



APLICAÇÃO DO MÉTODO ELECTRE III NA HIERARQUIZAÇÃO DAS  
PREFERÊNCIAS POR MODALIDADES DE USO DE RESERVATÓRIOS  
ARTIFICIAIS: O CASO DA UHE CORUMBÁ IV

Aline Muniz de Souza

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientadores: Rogério de Aragão Bastos do Valle  
José Roberto Ribas

Rio de Janeiro  
Maio de 2013

APLICAÇÃO DO MÉTODO ELECTRE III NA HIERARQUIZAÇÃO DAS  
PREFERÊNCIAS POR MODALIDADES DE USO DE RESERVATÓRIOS  
ARTIFICIAIS: O CASO DA UHE CORUMBÁ IV

Aline Muniz de Souza

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO  
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA  
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE  
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

---

Prof. Rogerio de Aragão Bastos do Valle, D.Sc.

---

Prof. José Roberto Ribas, D.Sc.

---

Prof. Virgílio José Martins Ferreira Filho, D.Sc.

---

Prof. José Francisco Moreira Pessanha, D.Sc.

---

Prof. João Carlos Namorado Clímaco, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MAIO DE 2013

Souza, Aline Muniz de

Aplicação do método ELECTRE III na hierarquização das preferências por modalidades de uso de reservatórios artificiais: o caso da UHE Corumbá IV/ Aline Muniz de Souza. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

XII, 96 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Rogério de Aragão Bastos do Valle

José Roberto Ribas

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 77-86.

1. Análise Multicritério de Apoio à Decisão. 2. Uso múltiplo. 3. Reservatórios. I. Valle, Rogério de Aragão Bastos do, *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Senhor Jesus pelo amor e misericórdia sem fim.

Aos meus pais e irmão por todo apoio, incentivo, compreensão, orações, e carinho em todos os momentos.

A todos os meus amigos, em especial Aline Senatore, Daniela Gomes, Eduardo Infante, Maria Ieda Diniz, Marina Leal e Sibebe Thaíse Duarte pela amizade sincera e companheirismo.

Ao laboratório SAGE e equipe pelo apoio e estrutura oferecida.

Aos professores Rogerio Valle e José Roberto Ribas pela orientação e oportunidade.

Aos professores e amigos Regina Lanzillotti, Marcelo Rubens do Amaral e José Francisco Pessanha pelos ensinamentos e amizade desde os tempos da graduação até os dias de hoje.

À Corumbá Concessões S/A pelo apoio logístico de fundamental importância para a realização desta pesquisa.

À COPPE pelo alto padrão de ensino e estrutura oferecidos.

À CAPES pelo apoio financeiro à pesquisa.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

APLICAÇÃO DO MÉTODO ELECTRE III NA HIERARQUIZAÇÃO DAS  
PREFERÊNCIAS POR MODALIDADES DE USO DE RESERVATÓRIOS  
ARTIFICIAIS: O CASO DA UHE CORUMBÁ IV

Aline Muniz de Souza

Maio/ 2013

Orientadores: Rogério de Aragão Bastos do Valle

José Roberto Ribas

Programa: Engenharia de Produção

A conservação dos sistemas naturais e o gerenciamento dos recursos hídricos são, atualmente, um grande desafio para a sociedade, pois abrangem aspectos de natureza econômica, social e ambiental. Neste cenário, uma ferramenta utilizada tem sido a construção de reservatórios. Todavia, há muitas dificuldades no contexto decisório, pois é preciso avaliar os possíveis impactos das modalidades de uso das águas desses lagos artificiais e também os pontos de vista e interesses dos diferentes atores envolvidos no processo de decisão.

O uso de metodologias de Auxílio Multicritério à Decisão (AMD) tem se mostrado eficiente em contextos decisórios, pois envolvem aplicações destinadas ao ordenamento de uma série de alternativas possíveis, permitindo a identificação e seleção do melhor curso de ação, considerando os diversos pontos de vista das partes envolvidas. Sendo assim, o presente estudo se insere nestas temáticas, pois teve por objetivo hierarquizar as modalidades de uso das águas de reservatórios artificiais considerando as opiniões dos diversos agentes envolvidos no processo decisório. Com auxílio do método ELECTRE III, foi possível ordenar as modalidades de uso do reservatório da UHE Corumbá IV.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

APPLICATION OF ELECTRE III METHOD TO RANK PREFERENCES IN TERMS  
OF USE OF ARTIFICIAL RESERVOIRS: THE CASE OF HYDROELECTRIC  
CORUMBÁ IV

Aline Muniz de Souza

May/ 2013

Advisors: Rogério de Aragão Bastos do Valle

José Roberto Ribas

Department: Industrial Engineering

The conservation of natural systems and water resource management are currently a challenge for society as it covers economic, social and environmental issues. In this scenario, artificial reservoirs come out as a solution. However, there are many difficulties in the context of decision, because it is necessary to evaluate the possible impacts of the multiple uses of waters of these artificial lakes and also consider the interests and points of view of the various actors involved in decision-making.

The use of Multicriteria Decision Aid (MCDA) has been efficient in decision contexts, as they involve applications to sort possible alternatives, enabling the identification and selection of the best course of action, considering the different points of view of the parties involved. Thus, this study belongs to these themes because allows to rank the use of the waters in artificial reservoirs considering the opinion of various actors involved in decision making. Using the ELECTRE III method, it was possible to arrange the modalities of use of the hydroelectric Corumbá IV's reservoir.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	OBJETIVOS.....	2
1.2.	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	3
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1.	RESERVATÓRIOS E SEUS USOS MÚLTIPLOS .....	4
2.1.1.	Reservatórios .....	4
2.1.2.	Usos múltiplos de reservatórios.....	5
2.2.	PROCESSO DECISÓRIO .....	11
2.2.1.	Análise multicritério .....	12
2.2.2.	Métodos de sobreclassificação .....	16
2.2.3.	Família de métodos ELECTRE .....	16
2.2.4.	O método ELECTRE III.....	17
2.3.	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO DE ESTUDO .....	21
2.3.1.	A UHE Corumbá IV .....	22
2.3.1.1.	O reservatório .....	23
2.3.1.2.	Barragem .....	24
2.3.1.4.	Vertedouro .....	26
2.3.1.5.	Circuito de adução .....	27
2.3.2.	Municípios limdeiros .....	28
3.	METODOLOGIA.....	33
3.1.	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA .....	33
3.2.	DETERMINAÇÃO DOS SEGMENTOS E SELEÇÃO DOS ESPECIALISTAS .....	34
3.3.	SELEÇÃO DOS BENEFÍCIOS E MODALIDADES .....	37

3.4.	DEFINIÇÃO DOS PESOS DOS CRITÉRIOS .....	47
4.	ANÁLISE E RESULTADOS .....	49
4.1.	APLICAÇÃO DO MÉTODO ELECTRE III.....	49
4.1.1.	Pesos dos critérios .....	50
4.1.2.	Definição dos limiares .....	51
4.1.3.	Índice de concordância .....	52
4.1.4.	Índice de discordância .....	54
4.1.5.	Matriz de credibilidade.....	54
4.1.6.	Destilação descendente.....	55
4.1.7.	Destilação ascendente.....	57
4.1.8.	Pré-ordenamento final .....	59
4.2.	A ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	60
4.3.	CLASSIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	70
5.	CONCLUSÕES .....	74
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	77
	APÊNDICE A – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE .....	87
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA DEFINIÇÃO DE BENEFÍCIOS E MODALIDADES.....	92
	APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO PARA COMPARAÇÃO PAREADA ENTRE BENEFÍCIOS E MODALIDADES .....	93

