregos diretos e 2,8 milhões de empregos indiretos, implicando que cada hectare irrigado gera aproximadamente 1,5 emprego.

Outro fato a ser considerado é o aumento da produtividade em regiões irrigadas. Neste sentido, Soares *et al.* (2000 *apud* MANTOVANI, 2000), observaram que os tratamentos irrigados do cafeeiro apresentaram uma produtividade, em média, 86% maior que os tratamentos não irrigados. Sousa *et al.* (1999), analisando o cultivo de melão com diversas frequências de irrigação, verificaram nos experimentos com maior frequência de irrigação, além do aumento de produtividade, um incremento na quantidade de frutos comercializáveis (de melhor qualidade) dentro da lavoura. Entretanto, alguns impactos negativos desta atividade são citados por Telles e Domingues (2006), tais como depleção excessiva do nível dos cursos d'água e a contaminação de águas superficiais e subterrâneas.

Para Telles e Domingues (2006), o desenvolvimento da agricultura irrigada é altamente dependente de programas governamentais de incentivo, como linhas especiais de financiamento para aquisição de equipamentos e de tarifação da energia, além de investimentos em obras de armazenamento de água e na implementação de perímetros de irrigação.

É importante ressaltar ainda que projetos de irrigação em áreas de reservatórios de usinas hidrelétricas devem respeitar a demanda de água do setor elétrico, evitando sistemas que apresentam elevado consumo e podem acarretar em conflitos entre os usuários interessados. Neste contexto, Telles e Domingues (2006) indicam a utilização de métodos de irrigação do tipo localizada, principalmente o gotejamento e a microaspersão, visto que, teoricamente, são os de menor consumo unitário de água. Pode-se citar também a cobrança pelo uso da água como forma de arrecadação de recursos financeiros e controle de consumo, como foi implantado nas Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, sendo que foram arrecadados R\$16.955.757,89 no ano de 2009, e, considerando o período todo de cobrança (2006-2009), já foram arrecadados R\$57.495.937,96, onde o valor do m<sup>3</sup> varia de R\$0,01 a R\$0,1 (BRASIL, 2010a). Por outro lado, o trabalho de Telles (1993 *apud* TUNDISI, 2003) apresenta a relação entre custo por m<sup>3</sup> de água e o reflexo desta cobrança no custo de produção de feijão irrigado, segundo o autor com o valor do m<sup>3</sup> de água a US\$0,01 há um aumento de 0,9% no custo de produção e com o valor do m<sup>3</sup> igual a US\$0,1 o custo de produção aumenta 9%.

Com relação à aquicultura, observou-se, com a realização do presente trabalho, o interesse do Governo Federal no desenvolvimento desta atividade na região, realizando projetos de parques aquícolas em diversos pontos do reservatório. Neste sentido, verificou-se através dos valores de prioridade apresentados por cada município que Pereira Barreto, Rubinéia, Santa Albertina, Santa Clara d'Oeste, Santa Fé do Sul, Santana da Ponte Pensa e Selvíria demonstraram interesse no segmento de piscicultura. Dentre estes, merece destaque Santa Clara d'Oeste que indicou a atividade como prioritária no município.

De acordo com Ostrensky e Borghetti (2006), o Brasil possui alguns requisitos para ser referência mundial na produção de organismos aquáticos através da aquicultura continental, tais como:

- Abundância de água doce em praticamente todas as regiões;
- Possui 70% de seu território em regiões de clima tropical;
- É auto-suficiente na produção de grãos;
- Apresenta um grande parque industrial pesqueiro trabalhando com ociosidade em função da falta de matéria-prima da pesca;

Outro fato importante diz respeito ao impacto socioeconômico da aquicultura em tanques-rede, já que estima-se que, para cada hectare de espelho d'água e para cada 200 tanques-rede instalados, são gerados seis empregos diretos e 18 indiretos (AYROZA *et al.*, 2007).

Conforme relatado pelo responsável técnico da piscicultura Aproaqua (associação de produtores), o índice de lucratividade, atualmente, na atividade é aproximadamente 13%, porém esse valor tem variação sazonal, conforme o preço de mercado e preço da ração

utilizada. Sabbag *et al.* (2007) analisando os parâmetros relacionados à rentabilidade, observaram um índice de lucratividade de 22,57% (o que representa o valor agregado após a cobertura dos custos totais). Um valor menor que este foi obtido por Militão *et al.* (2007) em um estudo de caso da produção de tilápias em tanques rede (produtor independente), sendo que o índice de lucratividade foi de 6,7%, evidenciando que a organização de produtores, em associações ou cooperativas, principalmente para realização de compras conjuntas, é fundamental para aumentar a lucratividade de qualquer empreendimento.

Conforme Ostrensky e Borghetti (2006), o crescimento da aquicultura como agronegócio passa obrigatoriamente pela adoção de medidas que visem o aumento da demanda por produtos de origem aquícola e não apenas pelo aumento da oferta. De acordo com os autores, para conquistar o consumidor é necessário trabalhar adequadamente alguns pontos básicos, tais como marketing, preço, qualidade e regularidade na oferta do produto.

A falta de planejamento da utilização do reservatório e de seu entorno pode ocasionar conflitos de interesse entre usuários da água. Um fato relacionado a isto foi observado no ano de 2010, no reservatório de Ilha Solteira, em que a CESP solicitou judicialmente a reintegração de posse de áreas nas margens do reservatório, conforme a cota de 330m que delimita o espaço de construção. A decisão judicial determinou que as empresas de piscicultura deveriam retirar as benfeitorias construídas em terra, porém os tanques-rede seriam mantidos no reservatório (SANTA FÉ DO SUL, 2010).

Nesse âmbito, tem-se o caso da UHE de Americana (30MW), construída com a finalidade de produção de energia, porém com o decorrer dos anos, várias outras atividades foram incorporando-se à represa, como o abastecimento público, irrigação de culturas e recreação (LEITE; ESPÍNDOLA, 2002 *apud* LEITE, 2002). Obrigatoriamente, deve ser mantida por todo o ano uma cota pré-estabelecida no reservatório, mesmo que seja necessário desativar a usina, já que a variação deste nível causa sérios problemas nas captações para abastecimento público das cidades a montante da hidrelétrica, principalmente da cidade de Sumaré (MAUAD; LIMA, 2003). Devido aos processos de assoreamento, proliferação da biomassa de plantas aquáticas e algas, aporte de substâncias tóxicas, entre outros impactos, diversos usos foram minimizados, incluindo a redução da produção de energia e a recreação de contato primário, implicando na desvalorização econômica da infraestrutura construída na década de 1970 (LEITE; ESPÍNDOLA, 2002 *apud* LEITE, 2002).

De certa forma, problemas relacionados à falta de planejamento e infraestrutura ocorreram junto às represas de Guarapiranga e Billings, que, apesar do grande potencial turístico, sofreram com a invasão de suas margens por loteamentos populares clandestinos que acabaram poluindo o solo e comprometendo a qualidade da água, sendo que estes mananciais são utilizados para abastecimento público (BRUNA, 2006).

Nesse contexto, outro caso de conflito de uso em reservatório ocorreu em 2004 na represa Jaguari-Jacareí<sup>6</sup>, que foi construída com a finalidade de abastecimento, porém passou a ser amplamente explorada pelo setor turístico. No ano citado, a Sabesp, operadora do sistema, vetou a utilização de embarcações a motor em uma das principais marinas da represa, limitando o uso turístico do local (VIVEIROS, 2004 *apud* LEME, 2007).

Para Straskaba e Tundisi (2000), com respeito ao gerenciamento de recursos hídricos, as soluções de eventuais problemas devem estar desenvolvidas preliminarmente à manifestação dos mesmos, visto que previsões adequadas podem mitigar ou eliminar estes problemas. Segundo os autores a resolução de conflitos pode ser obtida mediante a participação de todos os interessados no gerenciamento do reservatório. Neste aspecto, Strebel *et al.* (1994 *apud* STRASKABA; TUNDISI, 2000), propõem a criação de um conselho de gerenciamento local, composto por representantes do governo local, comunidade científica, cidadãos, representantes da indústria e comércio e gerentes do reservatório, com o apoio financeiro de uma agência de financiamento. Para Cooke e Kennedy (1988 *apud* TUNDISI, 2003) as decisões sobre a política de gerenciamento e planejamento a serem adotadas não proverão de soluções exatas, mas adaptativas e em etapas, incorporando novas idéias e metodologias ao longo do processo.

Os usos múltiplos das águas dos reservatórios de grandes hidrelétricas podem trazer possibilidades efetivas para o desenvolvimento socioeconômico local ou regional, com a geração de empregos e melhoria da qualidade de vida, desde que esse processo seja acompanhado por uma gestão integrada, eficiente e participativa (FERNANDES; BURSZTYN, 2008).

Com relação aos decisores, deve-se ressaltar a possibilidade destes possuírem interesses em algum segmento específico ou, ainda, defender determinado uso da água dependendo de sua formação profissional ou cargo que ocupa no órgão público onde trabalha. Contudo, a baixa receptividade deste projeto perante os órgãos municipais impossibilitou a abordagem de profissionais de diversos setores. Westin (2007) e Vilas Boas (2006) utilizaram questionários semelhantes ao utilizado na presente pesquisa e também se depararam com a dificuldade de aceitação do projeto.

A respeito da razão de consistência, deve ser mencionado que os valores de preferência obtidos para o município de Sud Mennuci (Tabela 4.20) nas alternativas “Recreação e turismo” e “Irrigação” se aproximaram consideravelmente. Levando em consideração a razão de consistência sugerida pelo método de 10%, observa-se, dessa forma, que o uso prioritário poderia ser alterado de “Recreação e turismo” para “Irrigação”, visto que a

---

<sup>6</sup> Represa construída com a finalidade de abastecimento da região metropolitana de São Paulo, integrante do Sistema Cantareira. O reservatório ocupa uma área aproximada de 50km<sup>2</sup> e inundou áreas dos municípios de Vargem-SP, Piracaia-SP, Bragança Paulista-SP e Joanópolis-SP (MORAES, 1997 *apud* LEME, 2007).

diferença nos valores de prioridade é de aproximadamente 10%. Neste sentido, alguns autores, consideram 5% como razão de consistência. Cabe mencionar, ainda, que isto é ocasionado principalmente pelo pouco conhecimento dos respondentes a respeito do método utilizado.

Outro fato importante de se enfatizar é que este tipo de abordagem pode ser influenciada por interesses políticos municipais, que podem se voltar para um segmento específico. Da mesma forma, os interesses do Governo Federal podem influenciar no direcionamento das prioridades municipais, como é o caso das instalações dos parques aquícolas no Reservatório de Ilha Solteira. Neste sentido, caracteriza-se a fragilidade do método, já que depende fundamentalmente do julgamento do decisor e de sua capacidade de realizar o julgamento condizente com a realidade local.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de influência do reservatório de Ilha Solteira, a qual foi analisada na presente pesquisa, apresenta ampla variedade de utilizações dos recursos hídricos superficiais, destacando-se a irrigação, recreação, abastecimento, lançamento de efluentes, geração de energia elétrica, aquicultura e dessedentação de animais.

De acordo com o constatado no presente estudo, o segmento de recreação e turismo apresentou o melhor desempenho nos critérios avaliados, deste modo sendo considerado como prioridade global para a utilização da água do reservatório de Ilha Solteira e de seus afluentes. O uso dos recursos hídricos para irrigação mostrou-se interessante, sendo que foi apontado como prioridade em alguns municípios.

A escolha da alternativa “Recreação e turismo” como prioritária explica-se por este tipo de atividade acontecer muitas vezes de maneira informal e espontânea por parte da população, gerando benefícios sociais com baixo custo de investimento e simplicidade operacional.

Cabe enfatizar a ausência de infraestrutura para operação e organização do segmento turístico em quase toda a área do estudo, inclusive onde os resultados deste segmento foram colocados como os menos impactantes. Este fato deve ser considerado em projetos de incentivo ao turismo (em expansão na região), visto que a ocupação, o turismo e o lazer desordenados das áreas do entorno do reservatório podem tornar um risco à manutenção da qualidade da água, principalmente em locais com boas características da água.

É importante ressaltar a necessidade de incentivo ao cadastramento e outorga dos diversos usuários dos recursos hídricos, bem como o devido treinamento visando o uso sustentável deste recurso.

A utilização do *AHP* auxiliou a organização dos dados e o questionário desenvolvido com base no método possibilitou que os decisores realizassem os julgamentos baseados nos 4 critérios pré-estabelecidos de maneira simplificada, ou seja, o questionário propiciou a obtenção dos dados necessários através de comparações diretas entre duas alternativas de acordo com o critério. Outro fato que se apresentou favorável no método aplicado em conjunto com questionário é a facilidade de resposta, já que o questionário foi desenvolvido considerando a escala proposta por Saaty (1991 *apud* SILVA, 2007).

Vale ressaltar que, paralelamente à valoração global, é possível a análise dos critérios individualmente, possibilitando que seja analisado em cada município apenas o aspecto econômico, social, operacional ou relacionado à qualidade da água, o que propicia diversos enfoques de toda a região de estudo.

O produto desta análise estruturada mostrou-se eficiente para diagnosticar e elaborar subsídios para o auxílio em processos de tomada de decisão. Desta forma, visando uma

utilização mais ampla do modelo proposto, sugere-se o treinamento e capacitação dos decisores para um resultado melhor na aplicação do método.

É importante enfatizar que o resultado obtido nessa avaliação é função de uma série de detalhes, como a escolha dos critérios, a estruturação destes critérios, o julgamento das preferências por pares e a percepção do decisor em relação ao problema abordado.

Em um processo de tomada de decisão recomenda-se a criação de um grupo ou uma câmara técnica municipal onde os julgamentos são realizados em consenso por todos após análises de documentos pertinentes. Neste sentido, para o auxílio nos julgamentos, percebe-se a necessidade de aquisição de dados quantitativos e qualitativos atualizados e confiáveis, tais como: usuários dos recursos hídricos, renda associada a determinado uso, benefícios à população, qualidade da água no local onde realiza-se a atividade e o potencial poluidor de determinado uso.

## 7 CONCLUSÕES

O modelo proposto avaliou as preferências dos decisores com relação às principais utilizações da água, sendo elas: irrigação, abastecimento/lançamento de efluentes, recreação/turismo, navegação/transporte e aquicultura, tendo em vista aspectos econômicos, sociais, operacionais e de qualidade da água.

A aplicação do método *AHP* em conjunto com questionários propiciou um diagnóstico da percepção dos gestores municipais a respeito dos recursos hídricos, podendo assim, constatar as prioridades de utilização do potencial hídrico em nível local.