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Demandas consuntivas no Brasil .....	8
Figura 2 - Matriz elétrica brasileira no ano de 2010.....	9
Figura 3 - Etapas Sistema de tomada de decisão.....	12
Figura 4 - Etapas do processo de análise multicritério de auxílio à decisão .....	13
Figura 5 - Bacia hidrográfica do Paraná.....	22
Figura 6 - Representação da Usina Hidrelétrica Corumbá IV.....	23
Figura 7 - Mapa do reservatório da UHE Corumbá IV e municípios do entorno .....	24
Figura 8 - Barragem do reservatório da UHE Corumbá IV .....	25
Figura 9 - Casa de força.....	26
Figura 10 - Vertedouro .....	27
Figura 11 - Tomada d'água .....	28
Figura 12 - Municípios goianos afetados pela construção do reservatório .....	29
Figura 13 - Diagrama de Pareto para a importância agregada dos benefícios .....	45
Figura 14 - Matriz de índice de concordância para o Grupo 1 .....	53
Figura 15 - Matriz de índice de concordância para o Grupo 2 .....	53
Figura 16 - Matriz de índice de concordância para o Grupo 3 .....	53
Figura 17 - Matriz de índice de concordância para o Grupo 4 .....	54
Figura 18 - Matriz de credibilidade para o Grupo 1 .....	54
Figura 19 - Matriz de credibilidade para o Grupo 2.....	55
Figura 20 - Matriz de credibilidade para o Grupo 3 .....	55
Figura 21 - Matriz de credibilidade para o Grupo 4.....	55
Figura 22 - Destilação descendente referente ao Grupo 1 .....	56
Figura 23 - Destilação descendente referente ao Grupo 2.....	56
Figura 24 - Destilação descendente referente ao Grupo 3.....	57

Figura 25 - Destilação descendente referente ao Grupo 4.....	57
Figura 26 - Destilação ascendente referente ao Grupo 1.....	58
Figura 27 - Destilação ascendente referente ao Grupo 2.....	58
Figura 28 - Destilação ascendente referente ao Grupo 3.....	58
Figura 29 - Destilação ascendente referente ao Grupo 4.....	59
Figura 30 - Matriz de pré-ordenamento final referente ao Grupo 1.....	59
Figura 31 - Matriz de pré-ordenamento final referente ao Grupo 2.....	60
Figura 32 - Matriz de pré-ordenamento final referente ao Grupo 3.....	60
Figura 33 - Matriz de pré-ordenamento final referente ao Grupo 4.....	60
Figura 34 - Resultado das destilações descendentes para os Grupos 1, 2, 3 e 4.....	61
Figura 35 - Resultado das destilações ascendentes para os Grupos 1, 2, 3 e 4.....	62
Figura 36 - Resultado das destilações ascendentes para os Grupos 1, 2, 3 e 4.....	63
Figura 37 - Ordenamento final preferencial dos Grupos 1, 2, 3 e 4.....	65
Figura 38 - Análise de sensibilidade para o Grupo 1.....	66
Figura 39 - Análise de sensibilidade para o Grupo 2.....	67
Figura 40 - Análise de sensibilidade para o Grupo 3.....	68
Figura 41 - Análise de sensibilidade para o Grupo 4.....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados sócio-econômicos dos municípios lindeiros ao reservatório.....	29
Tabela 2 - Área inundada e densidade demográfica.....	30
Tabela 3 - Exemplo de escores subjetivos atribuídos por cinco especialistas a dez benefícios propostos .....	44
Tabela 4 - Distribuição acumulada absoluta e relativa de importância agregada .....	45
Tabela 5 - Pesos dos critérios por grupo de agentes.....	51
Tabela 6 - Limiares de indiferença (q), preferência (p) e veto (v) referentes ao Grupo 1 .....	52
Tabela 7 - Limiares de indiferença (q), preferência (p) e veto (v) referentes ao Grupo 2 .....	52
Tabela 8 - Limiares de indiferença (q), preferência (p) e veto (v) referentes ao Grupo 3 .....	52
Tabela 9 - Limiares de indiferença (q), preferência (p) e veto (v) referentes ao Grupo 4 .....	52

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Impactos causados pela construção de reservatórios artificiais .....	5
Quadro 2 - Usos múltiplos de reservatórios aplicáveis às bacias hidrográficas brasileiras .....	6
Quadro 3 - Principais usos consuntivos da água .....	8
Quadro 4 - Usos múltiplos de reservatórios no Brasil.....	10
Quadro 5 - Versões dos métodos da família ELECTRE .....	17
Quadro 6 - Principais problemas inerentes aos municípios no entorno do reservatório da UHE Corumbá IV .....	31
Quadro 7 - Proposta de segmentação para agentes que influenciam e/ou são influenciados pelo reservatório.....	35
Quadro 8 - Relação de entrevistados por segmentação de agentes que influenciam e/ou são influenciados pelo reservatório .....	37
Quadro 9 - Elementos a serem extraídos das entrevistas em profundidade .....	39
Quadro 10 - Benefícios selecionados .....	46
Quadro 11 - Modalidades de uso selecionadas.....	46
Quadro 12 - Objetivo de cada critério selecionado .....	47
Quadro 13 - Matriz de preferência do Grupo 1 .....	49
Quadro 14 - Matriz de preferência do Grupo 2 .....	50
Quadro 15 - Matriz de preferência do Grupo 3 .....	50
Quadro 16 - Matriz de desempenho referente ao Grupo 4 .....	50
Quadro 17 - Classificação final das modalidades de uso por grupos de agentes .....	72

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a gestão de recursos hídricos vem ganhando força no Brasil. O país é conhecido pela abundância de águas e ocupa posição privilegiada no cenário mundial, pois concentra aproximadamente 12% da água doce do mundo, disponível em rios. A maior parte da geração de energia elétrica no Brasil é oriunda de empreendimentos hidrelétricos que, segundo dados de agosto de 2011 do Banco de Informações de Geração da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), correspondem a 72% de toda a capacidade do País, hoje em cerca de 115 mil megawatts (MW).

A conservação dos sistemas naturais e o gerenciamento dos recursos hídricos são, atualmente, um grande desafio para a sociedade, pois abrangem aspectos de natureza econômica, social e ambiental. (TUCCI *et al.*, 2001) Neste cenário, destacam-se a construção e operação de reservatórios.

Reservatórios são, segundo Cruz e Fabrizy (1995), construções formadas pelo barramento artificial de rios, córregos e afins, ou a formação de lagos, não associados a uma bacia de drenagem natural e com vazões defluentes sujeitas a controle.

No Brasil há um grande número de reservatórios construídos e em fase de construção: os menores com 1,5 milhão de metros cúbicos de água, e os maiores com 100 a 200 bilhões. Todavia, há muitas dificuldades no contexto decisório, pois é preciso avaliar os possíveis impactos das modalidades de uso das águas dos reservatórios e também os pontos de vista e interesses dos diferentes atores envolvidos no processo de decisão. Sendo assim, surge a necessidade da utilização de uma abordagem que ordene as modalidades de uso (alternativas) para reservatórios artificiais a partir de uma lista de benefícios (critérios) identificados.

Segundo Gomes *et al.* (1998), em um ambiente complexo, é comum que o processo decisório envolva não apenas diversos agentes de decisão, mas também múltiplos critérios e dados muitas vezes imprecisos e/ou incompletos. Geralmente, os problemas de decisão não envolvem somente um, mas múltiplos objetivos que podem ser conflitantes entre si. Dessa maneira, é necessário que seja identificada a opção que melhor se enquadre às expectativas dos decisores. Nestas circunstâncias, o uso de metodologias de Auxílio Multicritério à Decisão (AMD) tem se mostrado eficiente em contextos decisórios, pois envolvem aplicações destinadas ao ordenamento de uma série de alternativas possíveis, permitindo a identificação e seleção do melhor curso de ação, considerando os diversos pontos de vista das partes envolvidas. O presente estudo se insere nestas temáticas, pois busca hierarquizar as modalidades de uso das águas de reservatórios artificiais, com auxílio do método ELECTRE III.

Este trabalho está inserido no Projeto de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), em elaboração, junto à Corumbá Concessões S.A. (CCSA), intitulado “Análise de valor no uso múltiplo do reservatório de Usina Hidrelétrica de Corumbá IV”.

### **1.1. Objetivos**

Este trabalho pretende estabelecer a hierarquização das modalidades de uso das águas de reservatórios artificiais a partir de uma lista de benefícios identificados, à luz do entendimento e dos interesses dos grupos locais. Baseado na utilização de uma metodologia multicritério no processo decisório, este estudo gerará saídas de apoio à decisão que melhor atendam às expectativas dos agentes com interesses no uso de reservatórios para diversos propósitos. A metodologia proposta será aplicada no caso da UHE Corumbá IV.

## **1.2. Estrutura da dissertação**

O presente trabalho, no tocante à parte textual, foi dividido em cinco capítulos.

No capítulo introdutório são apresentados o tema, os objetivos do estudo e a organização da proposta de dissertação.

No capítulo seguinte é apresentada a revisão bibliográfica referente aos temas relacionados a presente pesquisa, como os usos múltiplos de reservatórios e alguns dos principais métodos multicritério de apoio à decisão assim como suas características, focando no método ELECTRE III.

O capítulo 3 se propõe a apresentar a metodologia utilizada para a ordenação dos usos múltiplos das águas de reservatórios artificiais.

No capítulo 4 é feita a análise e a apresentação dos resultados obtidos na aplicação do modelo proposto.

Por fim, o capítulo 5 contempla a conclusão do trabalho a partir da análise e dos resultados obtidos.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo será contextualizado o tema deste trabalho com base na literatura pertinente aos principais pontos abordados. Primeiro serão apresentados alguns conceitos sobre reservatórios e seus diversos usos. Em seguida serão tratados os temas referentes à tomada de decisão, com foco no Auxílio Multicritério à Decisão e o método utilizado no presente trabalho.

### **2.1. Reservatórios e seus usos múltiplos**

Em decorrência do crescimento econômico e populacional, a demanda por diversas formas de uso dos recursos hídricos vem aumentando nos últimos anos. Tal fato tem gerado conflitos entre usuários e divergências entre autoridades e empreendedores. (VILAS BOAS, 2006) A fim de contornar essas problemáticas e garantir a satisfação das necessidades humanas, uma alternativa encontrada é a gestão de recursos hídricos por meio da implantação de reservatórios artificiais. (CRUZ E FABRIZY, 1995)

#### **2.1.1. Reservatórios**

Um reservatório é uma área fechada para o armazenamento de água a fim de ser utilizado para inúmeros fins, como atenuação das cheias, para estabelecer um ambiente aquático, ou para alterar as propriedades da água. Um reservatório pode ser criado através da construção de uma barragem em um vale, utilizando depressões naturais ou feitas pelo homem. Os principais parâmetros do reservatório são o volume, a área inundada e o quanto o nível de água pode variar. (VOJTĚCH E VOTRUBA, 1989)

Apesar da construção de reservatórios propiciar benefícios à população no tocante aos diversos usos de suas águas, é provocada a modificação dos ecossistemas naturais,

culminando impactos sociais, ambientais e econômicos. (SURESH *et al.*, 2000; PRADO, 2002)

Os impactos causados pela construção de barragens estão relacionados ao tamanho, volume, tempo de retenção do reservatório, localização geográfica e hidrográfica. (BARBOSA, 2010) O autor ainda enumera alguns dos principais impactos (diretos ou indiretos) causados pela implantação de reservatórios artificiais (Quadro 1).

**Quadro 1 - Impactos causados pela construção de reservatórios artificiais**

<b>Alguns impactos causados pela construção de reservatórios artificiais</b>
Inundação de áreas agricultáveis
Mudanças hidrológicas à jusante da represa
Alterações na fauna do rio
Interferência no transporte de sedimentos
Aumento da distribuição geográfica de doenças de veiculação hídrica
Perdas de heranças históricas e culturais, alterações em atividades econômicas e usos tradicionais da terra
Problemas de saúde pública, devido à deterioração ambiental
Perda da biodiversidade, terrestre e aquática
Efeitos sociais por realocação

Fonte: Adaptado de Barbosa, 2010

A fim de minimizar estes impactos e para que as águas dos reservatórios sejam aproveitadas, é possível avaliar os potenciais usos múltiplos desses lagos artificiais.

### **2.1.2. Usos múltiplos de reservatórios**

Usos múltiplos de reservatórios, segundo Cruz e Fabrily (1995), são “planos de aproveitamento de recursos hídricos projetados e operados para atender dois ou mais propósitos”. Vale ressaltar que um plano projetado para uma finalidade única não pode ser considerado de uso múltiplo.

Quanto à seleção dos usos a serem adotados no lago da região de estudo, é necessário fazer diagnósticos a fim de avaliar suas características e assim evitar que haja conflitos de caráter administrativo e intersetoriais.

Adoção dos diversos usos das águas como princípio pela Lei Federal 9.433/97 – privilegia não apenas as categorias do setor elétrico, mas também os diversos usuários existentes.

Art. 1º inciso IV: “(...) a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas (...)”

A Política Nacional de Recursos Hídricos se baseia, ainda, em outros importantes princípios:

- A água é um bem público;
- A água é um recurso finito e tem valor econômico;
- Quando escassa, o abastecimento humano e a dessedentação de animais é prioritário;
- O manancial representa a unidade territorial para fins gerenciais;
- O gerenciamento hídrico deve se basear em abordagens participativas que envolvam o governo, os usuários e os cidadãos.

A literatura enumera diversos tipos de usos aplicados às bacias hidrográficas brasileiras.

No Quadro 2 alguns deles são citados.

**Quadro 2** - Usos múltiplos de reservatórios aplicáveis às bacias hidrográficas brasileiras

<b>Tipos de uso</b>	<b>Descrição</b>
Geração de energia elétrica	A energia hidrelétrica pode ser gerada por Usinas Hidrelétricas (UHE) ou Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH). A vantagem das PCHs é que não há necessidade de grandes vazões.
Abastecimento	As necessidades para o uso doméstico são menos variáveis durante o ano, porém, geralmente, há uma utilização máxima no verão. É importante manter

	uma reserva suficiente para o período de seca e, como precaução sanitária, pode ser impedido o uso dos reservatórios para recreação.
Regularização de enchentes	O objetivo fundamental do reservatório, que é totalmente compatível com outros usos da água, é armazenar uma parte das vazões de enchente, minimizando, no local a ser protegido, o pico da cheia.
Recreação	É bastante incomum a construção de reservatório para recreação, sendo os benefícios neste setor geralmente casuais, decorrentes de outras funções de aproveitamentos. O projeto deve conter construções estruturais, sanitários, calçamentos, plantação de vegetação apropriada nas margens.
Aquicultura	O reservatório pode ser utilizado para produção em cativeiro, de organismos com habitat predominantemente aquático, tais como peixes, camarões, rãs, entre outras espécies. Porém, mesmo não tendo nenhuma medida específica de piscicultura, muitos reservatórios, devido a sua natural eutrofização, têm aumentado bastante a produção local de algumas espécies de peixes.
Produção de fertilizantes	Uma alternativa seria a criação de aguapés, planta aquática comum em represas, que crescem 1% ao dia. Trata-se de um biofertilizante com teores de 2,15% de nitrogênio, 0,56% de fósforo e 4,75% de potássio <sup>48</sup> , com a conveniência de serem produzidos próximo ao consumo. Outra utilização do aguapé é na produção de biogás que é eficiente para cocção.