Nos 18 municípios que responderam aos questionários os resultados obtidos para a situação onde todos os critérios têm pesos iguais indicaram como prioridade em 11 municípios a alternativa de recreação e turismo, em 6 municípios a alternativa de irrigação e em apenas um município a alternativa de aquicultura. A situação onde o critério “Conservação da qualidade da água” recebeu peso maior verificou-se que em 10 municípios a prioridade foi para a alternativa “Recreação e turismo”, 7 municípios estabeleceram como prioridade a irrigação e apenas um município definiu como prioridade a aquicultura.

A análise de sensibilidade realizada com a priorização do critério “Conservação da qualidade da água” demonstrou um incremento no valor total de prioridade para os usos “Recreação e turismo” (cerca de 4%), “Irrigação” (cerca de 3%) e “Navegação e transporte” (cerca de 2%). Em contrapartida a alternativa “Abastecimento e lançamento de efluentes” obteve redução de 15,5 % do valor de prioridade e a “Aquicultura” reduziu 2,5% do valor obtido no primeiro caso. Estes valores denotam que estas duas alternativas são as mais impactantes dentre as opções analisadas, na concepção dos respondentes.

O modelo forneceu como resultado uma lista das alternativas de uso do reservatório, classificada em ordem decrescente de prioridades, de acordo com as preferências dos decisores. Na primeira posição da lista se destacou como prioridade global a alternativa “Recreação e turismo”. Em seguida apareceram as alternativas: “Irrigação”, “Aquicultura”, “Abastecimento e lançamento de efluentes” e, por último, “Navegação e transporte”.

É importante ressaltar que mesmo priorizando o critério “Conservação da qualidade da água” a ordem de prioridade global do reservatório não se alterou. Assim ocorreram apenas alterações na esfera municipal, alternando algumas preferências entre “Recreação e turismo” e “Irrigação”.

A localização geográfica dos municípios associada às prioridades indicadas na presente pesquisa possibilitou a identificação de áreas de interesse comum. Nestas áreas, municípios com interesses e potencialidade semelhantes para determinados usos foram agrupados, podendo, desta forma, auxiliar na destinação de investimentos financeiros, contribuindo para o desenvolvimento econômico da região, visando o uso múltiplo, a eficiência econômica e a

minimização dos impactos ao meio ambiente. As regiões de interesse comum propostas neste trabalho são mostradas a seguir:

- **Região I** (*Recreação e turismo; Irrigação*): Ilha Solteira; Suzanópolis; Sud Mennucci; Aparecida d'Oeste.
- **Região II** (*Irrigação*): Três Fronteiras; Santa Fé do Sul; Santana da Ponte Pensa.
- **Região III** (*Aquicultura*): Santa Albertina; Santa Clara d'Oeste; Rubinéia.
- **Região IV** (*Irrigação*): Populina; Paranapuã.
- **Região V** (*Recreação e turismo; Irrigação*): Caçu; Itarumã; São Simão.

Com a realização do presente trabalho constatou-se que além dos usos que obtiveram os maiores valores de prioridades, “Recreação e turismo” e “Irrigação”, merece maior atenção a utilização da água do reservatório para aquicultura em tanques-rede e para navegação visando o transporte de cargas. O Governo Federal tem demonstrado interesse na expansão do setor aquícola, sendo que no reservatório de Ilha Solteira foram implantados parques aquícolas dando prioridade a distribuição de áreas à população de baixa renda. Caso essa atividade seja expandida e o monitoramento da qualidade de água não ocorra de maneira adequada, a aquicultura pode comprometer alguns parâmetros pontuais, gerando conflitos de uso ou mesmo a perda da qualidade de água.

Outro ponto importante é o potencial que a região apresenta para o transporte hidroviário, porém ressalta-se a baixa exploração deste modal na região de estudo, de modo que as atividades neste setor basicamente resumem-se ao município de São Simão, em Goiás.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: EDUEM, 2007. 501 p.
- AGUIAR, K. D. *Influência de uma barragem sobre atributos ecológicos da comunidade e biologia reprodutiva de peixes do rio Paraíba do Sul, UHE Ilha dos Pombos, Rio de Janeiro, Brasil*. Curitiba, 2008. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA DO PARANÁ – AHRANA. *Relatório de dados operacionais Ano 2009*. N.º 14/09. São Paulo, 2009. 34 p.
- ALVES, J. M. *Processo de eletrificação em Goiás e no Distrito Federal: retrospectiva e análise dos problemas políticos e sociais na era da privatização*. Campinas, 2005. 288 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- ANAGNOSTOPOULOS, K. P.; PETALAS, C.; PISINARAS, V. Water resources planning using the AHP and Promethee Multicriteria methods: the case of Nestos River – Greece. In: BALKAN CONFERENCE ON OPERATIONAL RESEARCH, 7., 2005, Constanta, Romania. *Proceedings...* Constanta: Naval Academy "Mircea cel Batran", 2005. 12 p.
- ANJOS, F. A. dos; PIRES, P. dos S. Capacidade de suporte turístico: o caso das atividades de lazer na ilha do Porto Belo (SC). In: RUSCHMANN, D. V. de M.; SOLHA, K. T. (Orgs.). *Planejamento turístico*. Barueri: Manole, 2006.
- ASSOCIAÇÃO DE RESERVAS PARTICULARES DO PATRIMÔNIO NATURAL E OUTRAS RESERVAS PRIVADAS DE MINAS GERAIS – ARPEMG. Apresenta informações sobre conservação da natureza em terras privadas. Presidente Olegário, 2009. Disponível em: <www.arpemg.org.br>. Acesso em: 09 Jun. 2009.
- AYROZA, L. M. S. *Criação de Tilápias-do-Nilo, oreochromis niloticus, em tanques-rede, na Usina Hidrelétrica de Chavantes, Rio Paranapanema, SP/PR*. 2009. 92 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- AYROZA, L. M. S. *et al.* Aquicultura. In: DUARTE, A. P. (Ed.). *Duas décadas da Estação Experimental de Agronomia - APTA Médio Paranapanema (histórico, presente e perspectivas)*. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007, p.133-143.
- AZEVEDO NETTO, J. M. *et al.* *Manual de hidráulica*. 8. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998. 669 p.
- BANA e COSTA, C. A. *et al.* Decision Support Systems in action: integrated application in a multicriteria decision aid process. *European Journal of Operational Research*, Amsterdam, v. 113, p. 315-335, 1999.
- BASSOI, L. J.; GUAZELLI, M. R. Controle ambiental da água. In: PHILIPPI JR., A. *et al.* (Eds.). *Curso de gestão ambiental*. Barueri: Manole, 2004. p. 53-99.
- BELZ, C. E. *Análise de risco de bioinvasão por Limnoperna fortunei (Dunker, 1857): um modelo para a bacia do rio Iguaçu, Paraná*. 2006. 102 f. (Tese de Doutorado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BENI, M. C. *Análise estrutural do turismo*. 5. ed. São Paulo: SENAC, 2001. 516 p.

BHUSHAN, N.; RAI, K. *Strategic decision making: applying the analytic hierarchy process*. London: Springer-Verlag, 2004. 172 p.

BISSOLI, M. A. *Planejamento turístico municipal com suporte em sistemas de informação*. São Paulo: Futura, 2000. 176 p.

BOLTOVSKOY, D.; CATALDO, D. Population dynamics of *Limnoperna fortunei*, an invasive fouling mollusc, in the Lower Paraná river (Argentina). *Biofouling*, Chur, v. 14, p. 255-263, 1999.

BORGES JUNIOR, J. C. F. *Modelo computacional para tomada de decisão em agricultura irrigada*. 2004. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2004.