Fonte: Adaptado de Vilas Boas, 2006

Em trabalho escrito por Setti *et al.* (2001), os usos múltiplos das águas podem ocorrer de duas maneiras. São elas: uso consuntivo e uso não consuntivo.

No primeiro caso, parte da água utilizada não retorna ao corpo d'água de onde foi retirada. Como exemplo de usos consuntivos podemos citar a irrigação, abastecimento urbano, uso industrial, dessedentação de animais, etc.

Os usos não consuntivos têm por característica toda a água captada de uma fonte retornar ao seu curso d'água de origem, ou seja, não há consumo de água. É possível citar como exemplos a pesca, a navegação fluvial, a navegação, etc. Como durante o processo de geração de energia elétrica a perda é considerada muito baixa (somente pela evaporação), seu uso pode ser considerado não consuntivo.

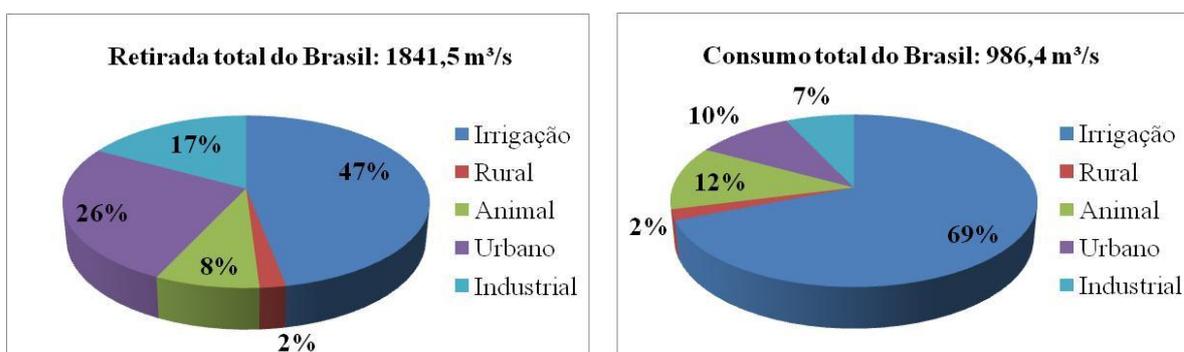
Os principais usos da água no que se refere aos usos consuntivos podem ser observados no Quadro 3.

### Quadro 3 - Principais usos consuntivos da água

FORMA	TIPOS DE USO	USO CONSUNTIVO
Com derivação de águas	Abastecimento urbano	Baixa (cerca de 10% da derivação), sem contar as perdas nas redes
	Abastecimento industrial	Médio (cerca de 20%, variando com o tipo de indústria)
	Abastecimento rural	Baixo (cerca de 10%)
	Irrigação	Alto (cerca de 90%)
	Aquicultura	Baixo (cerca de 10%)
Sem derivação de águas	Geração de Energia	Perdas por evaporação em reservatórios
	Navegação fluvial	Não há
	Diluição, transporte e assimilação de efluentes líquidos.	Não há
	Pesca	Não há
	Desedentação de animais	Baixo (cerca de 10%)
	Recreação	Não há
	Preservação de fauna e flora	Não há
	Controle de cheias	Não há

Fonte: Leal, 1998

No Brasil, os usos consuntivos mais significativos, em termos de retirada, são a irrigação (47%) e o abastecimento urbano (26%) (Figura 1). (ANA, 2011)

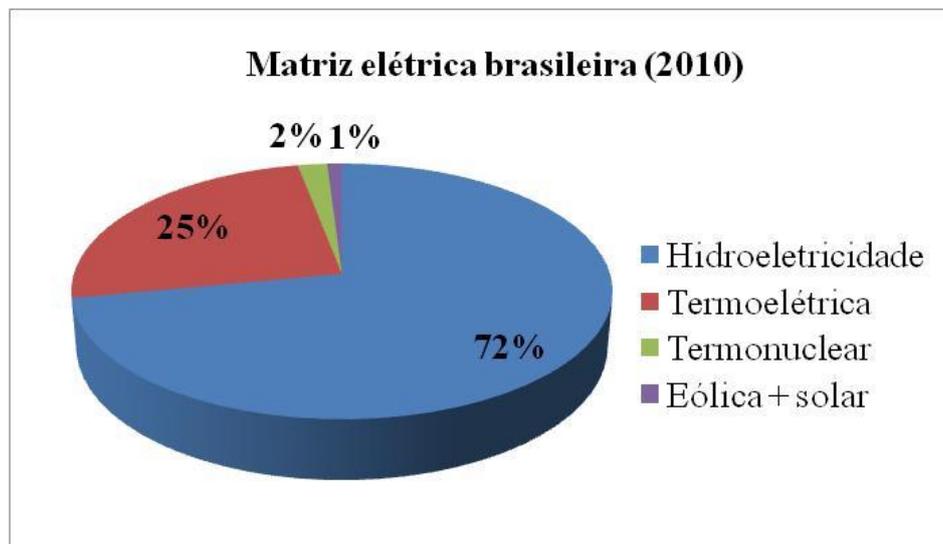


**Figura 1 - Demandas consuntivas no Brasil**

Fonte: Agência Nacional das Águas, 2011

É possível afirmar que o Brasil possui abundância de águas em seu território e possui grande potencial para geração de energia. Ele ocupa posição privilegiada no cenário mundial, pois concentra aproximadamente 12% da água doce do mundo, disponível em rios.

A maior parte da geração de energia elétrica no Brasil é oriunda de empreendimentos hidrelétricos que correspondem a 72% de toda a capacidade do país, hoje em cerca de 115 mil megawatts (MW). (ANEEL, 2011) Podemos observar mais detalhes na Figura 2.



**Figura 2** - Matriz elétrica brasileira no ano de 2010

Fonte: ANEEL, 2011

Nas décadas de 1960 e 1970, a construção de reservatórios para fins de geração de energia elétrica alcançou nível de desenvolvimento máximo no país quando as grandes barragens e centrais hidrelétricas eram consideradas símbolos do desenvolvimento energético. (VILAS BOAS, 2006) Porém, acreditava-se que esses empreendimentos causavam pouco impacto em virtude da possibilidade de implantar outros usos para as águas. Muitas vezes esses outros usos eram deixados de lado, pois a geração de energia elétrica era a modalidade tida como de maior importância.

Com o passar dos anos, os reais impactos ambientais, sociais e econômicos começaram a ser percebidos. Conseqüentemente, ações com a finalidade de mitigar tais impactos foram executadas, ou pelo menos consideradas. A partir das novas demandas, a implantação dos diversos usos das águas de lagos artificiais começou a ser repensada e estudada pelas concessionárias e órgãos governamentais.