BRANCO, S. M. A água e o homem. In: PORTO, R. L. L. (Org.). *Hidrologia ambiental*. São Paulo: EDUSP; ABRH, 1991. v. 3, 414 p.

BRANDÃO, J. L. B. *Modelo para operação de sistemas de reservatórios com usos múltiplos*. 2004. 160 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. *Caderno de recursos hídricos: o turismo e o lazer e sua interface com o setor de recursos hídricos*. Brasília, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2009*. Brasília, 2009. 204 p.

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. *Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil*. Brasília, 2005. 176 p.

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. *Relatório 2009: cobrança pelo uso de recursos hídricos: bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí*. Brasília, 2010a. 44 p.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Apresenta informações sobre o setor de energia elétrica no país. Brasília, 2010. Disponível em: <[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)>. Acesso em: 03 Ago. 2010b.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei 9.433, de 08 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. Brasília, DF, *Diário Oficial da União*, Seção 1, 09 jan. 1997.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. Apresenta informações sobre o Ministério e sua atuação em âmbito nacional. Brasília, DF, 2010c. Disponível em: <[www.mpa.gov.br](http://www.mpa.gov.br)>. Acesso em: 12 jun. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS. *Cadernos de Informação de Saúde*. Brasília, 2010d. Disponível em: <[www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)>. Acesso em: 14 set. 2010.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia – MME. Apresenta informações sobre o Ministério e suas ações em âmbito nacional. Brasília, DF, 2010e. Disponível em: <[www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)>. Acesso em: 04 set. 2010.

BRUNA, G. C. Água e ecoturismo. In: REBOUÇAS, A.C; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.) *Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3. ed. São Paulo: Escritura, 2006. p. 461-478.

CAMPANHOLA, C.; SILVA, J. G. Panorama do turismo no espaço rural brasileiro: nova oportunidade para o pequeno agricultor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TURISMO RURAL: Turismo no espaço rural brasileiro, 1999, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 9-42.

CANASAT. *Mapeamento de cana via imagens de satélite de observação da Terra*. [S.l.], 2009. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr>>. Acesso em: 22 maio 2009.

CARDOSO, L. R. *et al.* Variabilidade genética entre populações de *Pistia stratiotes*. *Planta daninha*, Viçosa-MG, v. 23, n. 2, p. 181-185, 2005.

CARNEIRO, G. H. A.; CARVALHO, S. L. Avaliação dos teores de Nitrogênio e Fósforo na água em piscicultura com cultivo em tanques - rede, no Rio São José dos Dourados em Ilha Solteira – SP. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço-MG. *Anais...* São Lourenço: [s.n.], 2009.

CARRERA-FERNANDEZ, J. O Princípio dos usos múltiplos dos recursos hídricos: uma análise a partir da Bacia do Rio Formoso no Oeste Baiano. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 31, n. Esp., p. 810-835, 2000.

CENTRO TECNOLÓGICO DA FUNDAÇÃO PAULISTA DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO – CETEC. *Plano de Bacia do Baixo Tietê (UGRHI 19): relatório Final*. Lins: CBH-BT. 2008. 278 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo - 2000*. São Paulo, 2001. v.1. 214 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo - 2007*. São Paulo, 2008. 537 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Relatório de qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo – 2009*. São Paulo, 2010. 310 p.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO – CESP. Apresenta informações sobre a Companhia e o setor de energia. São Paulo, 2009. Disponível em: <[www.cesp.br](http://www.cesp.br)>. Acesso em: 10 Mar. 2009.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO – CESP. *Reservatórios: Modelo Piloto do Projeto Integral*. São Paulo, 1978. 119 p. (Coletânea Energética, v. 2).

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO – CESP. *40 peixes do Brasil: CESP 40 anos*. Rio de Janeiro: Doiis, 2006. 208 p.

CONSÓRCIO ESTREITO ENERGIA & CNEC ENGENHARIA S. A - CESTE & CNEC. *Relatório de Impacto Ambiental – RIMA da Usina Hidrelétrica Estreito*. São Paulo, 2002.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Instituto de Economia Agrícola. *Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008*. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 13 jun. 2010.

CICIGLIANO, G. D. *Avaliação da qualidade da água em piscicultura com sistema de cultivo em tanques-rede no município de Santa Fé do Sul - SP*. 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

COOPER, C. *et al.* *Turismo: princípios e práticas*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.  
COOPERATIVA DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS – CPTI. *Subsídios técnicos para gestão e desenvolvimento da utilização múltipla dos recursos hídricos para municípios afetados pelo Reservatório de Ilha Solteira-SP: relatório parcial*. Osasco: CPTI, 2008. 189 p.

COQUEMALA, V. *Variação anual do fitoplâncton no reservatório Passaúna, Paraná*. 2005. 84 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

COSTA, B. R. L.; PINEYRUA, D. G. F.; BAZOLI, T. N. Análise de atributos da responsabilidade social na gestão do turismo da cidade de Santa Fé do Sul. *Múltiplo Saber*, Londrina, v. 7, p. 1-10, 2010.

COSTA-PIERCE, B. A. Constraints to the sustainability of cage aquaculture for resettlement from hydropower dams in Asia: An Indonesian case study. *Journal of Environment and Development*, La Jolla, v. 7, n. 4, p.333–368, 1998.

COURA, S. M. C. *Mapeamento de vegetação do estado de Minas Gerais utilizando dados MODIS*. 2006. 129 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2006.

CRUZ, D. S. *et al.* Avaliação das condições ambientais das margens da área do Braço denominado “da Anta” do Rio Paraná na área de entorno do Reservatório de Ilha Solteira-SP. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. *Anais...* Caxambu: [s.n.], 2007.

CRUZ, H. C.; FABRIZY, N. L. P. Impactos ambientais de reservatórios e perspectivas de uso múltiplo. *Revista Brasileira de Energia*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, 1995.

DARRIGRAN, G. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. *Biological Invasions*, Dordrecht, v. 4, p.145-156, 2002.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. *plano estadual de recursos hídricos: 2004/2007: resumo*. São Paulo, 2006. 92 p.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. *Usos dos recursos hídricos do Estado de São Paulo*. São Paulo, 2010. Disponível em: <[www.daee.sp.gov.br](http://www.daee.sp.gov.br)>. Acesso em: 26 jul. 2010.

DE LANGE, W. J. *Multi-criteria decision making for water resource management in the Berg Water Management Area*. 2006. 158 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Departamento de Economia Agrícola, Universidade de Stellenbosch, Stellenbosch, África do Sul, 2006.

DE STEIGUER, J. E.; DUBERSTEIN, J.; LOPES, V. The analytic hierarchy process as a means for integrated watershed management. In: INTERAGENCY CONFERENCE ON RESEARCH ON THE WATERSHEDS, AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE, 1., 2003, Benson, Arizona. *Proceedings...* Benson: [s.n.], 2003. p. 736-740.

DIAS, R. *Planejamento do turismo: política e desenvolvimento do turismo no Brasil*. São Paulo: Atlas, 2003. 232 p.



EHRlich, P. J. *Procedimentos para apoio às decisões: gestão dos riscos e de objetivos conflitantes*. São Paulo: Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, 2004. 33 p.

ELER, M. N.; ESPÍNDOLA, E. L. G. *Avaliação dos impactos de pesque-pague: uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio Mogi- Guaçu*. São Carlos: RiMa, 2006. 294 p.

ESPINDOLA, E. L. G.; BRIGANTE, J.; ELER, M. N. Avaliação ambiental preliminar do uso e ocupação do solo da Bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J. ; ESPINDOLA, E. L. G. (Eds.). *Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu*. São Carlos: Rima, 2003. p. 23-53.