No Quadro 4 são apresentados alguns exemplos de usos múltiplos de reservatórios brasileiros. Alguns deles não foram construídos a fim de atender diversos propósitos, enquanto outros já foram projetados para atender às novas necessidades ou incorporá-las quando necessário.

**Quadro 4 - Usos múltiplos de reservatórios no Brasil**

<b>Empreendimento hidrelétrico</b>	<b>Aspectos gerais</b>
UHE do Lobo	Situa-se entre os municípios de Brotas e Itirapina (SP). Foi inaugurada em 1936, para produção de energia elétrica. Atualmente, também é usado para pesca e recreação.
Reservatório de Mogi-Guaçu	Foi construído com o principal objetivo de resolver o problema de enchentes na região <sup>57</sup> . Também foi planejado para abastecimento de água das cidades de Mogi-Guaçu e Mogi-Mirim (SP). Além disso, recentemente, a prefeitura está implantando, às margens do reservatório, um centro de lazer.
Barragem do Fogareiro	Construída pelo DNOCS, no ano de 1996, em Quixeramobim (CE). Perenizou o leito do rio a jusante do reservatório, normalizou o abastecimento de água na cidade e permitiu o desenvolvimento em maior escala da agricultura irrigada.
Reservatório de Salto Grande	Situado no município de Americana (SP), quase todos os seus usos foram impedidos, exceto a geração de energia elétrica, em função de um processo de eutrofização extremamente elevado. Além da perda de qualidade da água, ocorreram vários problemas de caráter econômico e social na região, como a desvalorização dos imóveis e o aumento da criminalidade.
Barragem Carro Quebrado ou Passagem de Areia	Está localizada no município de Barra do Mendes (MG). Seus objetivos iniciais eram a irrigação e o abastecimento de água da cidade, porém o projeto original encontra-se em reformulação. A mudança visa a um maior aproveitamento do potencial hídrico da bacia, obtendo-se a partir daí melhores resultados sócioeconômicos, propiciando o abastecimento, irrigação e piscicultura, dentro das limitações do empreendimento. Verificou-se também a possibilidade da barragem vir a contribuir para perenização do Rio Jacaré.

UHE de Paranapanema	Construída em 1925 no rio Panapanema, junto à cidade de Piraju (SP). Hoje, além da geração de energia elétrica, o lago é utilizado para a prática de esportes náuticos, turismo e lazer.
UH Itaipu	É utilizada para finalidades secundárias como piscicultura, navegação, turismo e abastecimento humano. Está localizada no Rio Paraná, na fronteira entre Brasil e Paraguai.
Nova Avanhandava	Localiza-se no rio Tietê, no município de Buritama (SP). Além da geração de energia elétrica, é utilizada para navegação.
Reservatório de Castanhão	Localizado no Ceará, a obra permitirá a irrigação de 43.000 ha, a geração de energia e o controle das cheias, além de impulsionar setores como a pesca e o turismo.

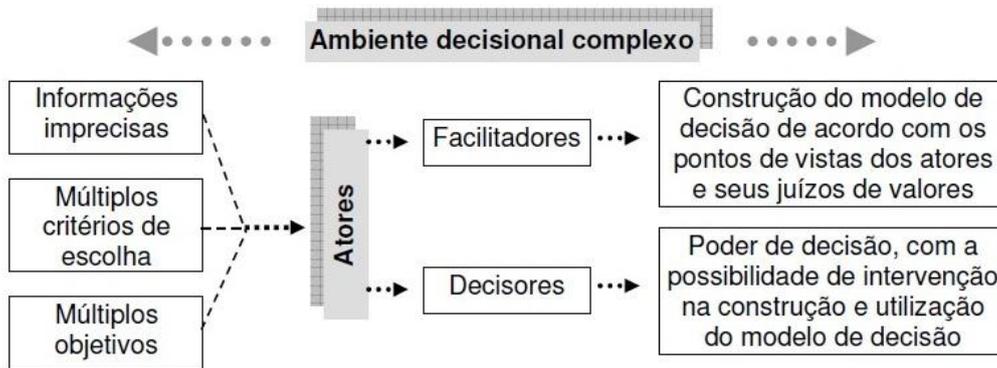
Fonte: Adaptado de Vilas Boas, 2006

## 2.2. Processo decisório

Segundo Gomes *et al.* (1998), num ambiente complexo, é comum que o processo decisório envolva não apenas diversos agentes de decisão, mas também múltiplos critérios e dados muitas vezes imprecisos e/ou incompletos. Geralmente, os problemas de decisão não envolvem somente um, mas múltiplos objetivos que podem ser conflitantes entre si. Dessa maneira, é necessário que no processo decisório seja identificada a opção que melhor se enquadre nas expectativas do decisor.

É importante identificar os atores no processo de decisão. Bana e Costa (1992) afirma que decisor é a pessoa que assume a responsabilidade caso a decisão tomada gere um resultado indesejado. Para Fernandes (1996), é aquele que pode intervir na construção e na utilização do modelo como ferramenta de avaliação, pois a ele foi moralmente ou formalmente delegado o poder de tomar decisões. Já o facilitador, segundo Bana e Costa (1992), é aquele que esclarece o processo de avaliação e/ou negociação inerente à tomada de decisão e constrói um modelo que considere os pontos de vista, juízos e

valores dos atores. Para melhor ilustrar esses conceitos, segue o esquema de um ambiente decisional. (Figura 3).



**Figura 3** - Etapas Sistema de tomada de decisão

Fonte: Vilas Boas, 2006

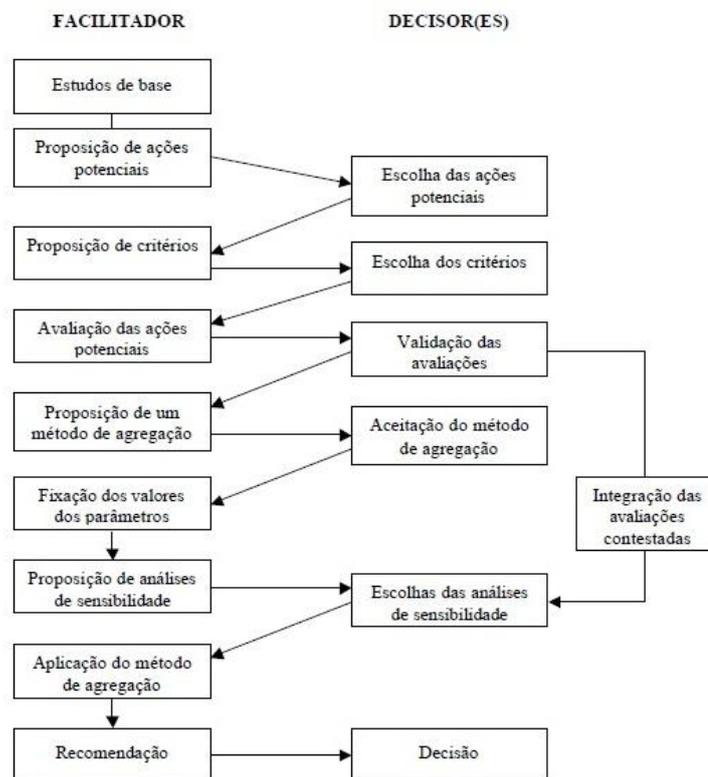
As decisões nem sempre foram tomadas da maneira que conhecemos. Até a década de 1940 elas eram tomadas por meio de análises baseadas em princípios econômicos. Contudo, as teorias econômicas simplificavam as situações reais. Sendo assim, surgiu a necessidade de desenvolver novos modelos e técnicas para contornar essa problemática. Era preciso criar métodos que auxiliassem nos processos decisórios e interpretassem com maior precisão os problemas do mundo real. Sendo assim, duas correntes científicas de análise de decisão surgiram na década de 60. São elas a Escola Francesa (ou Escola Européia) e a Escola Americana.