FELIPE JUNIOR, N. F. *A Hidrovia Tietê-Paraná e a intermodalidade no Estado de São Paulo*. 2008. 288 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008.

FERNANDES, C. H. *Priorização de projetos hidrelétricos sob a ótica social: um estudo de caso utilizando análise custo/benefício e uma metodologia multicritério de apoio à decisão – MACBETH*. 1996. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

FERNANDES, C. T. C., BURSZTYN, M. A. A. Usos múltiplos das águas de reservatórios de grandes hidrelétricas: perspectivas e contradições ao desenvolvimento regional sustentável. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 4., 2008, Brasília. *Anais...* Brasília: ANPPAS, 2008. v. 1. p. 1-14.

FERREIRA, R. V. P.; APELLE, A. C.; TAKEDA, G. K. F. Avaliação da presença de parasitas em águas destinadas à recreação de contato primário do Reservatório de Guarapiranga, São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande/MS. *Anais...* Campo Grande: ABES, 2005. p. 1-6.

FONSECA, G. A. B. da. *Contribuição antrópica na poluição de reservatórios hidrelétricos: o caso da Usina Hidrelétrica de São Simão - GO/MG*. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

FORMAN, E. H.; SELLY, M. A. *Decision by objectives: how to convince others that you are right*. New Jersey: World Scientific Publishing, 2001. 402 p.

FREITAS, A. J. de. Gestão de recursos hídricos. In: SILVA, D. D. da.; PRUSKI, F. F. (Eds.). *Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: ABRH, 2005.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. *Manual de saneamento: orientações técnicas*. 3. ed. Brasília: MS/FUNASA, 2004. 408 p.

GILLETTE, D. P. *et al.* Spatiotemporal patterns of fish assemblage structure in a river impounded by low-head dams. *Copeia*, Lawrence, n. 3, p. 539-549, 2005.

GOIÁS. Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento – SEPLAN. Superintendência de Estatísticas, Pesquisa e Informações Socioeconômicas – SEPIN. Apresenta informações socioeconômicas do estado de Goiás, 2009. Disponível em: <[www.seplan.go.gov.br/sepin](http://www.seplan.go.gov.br/sepin)>. Acesso em: 07 set. 2010.

GONÇALVES, R. W. *Métodos multicritérios como apoio à decisão em comitês de bacias hidrográficas*. 2001, 114 f. Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação, Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2001.

GONÇALVES, R. W.; PINHEIRO, P. R.; FREITAS, M. A. S. *Métodos multicritérios como auxílio à tomada de decisão na Bacia Hidrográfica do Rio Curu - Estado do Ceará*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, Curitiba. *Anais...* Porto Alegre: ABRH, 2003.

GOOGLE EARTH/DIGITAL GLOBE. Software Google Earth versão 4.2. Mountain View, 2009.

GUO, L.; LI, Z. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 226, n. 1-4, p. 201-212, 2003.

HÄMÄLÄINEN, R. P. *et al.* Evaluating a framework for multi-stakeholder decision support in water resources management. *Group Decision and Negotiation*, Boston, v. 10, n. 4, 2001. p. 331-353.

HERNANDEZ, F. B. T. *Análises agroclimáticas da área de influência do reservatório da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, região noroeste do estado de São Paulo*. Ilha Solteira: UNESP/DEFERS, 2007. 27 p.

HIRATSUKA, A. *Análise de impactos ambientais e econômicos em transporte multimodal*. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

HOLZ, E. *Estratégias de equilíbrio entre a busca de benefícios privados e os custos sociais gerados pelas unidades agrícolas familiares*. 1999. 408 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Censo agropecuário 2006*. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 jun. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Censo territorial 2002*. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 abr. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Contagem da população 2007*. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 nov. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Dados de lavouras permanentes 2009*. Rio de Janeiro, 2008a. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 27 abr. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Dados de lavouras temporárias 2008*. Rio de Janeiro, 2008b. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 27 abr. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Produto Interno Bruto dos municípios 2008*. Rio de Janeiro, 2008c. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 Jan. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. *Termo de referência para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA: Usina Hidrelétrica de Tijuco Alto*. Brasília, 2004.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. *Monitoramento da qualidade das águas superficiais no estado de Minas Gerais: relatório trimestral*. Belo Horizonte, 2010. 96 p.

IGNARRA, L. R. *Fundamentos do turismo*. 2. ed. São Paulo: THOMPSON, 2003. 205 p.

IGRECIAS, L. F. M. *Avaliação da influência do entorno e do Canal de Pereira Barreto na qualidade da água do Baixo São José dos Dourados*. 2009. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

IJUÍ ENERGIA; ABG ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE. *Plano ambiental de conservação e uso do entorno e das águas do reservatório da UHE São José*. Porto Alegre, 2010. 173 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. *Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do São José dos Dourados*. São Paulo: CBH-SJD/FEHIDRO, 2000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. *Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio São José dos Dourados - UGRHI 18: relatório final*. São Paulo, 2008. 273 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT/FAPESP, 1997. v.1. Escala 1:500.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. *Relatório Um de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia do Turvo/Grande (UGRHI 15)*. São Paulo: IPT/CBH-TG/FEHIDRO, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT; COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS – CPTI. *Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia do Turvo/Grande (UGRHI 15)*. São José do Rio Preto: IPT/CBH-TG/FEHIDRO, 2009. 318 p.

KENNEDY, R. H. Reservoir design and operation: limnological implications and management opportunities. In: TUNDISI, J. G.; STRASKABA, M. *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos: IEE/Backhuys, 1999. p. 1-28.

KHALANSKI, M. Industrial and ecological consequences of the introduction of new species in continental aquatic ecosystems: the Zebra Mussel and other invasive species. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, Cedex, n. 344-345, p. 385–404, 1997.

KURATANI, H *et al.* Impactos e estudos para manejo integrado de *Egeria spp.* no reservatório da Usina Hidrelétrica Engenheiro Souza Dias (Jupia). In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 16., 2001, Campinas. *Anais...* Campinas: [s.n.], 2001.

LANNA, A. E. *Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos*. Brasília: IBAMA, 1995. 171 p.

LEAL, M. S. *Gestão ambiental de recursos hídricos: princípios e aplicações*. Rio de Janeiro: CPRM, 1998. 176 p.

LEITE, M. A.; MATSUMOTO, T. Avaliação da qualidade da água do reservatório de Ilha Solteira (Brasil) visando seu aproveitamento múltiplo. In: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL (AIDIS), 29., 2004, San Juan. *Anales...* San Juan: [s.n.], 2004.

LEITE, M. A. *Análise do aporte, da taxa de sedimentação e da concentração de metais na água, plâncton e sedimento do Reservatório de Salto Grande, Americana- SP*. 2002. 199 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

LEME, F. B. M. *Represas como territórios, lugares e paisagens: subsídios para o planejamento turístico sustentável*. 2007. 218 f. Dissertação (Mestrado em Cultura e Turismo) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

LILIAMTIS, T. B. *Avaliação da adição de nitrato de amônio para redução de odor nos esgotos de Pereira Barreto- SP: reflexos na qualidade da água do reservatório de Três Irmãos, após dez anos de aplicação*. 2007. 147 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

LIMA, M. V. de A. *Metodologia construtivista para avaliar empresas de pequeno porte no Brasil, sob a ótica do investidor*. 2003. 382 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

LINSLEY, R. K.; FRANZINI, J. B. *Engenharia de recursos hídricos*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978. 798 p.