Em posse do problema definido de forma clara, alternativas para sua solução, decisores identificados e critérios de avaliação das alternativas especificados, passa-se à etapa de aplicação da análise multicritério.

### 2.2.1. Análise multicritério

As primeiras publicações sobre auxílio multicritério à decisão (AMD) datam do fim da década de 1960 (SIMOS, 1990). Já os primeiros métodos multicritério e multiobjetivo datam da década de 1970. (GOMES E MOREIRA, 1998)

O uso de metodologias AMD tem se mostrado eficiente nos processos decisórios. Envolve aplicações destinadas ao ordenamento de uma série de alternativas possíveis, permitindo a identificação e seleção do melhor curso de ação. Na Figura 4 são apresentadas as etapas do processo de análise multicritério, desde os estudos primários até a fase final de decisão.



**Figura 4** - Etapas do processo de análise multicritério de auxílio à decisão

Fonte: Vilas Boas, 2006

Autores ressaltam duas principais características do AMD. São elas: analisar problemas de decisão à luz de vários critérios, reconhecer e abordar a subjetividade relativa aos problemas de decisão.

De acordo com Costa (2005), as metodologias de AMD ganharam identidade e terminologia própria a partir da década de 1960 e tiveram destaque por meio dos trabalhos de Bernard Roy e Thomas L. Saaty. Roy e colaboradores desenvolveram os métodos ELECTRE (*Elimination et Choix Traduisant la Réalité*). A partir daí se consolidou a Escola Francesa (ou Escola Europeia) de Auxílio Multicritério à Decisão. Com base nos trabalhos de Saaty foram desenvolvidos os métodos AHP (*Analytic Hierarchic Process*) e suas variações, que se tornam referências da Escola Americana de Auxílio Multicritério à Decisão. Há outros métodos multicritério que não se enquadram exclusivamente dentro de uma dessas duas escolas (Gomes, 2006) e também há diversas maneiras de classificá-los na literatura. Uma classificação muito utilizada para os métodos multicritério de apoio à decisão é descrita por Roy (1985) e Vincke, (1992):

- Métodos de critério único de síntese (agregam os critérios em um único critério de síntese);
- Métodos de sobreclassificação (*outranking*); superação, prevalência ou subordinação;
- Métodos interativos.

Outra classificação utilizada para esses métodos é atribuída a Pardalos et al. (1995):

- Programação Matemática Multiobjetivo;
- Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT);
- Métodos de sobreclassificação (*outranking*); superação, prevalência ou subordinação;
- Abordagem de desagregação de preferências.

Sabe-se que há outras classificações sugeridas na literatura, porém não serão apresentadas nesse texto.

A partir de modelos matemáticos associados a outras áreas de conhecimento, é possível delinear cenários e alternativas para que, ao final do processo, os decisores escolham a alternativa preferível, não necessariamente a solução ótima apontada pelo modelo adotado.

Uma das diversas possibilidades de aplicação, de acordo com Montibeller *et al.* (2006), é o uso integrado destas metodologias ao planejamento de cenários. Os autores consideram esta combinação bastante eficaz no apoio a decisões estratégicas. Outra aplicação bem-sucedida é relatada em Meirelles *et al.* (2009), pois aborda a integração entre a gestão do conhecimento e o uso de métodos AMD. Os trabalhos desses autores apresentam uma aplicação da função de valor multiatributo à avaliação e seleção de tecnologias de refino de petróleo. Jannuzzi *et al.* (2009) afirmam que as metodologias AMD são grande utilidade nos processos decisórios em políticas públicas e em situações onde decisões precisam ser pautadas por critérios técnicos, objetivos e transparentes além de também por incorporar os juízos de natureza política e subjetiva dos gestores envolvidos no processo. Sendo assim, é possível afirmar que o uso das metodologias AMD em diferentes áreas onde é necessário tomar boas decisões para a identificação do melhor curso de ação tem sido bem-sucedido.

Soares (2003) afirma que os métodos AMD apresentam duas vantagens decisivas em relação a outros métodos. São elas: definir e evidenciar a responsabilidade do decisor e tornar melhor e mais claro o processo de decisão. Outra vantagem está relacionada ao consenso em um grupo multidisciplinar na tomada de decisão. (MENDOZA *et al.*, 1999) Por meio da análise multicritério, não há necessidade de que todos concordem com a importância relativa dos critérios ou o ordenamento das alternativas. Dessa

forma, é possível que cada decisor expresse sua opinião e contribua distintamente para que uma decisão seja alcançada em conjunto.

### **2.2.2. Métodos de sobreclassificação**

Os métodos multicritério de sobreclassificação também podem ser chamados de métodos de superação, prevalência ou subordinação e síntese. Na literatura internacional, é denominado *outranking*.

São citados na literatura vários métodos de sobreclassificação, onde os mais utilizados são os da família ELECTRE e PROMETHEE. Eles são baseados em comparações pareadas entre as alternativas, explorando uma relação de sobreclassificação, onde é possível assumir a possibilidade de incomparabilidade na estrutura de preferência do decisor. Outra importante característica é que esses métodos apresentam avaliações não compensatórias, ao contrário dos métodos de agregação por critério único de síntese. (ALMEIDA, 2011)

### **2.2.3. Família de métodos ELECTRE**

Do idioma francês, a sigla ELECTRE significa *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* e sua tradução é “representação da realidade por eliminação e escolha”.

Os primeiros métodos da chamada Escola Francesa foram os da família ELECTRE. O primeiro método, proposto por Roy, na década de 60, foi o ELECTRE I. A partir daí, variações foram propostas pelo próprio Roy e colaboradores. (Quadro 5)

### Quadro 5 - Versões dos métodos da família ELECTRE

Versão	Autor	Ano	Tipo de problema	Tipo de critério	Utiliza pesos
I	Roy	1968	seleção	simples	sim
II	Roy e Bertier	1973	ordenação	simples	sim
III	Roy	1978	ordenação	pseudo	sim
IV	Roy e Hugonnard	1982	ordenação	pseudo	não
IS	Roy e Skalka	1985	seleção	pseudo	sim
TRI	Yu Wei	1992	classificação	pseudo	sim

Fonte: Gomes *et al.*, 2004

Como citado anteriormente, nessa família estão incluídos vários métodos, sendo que cada um deles é aplicado a uma situação diferente. O ELECTRE III, em especial, aplica-se a situações onde a problemática é de ordenação, com o uso de pseudo-critério. Dessa maneira, esse método será utilizado na presente pesquisa, pois apresenta metodologia robusta e adequada ao problema de decisão em questão. Além disso, foram encontrados trabalhos nas áreas ambiental e de recursos hídricos baseados nessa abordagem multicriterial.