LUZ, S. O. de C.; SELMITTO, M. A.; GOMES, L. P. Medição de desempenho ambiental baseada em método multicriterial de apoio à decisão: estudo de caso na indústria automotiva. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 13, n. 3, p. 557-570, 2006.

MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa, MG: UFV, 2000. 396 p.

MARCONDES, D. A. S.; MUSTAFA, A. L.; TANAK, R. H. Estudos para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupia. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Eds.). *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá : EDUEM, 2003. p. 299-317.

MARGALEF, R. *Limnologia*. Barcelona: Omega, 1983. 1010 p.

MARTINS, D. *et al.* Caracterização genética de acessos de Egéria (*Egeria spp.*) coletados nenhum estado de São Paulo utilizando RAPD. *Planta Daninha*, Vicosa, MG, v. 21, p. 1-6, 2003.

MARTINS, M. L. Limnoperna Fortunei – Mexilhão Dourado: atualidade e perspectivas futuras. *Revista PCH Notícias & SHP News*, Itajubá, v. 12, n. 47, p. 26-30, 2010.

MATHIESON, A.; WALL, G. *Tourism: economic, physical and social impacts*. Londres: Longman, 1982. 208 p.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. *Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul*. Campo Grande: UEMS, 2010. 194 p.

MATSUMOTO, T. *et al.* Determinação da qualidade da água do reservatório de Ilha Solteira. In: ENCONTRO ANUAL DE PESQUISADORES – SBPN, 14., 2006. Curitiba. *Anais...* Curitiba: [s.n.], 2006. 8 p.

MAUAD, F.; LIMA, G. de. Planejamento estratégico de sistemas hídricos. In: MARTINS, R. C.; VALENCIO, N. F. L. da S. *Uso e gestão dos recursos hídricos*. São Carlos: RiMa, 2003. v. 2, p. 99-126.

MÉRONA B. de; VIGOUROUX R.; TEJERINA-GARRO F. L. Alteration of fish diversity downstream from Petit-Saut Dam in French Guiana: implication of ecological strategies of fish species. *Hydrobiologia*, The Hague, v. 551, n. 1, p. 33-47, 2005.

MEYBECK, M.; HELMER, R. An introduction to water quality. In: CHAPMAN, D. (Ed.). *Water quality assessment*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 585 p.

MILITÃO, E. S. *et al.* Custo de produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanques-rede em Ilha Solteira, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2003, Londrina. *Anais...* Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2003.

MOTA, S. *Introdução à engenharia ambiental*. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 416 p.

MOTA, S. *Preservação e conservação de recursos hídricos*. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 200 p.

MOTHEO, D. F. *Estudo limnológico na represa Carlos Botelho (Itirapina/Brotas, SP): uma reavaliação comparativa do sistema Lobo-Broa*. 2005. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

MÜLLER, A. C. *Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: Makron Books, 1995. 421 p.

NAYLOR, R. L. *et al.* Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, London, n. 405, p.1017-1024, 2000.

NOGUEIRA, S. C. *O sistema agroindustrial de tilápias na região noroeste do estado de São Paulo: características das transações e formas de coordenação*. 2008. 138 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

NOGUEIRA, V. P. Q. Qualidade da água em lagos e reservatórios. In: PORTO, R. L. L. (Org.). *Hidrologia ambiental*. São Paulo: EDUSP/ABRH, 1991. p. 165-210.

OENEMA, O.; ROEST, C. W. J. Nitrogen and phosphorus losses from agriculture into surface waters: The effects of policies and measures in the Netherlands. *Water Science and Thechnology*, London, v. 37, n. 3, p. 19-30, 1998.

OLIVEIRA, M. D. *et al.* *Área de ocorrência do mexilhão dourado na bacia do alto Paraguai entre os anos de 1998 e 2004*. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. Água e aquicultura. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Eds.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. p. 579-604.

PAIVA, M. P. *Grandes represas do Brasil*. Brasília: Editerra, 1982. 292 p.

PAMPLONA, E. de O. Avaliação qualitativa de cost drivers pelo método AHP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 6., 1999, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABCustos, 1999. 9 p.

PAMPLONA, E. de O. Avaliação qualitativa de cost drivers pelo método AHP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 6., 1999, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABCustos, 1999. 1 CD-ROM.

PEREIRA, A. O. *Caracterização do uso e ocupação do solo na área de influência do reservatório de Ilha Solteira*. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

PERTILLE, I. *O uso turístico dos reservatórios de hidrelétricas: estudo dos terminais turísticos no Lago de Itaipu, Paraná, Brasil*. 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado em Turismo) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2007.

PHILIPPI JR., A.; MARTINS, G. Águas de abastecimento. In: PHILIPPI JR., A. (Org.). *Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. Barueri: Manole, 2005. v. 1, p. 117-180.

PHILLIPS, S.; DARLAND, T.; SYTSMA, M. Potencial economic impacts of Zebra Mussels on the hydropower facilities in the Columbia River Basin. Portland: Pacific States Marine Fisheries Commission, 2005. 22 p.

PINTO-COELHO, R. M. *O aporte de fósforo e a presença de cianobactérias no reservatório de São Simão*. Belo Horizonte: CEMIG-FUNDEP, 2004.

PORTO, M. F. *Sistemas de gestão da qualidade das águas: uma proposta para o caso brasileiro*. 2002. 131 p. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo, 2002.

PORTO, R. L. L.; AZEVEDO, L. G. T. Sistemas de suporte a decisões aplicados a problemas de recursos hídricos. In: PORTO, R. L. L. (Org.). *Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos*. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS/ABRH, 1997. p. 43-95.

PRADO, R. B. Geotecnologias aplicadas à análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos. 2004. 172 f. Tese (Doutorado) - Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

PREHL, R. C. *Monitoramento de características físico-químicas da água e taxas de sedimentação de tripton no Córrego da Arribada (Baixo Tietê-SP) relacionadas à piscicultura em tanques-rede*. 2006. 53 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. *Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M 2000*. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <[www.pnud.org.br](http://www.pnud.org.br)>. Acesso em: 05 jan. 2011.

QUEIROZ, O. T. M. M. Impacto das atividades turísticas em reservatórios: uma avaliação socioambiental do uso e ocupação na área da represa do Lobo, município de Itirapina, SP. São Carlos, 2000. 238f. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2000.

REPAMS - Associação de Proprietários de Reservas Particulares do Patrimônio Natural de Mato Grosso do Sul. *RPPN'S do Mato Grosso do Sul*. Campo Grande, 2008. Disponível em: <[www.repams.org.br](http://www.repams.org.br)>. Acesso em: 28 maio 2009.

RICCIARDI, A. Global range expansion of the Asian mussel *Limnoperna fortunei* (Mytilidae): another fouling threat to freshwater systems. *Biofouling*, Chur, v. 13. p. 97-106, 1998.

ROSA, D. de M. *Hábitos alimentares da ictiofauna do reservatório de Ilha Solteira (alto rio Paraná): uma ênfase na participação do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857).* 2009. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zoologia de Vertebrados, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, Geneve, v. 1, n. 1, p. 83–98, 2008.

SAATY, T. L. An exposition on the AHP in reply to the paper "Remarks on the analytic hierarchy process". *Management Science*, Providence, v. 36, n. 3, p. 259-268, 1990.

SAATY, T. L. Scales from measurement not measurement from scales. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING – MCDM, 17., 2004, Whistler, Canada. *Proceedings...* Whistler: [s.n.], 2004. 10 p.

SABBAG, O. J. *et al.* Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. *Custos e @gronegocio*, Recife, v. 3, n. 2, p. 86-100, 2007.

SALOMON, V. A. P.; PAMPLONA, E. O.; MONTEVECHI, J. A. B. Justificativas para aplicação do método de análise hierárquica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 19., Rio de Janeiro. *Anais...* Porto Alegre: ABEPRO, 1999.

SANCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.* São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 495 p.

SANTA ALBERTINA (SP). Prefeitura Municipal. Apresenta informações sobre o município. Santa Albertina, 2010. Disponível em: <[www.santalbertina.sp.gov.br](http://www.santalbertina.sp.gov.br)>. Acesso em: 02 jul. 2010.

SANTA CLARA D'OESTE (SP). Prefeitura Municipal. Apresenta informações sobre o município. Santa Clara d'Oeste, 2010. Disponível em: <[www.santaclaradoeste.sp.gov.br](http://www.santaclaradoeste.sp.gov.br)>. Acesso em: 04 jul. 2010.

SANTA FÉ DO SUL (SP). Prefeitura Municipal. Apresenta informações sobre o município. Santa Fé do Sul, 2010. Disponível em: [www.santafedosul.sp.gov.br](http://www.santafedosul.sp.gov.br). Acesso em: 09 jun. 2010.

SANTOS, V. B. dos; CASTRO, S. S. Impactos ambientais do sistema sucroalcooleiro na microrregião de Quirinópolis (GO). In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 12., 2009, Montevideu. *Anais...* Montevideu: [s.n.], 2009.

SANTOS, V. J. C.; BARP, A. R. B. Instrumento de apoio a decisão aplicado à gestão dos recursos hídricos: Bacia Hidrográfica do Igarapé Tucunduba – Belém-PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande, MS. *Anais...* Campo Grande: [s.n.], 2005. 1 CD-ROM.

SANTANA, W. A.; TACHIBANA, T. Caracterização dos elementos de um projeto hidroviário, vantagens, aspectos e impactos ambientais para proposição de metodologias técnico-ambientais para o desenvolvimento do transporte comercial de cargas nas hidrovias brasileiras. *Engvista*, Rio de Janeiro, v. 6, p. 75-85, 2004.

SANT'ANNA C. L.; AZEVEDO, M. T. de. Contribution to the of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. *Nova Hedwigia*, Stuttgart, v. 71, p.359-385, 2000.

SÃO SIMÃO (GO). Prefeitura Municipal. Apresenta informações sobre o município. São Simão, 2010. Disponível em: <[www.saosimao.go.gov.br](http://www.saosimao.go.gov.br)>. Acesso em: 12 jul. 2010.

SCHMIDT, A. M. *Processo de apoio à tomada de decisão abordagens: AHP e MACBETH*. 1995. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 1995.

SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. Secretaria de Economia e Planejamento. *Informações dos Municípios Paulistas – IMP*. São Paulo, 2003. Disponível em: <[www.seade.sp.gov.br](http://www.seade.sp.gov.br)>. Acesso em: 16 ago. 2010.

SILVA, M. Uso das águas na Amazônia. In: BEOZZO, J. O. (Org.). *Água é vida*. São Paulo: Paulus, 2003. p. 93-106.

SILVA, P. T. P. *et al.* Concentração de ferro na água de irrigação na Microbacia do Boi, Estado de São Paulo. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO - WINOTEC, 3., 2010, Fortaleza – CE. *Anais...* Fortaleza: [s.n.], 2010.

SILVA, D. M. R. e. *Aplicação do método AHP para avaliação de projetos industriais*. 2007. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, Rio de Janeiro, 2007.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DAS AUTORIZAÇÕES DE USO DAS ÁGUAS DE DOMÍNIO DA UNIÃO PARA FINS DE AQUICULTURA – SINAU. Apresenta informações sobre uso da água em território nacional. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <[www.mpa.gov.br/mpa/seap/sinau\\_web/html2/index\\_intro.html](http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/sinau_web/html2/index_intro.html)>. Acesso em 12 jun. 2010.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Apresenta informações sobre saneamento. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <[www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)>. Acesso em: 02 Jun. 2009.

SOARES, S. R. Análise multicritério e gestão ambiental. In: PHILIPPI, A. J. *et al.* (Org.). *Gestão Ambiental Urbana*. São Paulo: Manole, 2004. 1050 p.

SOUSA, V. F. de; COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 4, p. 659-664, 1999.

SOUZA, M. P. de. *Instrumentos de gestão ambiental: fundamentos e prática*. São Carlos: Ed. Riani Costa, 2000. 108 p.

STRASKABA, M.; TUNDISI, J. G. (Eds.). *Diretrizes para o gerenciamento de lagos: gerenciamento da qualidade da água de represas*. São Carlos: ILEC/IIIE, 2000. v. 9, 280 p.

TELLES, D. D.; DOMINGUES, A. F. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Eds.). *Água Doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 325-364.

THEMA - Associação para a Integração e Desenvolvimento. *Plano Diretor de Desenvolvimento de Iturama - MG – Diagnóstico Preliminar Macro*. Iturama, 2002. 14 p.

TESTEZLAF, R.; MATSURA, E. E.; CARDOSO, J. L. *Importância da irrigação no desenvolvimento do agronegócio*. Campinas: CSEI/ABIMAQ/FEAGRI UNICAMP. 2002. 45 p.

TIMPONE, I. T. *Impacto dos programas da Secretaria Especial da Aquicultura e Pesca (SEAP) na competitividade da produção aquícola de Teodoro Sampaio e Santa Fé do Sul*. 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.



TOKARSKI, A. Hidrovias brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENTIDADES PORTUÁRIAS E HIDROVIÁRIAS, 22., 2007. Maceió. *Anais...* Maceió: ENEPH, 2007.

TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: UFRGS/EDUSP/ABRH, 1993. 952 p.

TUNDISI, J. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa/IE, 2003. 248p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Integration of research and management in optimizing multiple uses of reservoirs: the experience in South America and Brazilian case studies. *Hydrobiologia*, The Hague, v. 500, p. 231-242, 2003.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

VALENTI, W. C. *et al. Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399 p.

VASÍLIO, V. A. A. *Balneabilidade, índice de qualidade da água e bioensaios de toxicidade nas praias do reservatório de Ilha Solteira-SP*. 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

VILAS BOAS, C. L. *modelo multicritérios de apoio à decisão aplicado ao uso múltiplo de reservatórios: estudo da Barragem do Ribeirão João Leite*. 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

WESTIN, F. F. *Análise do uso turístico e a gestão integrada de reservatórios hidrelétricos. estudo de caso da UHE Caconde – SP*. 2007. 240 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá – MG, 2007.

**APÊNDICE A**  
***Carta de apresentação***  
***Questionário***

Prezados Senhores (as),

Meu nome é Caio Bertolo Larrubia, sou formado em Engenharia Hídrica e estou cursando Mestrado em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela UNESP de Ilha Solteira - SP. Venho através desta carta pedir a colaboração de V.S.<sup>as</sup> para o preenchimento de um questionário que visa coletar dados para elaboração de minha pesquisa. Este projeto tem como finalidade estabelecer as prioridades de utilizações dos recursos hídricos do reservatório da Usina Hidrelétrica Ilha Solteira e de seus principais afluentes de acordo com a visão de cada município. Para se atingir este objetivo será desenvolvido um Modelo Multicritério de Análise de Decisão e com a utilização do método *Analytic Hierarchy Process (AHP)* será possível estabelecer uma hierarquia dos usos.