Vale ressaltar que os métodos que utilizam pseudo-critérios podem ser aplicados à situação de critério verdadeiro, mediante uma parametrização adequada. (ALMEIDA, 2011)

#### 2.2.4. O método ELECTRE III

Assim como os demais métodos da Escola Francesa, o ELECTRE III trabalha com uma estrutura de modelagem de preferências, onde são feitas comparações par a par (*pairwise*) entre as alternativas.

Os conceitos de limiar e hierarquização são importantes em se tratando da utilização dos métodos da família ELECTRE. Supondo que existe um critério  $g_j$ , onde  $j = 1, 2, 3, \dots, n$  dentro de um conjunto de ações  $A$ . O modelo tradicional de preferência assume, segundo Buchanan *et al.* (1998) duas possíveis relações para um dado par de ações  $(a, b) \in A$ , onde:

$$aPb \text{ (a é preferível a b)} \Leftrightarrow g(a) > g(b)$$

$$aIb \text{ (a é indiferente a b)} \Leftrightarrow g(a) = g(b)$$

As situações de preferência e indiferença são caracterizadas em função dos limiares de preferência ( $p_j$ ) e indiferença ( $q_j$ ) estabelecidos pelo analista para cada critério  $g_j$ . Assim é possível estabelecer um intervalo na qual uma ação é estritamente preferível à outra e um intervalo onde uma ação é tida como indiferente à outra. Buchanan *et al.* (1998) expõe as novas relações de preferência após a inserção dos limites.

$$aPb \text{ (a é preferível a b)} \Leftrightarrow g(a) > g(b) + p$$

$$aIb \text{ (a é indiferente a b)} \Leftrightarrow |g(a) - g(b)| \leq q$$

Como a mudança de indiferença para preferência estrita não é pontual, é possível estabelecer uma faixa de valores, denominada zona de preferência fraca. Consequentemente, as relações anteriores, segundo Buchanan *et al.* (1998), sofrem as seguintes alterações:

$$aPb \text{ (a é estritamente preferível a b)} \Leftrightarrow g(a) > g(b) + p$$

$$aQb \text{ (a possui preferência fraca em relação a b)} \Leftrightarrow g(b) + q < g(a) \leq g(b) + p$$

$$aIb \text{ (a é indiferente a b, b é indiferente a a)} \Leftrightarrow g(b) - q \leq g(a) \leq g(b) + q$$

É por meio desses limiares que é estabelecida a relação de hierarquização  $S$ . A afirmação  $aSb$  significa dizer que “a ação  $a$  é, no m[mínimo, tão boa quanto a ação  $b$ ”. ou então “a ação  $a$  não é pior que a ação  $b$ ”. cada par de ações deve ser analisado para cada critério  $j$ . É importante ressaltar que a partir do momento que são introduzidos os

limiares de preferência e indiferença, os critérios passam a ser chamados de pseudo-critérios.

A fim de avaliar afirmação  $aSb$  (a ação  $a$  é no mínimo tão boa quanto a ação  $b$ ), é necessário verificar o quanto se concorda com essa afirmação. Para isso, é calculado o índice de concordância  $C$  para cada par de ações  $(a,b) \in A$ . Este índice é definido por Buchanan *et al.* (1998) como:

$$C(a, b) = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^r K_j C_j(a, b) \quad (1)$$

onde  $C(a,b)$  é o índice de concordância para cada par de ações  $a$  e  $b$ ,  $k$  representa a soma dos pesos de todos os critérios,  $k_j$  representa o peso do critério  $j$ , e  $c_j$  é o índice de concordância das ações  $a$  e  $b$  sob o critério  $j$ .

Para o cálculo do índice de concordância, segundo os mesmo autores, vem:

$$c_j(a, b) = \begin{cases} 1, & \text{se } g_j(a) + q_j \geq g_j(b) \\ 0, & \text{se } g_j(a) + q_j \leq g_j(b) \\ \frac{p_j + g_j(a) - g_j(b)}{p_j - q_j}, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad , j = 1, \dots, r \quad (2)$$

Em seguida, há o cálculo do índice de discordância. Este mensura o quanto se discorda da afirmação  $aSb$ . É nesta etapa que, no método ELECTRE III, é introduzido o limiar de veto ( $v$ ). O limiar de veto permite que a afirmação  $aSb$  não seja aceita. Neste caso, temos que  $g(b) \geq g(a) + v$ . O índice de discordância para cada critério  $j$ ,  $d_j(a, b)$ , é oriundo da fórmula a seguir (BUCHANAN *et al.*, 1998):

$$d_j(a,b) = \begin{cases} 1, & \text{se } g_j(a) + p_j \geq g_j(b) \\ 0, & \text{se } g_j(a) + v_j \leq g_j(b) \\ \frac{g_j(b) - g_j(a) - p_j}{v_j - p_j}, & \text{caso contrário} \end{cases}, j = 1, \dots, r \quad (3)$$

A última fase da construção do modelo consiste em combinar os índices de concordância e discordância. A fim de medir o quão forte é a afirmação  $aSb$ , calcula-se a matriz de credibilidade de hierarquização para cada par de ações  $(a,b)$  em  $A$ . (BUCHANAN *et al.*, 1998):

$$S(a,b) = \begin{cases} C(a,b), & \text{se } d_j(a,b) \leq C(a,b) \quad \forall j \\ C(a,b) \cdot \prod_{j \in J(a,b)} \frac{1 - d_j(a,b)}{1 - C(a,b)} & \end{cases} \quad (4)$$

Nessa fórmula,  $J(a,b)$  representa o conjunto de critérios para os quais ocorre a relação  $d_j(a,b) > C(a,b)$ .

Para o caso do índice de discordância ser igual a 1,00 para qualquer  $(a,b) \in A$ , em qualquer critério  $j$ , não é possível ter confiabilidade na afirmação  $aSb$ . Caso contrário, quando 0,00, é possível afirmar que há credibilidade na afirmação  $aSb$ .

Como um dos últimos procedimentos, são feitos os cálculos das chamadas pré-classificações (destilação descendente e destilação ascendente). No primeiro tipo de destilação, a melhor alternativa é descartada e uma nova análise é feita com as demais alternativas a fim de ordenar as demais. O procedimento é repetido até se esgotarem as possibilidades. Da mesma forma é feita a destilação ascendente, porém retira-se a pior alternativa considerada.

Por fim, para analisar a robustez dos resultados obtidos na aplicação do método, é feita a análise de sensibilidade, onde os limiares (indiferença, preferência e veto) e os pesos

iniciais são variados, a fim de verificar se certos parâmetros sofreram variações significativas e detectar o quão sensível é o modelo.

### **2.3. Localização geográfica e características da região de estudo**

A Região Hidrográfica do Paraná é amplamente conhecida por seu potencial econômico. Possui área de aproximadamente 800.000 km<sup>2</sup> e abrange os estados de São Paulo (25% da região), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e Distrito Federal (0,5%). O Rio Paraná, formado pela confluência dos rios Paranaíba e Grande, é o segundo maior rio em extensão na América do Sul e o décimo no mundo em vazão. Sua bacia abrange mais de 10% do território nacional, como parte dos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná.