O produto desta análise estruturada será uma alternativa mais coerente e consistente com os interesses dos envolvidos e necessidades da situação, o que dificilmente seria alcançado com um sistema de votação simples, devido à complexidade da situação evidenciada pela natureza das alternativas, pelos múltiplos aspectos envolvidos e pelas diferentes ambições dos decisores.

Nesse estudo são propostas cinco alternativas de usos mais comumente encontradas no reservatório e seus afluentes, são elas:

- **Recreação e turismo:** uso da água para recreação, esportes náuticos, turismo, pesca esportiva e demais usos similares;
- **Irrigação:** uso da água para os diversos tipos de irrigação geralmente por produtores rurais próximos às margens do reservatório ou de seus afluentes;
- **Navegação e transporte:** uso do recurso como via de transporte de cargas por embarcações de pequeno, médio e grande porte;
- **Aquicultura:** uso da água para criação peixes, moluscos, crustáceos, rãs e algas;
- **Abastecimento e lançamento de efluente:** uso da água para abastecimento municipal ou local (população ribeirinha) e a utilização do recurso para o lançamento de efluente local ou municipal.

A utilização do reservatório para geração de energia não será julgada já que o reservatório foi construído para esta finalidade, ou seja, a geração de energia elétrica já é primordial. O modelo proposto visa definir as modalidades de usos que seriam adequadas e compatíveis com a geração de energia.

Para realização dos julgamentos das alternativas são propostos critérios. Estes têm por finalidade buscar que o responsável pelas avaliações leve em consideração propriedades, atributos, quesitos ou pontos de vista que serão referência para realizar a comparação e estabelecer as preferências entre duas alternativas de usos. Os critérios utilizados neste estudo são:

- **Aspectos operacionais:** aspectos de manutenção e de operação inerentes a uma alternativa de uso do reservatório;
- **Benefícios econômicos:** benefícios econômicos gerados por determinado uso do reservatório;
- **Benefícios sociais:** benefícios sociais gerados por determinado uso do reservatório;
- **Conservação da qualidade da água:** manutenção e conservação da qualidade da água do reservatório de acordo com o uso pretendido.

O questionário e uma explicação de como serão feitas as avaliações seguem em anexo. Em caso de dúvidas, sugestões ou informações adicionais, por favor, entrar em contato pelo telefone ou e-mail que segue abaixo.

Desde já, agradeço pela valiosa colaboração.

**Caio Bertolo Larrubia**

Executor da pesquisa

Universidade Estadual Paulista – UNESP – campus de Ilha Solteira-SP

Programa de Pós-Graduação em Eng. Civil com ênfase em recursos hídricos e tecnologias ambientais

**Prof. Dr. Maurício Augusto Leite**

Orientador da pesquisa

### Explicação sobre o preenchimento do questionário

As comparações das alternativas serão realizadas com base nos critérios pré-definidos e os julgamentos deverão ser realizados de acordo com os valores mostrados na tabela abaixo:

| Intensidade de Importância | Definição                        |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1                          | Igualmente importante            |
| 3                          | Moderadamente mais importante    |
| 5                          | Fortemente mais importante       |
| 7                          | Muito fortemente mais importante |
| 9                          | Extremamente mais importante     |

- Critério *Aspectos operacionais* - Quanto **maior** o valor do julgamento, entre duas possibilidades de usos, **maior** será a facilidade de operação e manutenção do uso considerado mais importante;
- Critério *Benefícios Econômicos* - Quanto **maior** o valor do julgamento, entre duas possibilidades de usos, **maior** será a quantidade de benefícios econômicos que o uso considerado mais importante instituirá na região do município;
- Critério *Benefícios sociais* - Quanto **maior** o valor do julgamento, entre duas possibilidades de usos, **maior** será a quantidade de benefícios sociais que o uso considerado mais importante instituirá na região do município;
- Critério *Conservação da Qualidade da água* - Quanto **maior** o valor do julgamento, entre duas possibilidades de usos, **menor** será a degradação à qualidade da água que o uso considerado mais importante promoverá.

De modo geral, quanto maior o valor dado para determinado uso, maior será a prioridade na escolha deste uso, ou seja, mais preferível, em relação a determinado critério, será este uso. Quando um uso não se aplica no município em questão e não se tem a intenção dessa utilização por **impossibilidade física** como pode ser o caso de “Navegação/Transporte” não se deve responder a respeito dele.

A seguir é mostrado um exemplo de como são realizadas as avaliações.

ALTERNATIVA: **ABASTECIMENTO E  
LANÇAMENTO DE EFLUENTES**

CRITÉRIO: **BENEFÍCIOS SOCIAIS**

| ALTERNATIVA "A"                          | MAIS IMPORTANTE<br>ALTERNATIVA "A" |   |          |   | "A" igual a "B" | MAIS IMPORTANTE<br>ALTERNATIVA "B" |          |          |   | ALTERNATIVA "B"                          |
|------------------------------------------|------------------------------------|---|----------|---|-----------------|------------------------------------|----------|----------|---|------------------------------------------|
|                                          | 9                                  | 7 | 5        | 3 |                 | 3                                  | 5        | 7        | 9 |                                          |
| ABASTECIMENTO/<br>LANÇAMENTO DE EFLUENTE |                                    |   |          |   | <b>X</b>        |                                    |          |          |   | ABASTECIMENTO/<br>LANÇAMENTO DE EFLUENTE |
| ABASTECIMENTO/<br>LANÇAMENTO DE EFLUENTE |                                    |   |          |   |                 |                                    | <b>X</b> |          |   | RECREAÇÃO/TURISMO                        |
| ABASTECIMENTO/<br>LANÇAMENTO DE EFLUENTE |                                    |   |          |   | <b>X</b>        |                                    |          |          |   | IRRIGAÇÃO                                |
| ABASTECIMENTO/<br>LANÇAMENTO DE EFLUENTE |                                    |   |          |   |                 |                                    |          | <b>X</b> |   | AQUICULTURA                              |
| ABASTECIMENTO/<br>LANÇAMENTO DE EFLUENTE |                                    |   | <b>X</b> |   |                 |                                    |          |          |   | NAVEGAÇÃO/TRANSPORTE                     |

Neste exemplo deve-se notar que em relação ao critério *Benefícios sociais*, a alternativa **Recreação/Turismo** é *Fortemente mais importante* que a alternativa **Abastecimento/Lançamento de efluente**, ou seja, os benefícios sociais gerados pelo uso Abastecimento/Lançamento de efluente são menores que os benefícios sociais gerado pelo uso Recreação/Turismo em um suposto município. Com isto, pode-se deduzir que o município tem uma boa infraestrutura de turismo e recreação na área do reservatório ou seus afluentes, como também que a água que abastece a maior parte do município não provém do reservatório e de seus afluentes e sim de fonte subterrânea.

Ainda em relação ao critério *Benefícios sociais*, a alternativa **Abastecimento/Lançamento de efluente** é *igualmente importante* à alternativa **Irrigação**, ou seja, neste município o abastecimento utilizando o reservatório gera benefícios sociais semelhantes aos proporcionados pela prática de irrigação.

Os demais julgamentos seguem este mesmo raciocínio. É importante verificar que a comparação da alternativa **Abastecimento/Lançamento de efluente** com a alternativa **Abastecimento/Lançamento de efluente** é igual a “1” (igualmente importante), ou seja, sempre que a alternativa for comparada a ela mesma, em relação a qualquer critério, o valor será 1.