O Rio Corumbá nasce na serra dos Pireneus e integra a Bacia Hidrográfica do Paraná, desaguando no Rio Paranaíba. Este último, ao se juntar com o Rio Grande, forma o Rio Paraná. Ao longo do Rio Corumbá é possível encontrar diversas cachoeiras, praias de água doce e lagos artificiais formados por barramentos artificiais para fins de geração de energia elétrica. O primeiro e mais alto deles é o reservatório da Usina Hidrelétrica de Corumbá IV. (Figura 5)



**Figura 5 -** Bacia Hidrográfica do Paraná

Fonte: PACUERA, 2011

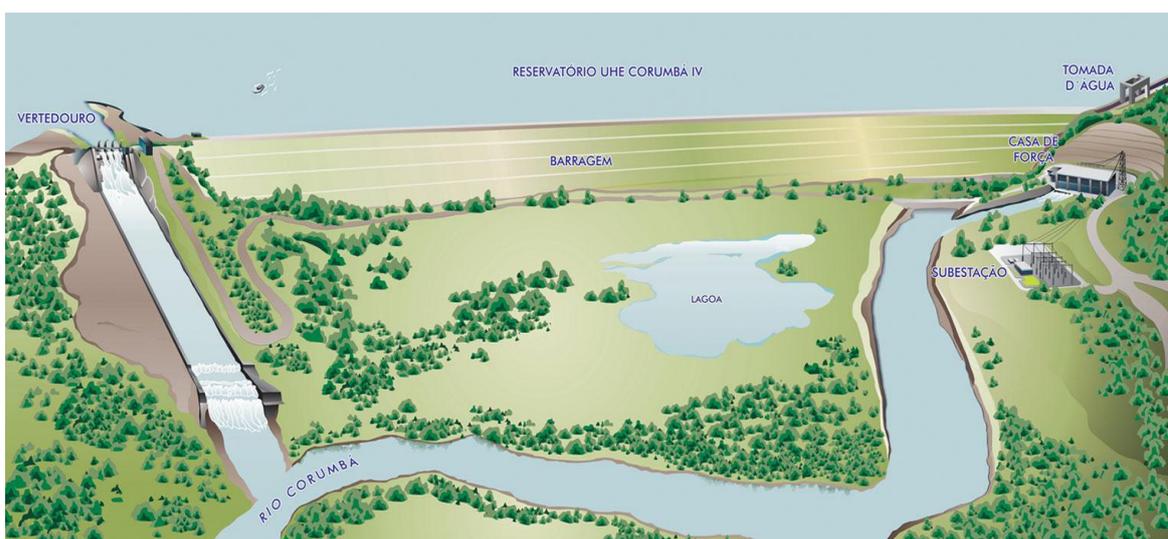
O complexo de usinas hidrelétricas formado por Corumbá I, Corumbá III e Corumbá IV distribui-se ao longo do Rio Corumbá. Corumbá I foi construída a aproximadamente 30km da cidade de Caldas Novas (GO). Sua potência instalada é de 375 MW. A Usina Hidrelétrica Corumbá II foi projetada, porém as obras não foram iniciadas em decorrência dos impactos que causaria na surgência de águas termais da região de Caldas Novas. Situada na cidade de Luziânia (GO), a usina hidrelétrica Corumbá III possui potência instalada de 93,6 MW e entrou em funcionamento no ano de 2009.

### **2.3.1. A UHE Corumbá IV**

A UHE Corumbá IV está localizada no município de Luziânia, estado de Goiás, com potência instalada de 127 MW, o suficiente para suprir uma cidade de 250 mil habitantes. A bacia do reservatório desta usina hidrelétrica se estende pelos municípios de Alexânia, Abadiânia, Corumbá de Goiás, Luziânia, Santo Antônio do Descoberto, Silvânia, Nova Gama e Gameleira (Figura 7). Situadas dentro da bacia do reservatório,

as sedes municipais são consideradas os agrupamentos mais importantes no que se refere às interferências e preferências no uso das águas do reservatório.

Quanto a sua parte física, a hidrelétrica é composta, principalmente, pelas seguintes estruturas: reservatório, barragem, casa de força, vertedouro e circuito de adução (Figura 6).

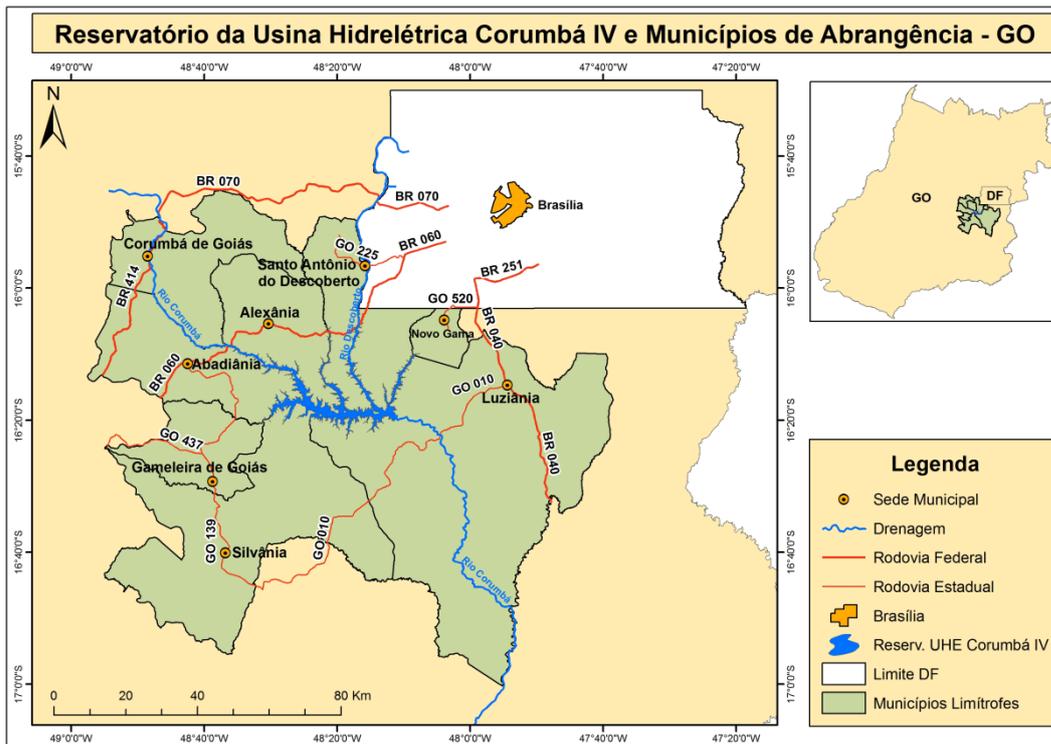


**Figura 6** - Representação da Usina Hidrelétrica Corumbá IV

Fonte: Corumbá Concessões

### 2.3.1.1. O reservatório

O reservatório de Corumbá IV possui volume represado de água da ordem de 3,7 bilhões de metros cúbicos (3,7 trilhões de litros) e volume útil de 800 bilhões de litros, que dão origem ao espelho d'água com área de 173 km<sup>2</sup> no nível máximo de inundação (cota 842m). Como características físicas, é possível citar sua forma predominantemente alongada, sem braços excessivos e profundidade de 21m. (Figura 7) A vegetação de suas margens é característica do cerrado. Em 2005 se iniciou o enchimento do reservatório. O início das operações se deu em abril do ano de 2006.



**Figura 7** - Mapa do reservatório da UHE Corumbá IV e municípios do entorno

Fonte: Corumbá Concessões

### 2.3.1.2. Barragem

A barragem do reservatório da UHE Corumbá IV foi construída no rio Corumbá, com o objetivo de geração de energia elétrica, a aproximadamente 4 km abaixo da foz do Rio Alagado e cerca de 18km à esquerda da rodovia estadual GO-010, no sentido Vianópolis/Luziânia. O barramento dessa usina possui seção transversal típica zoneada em solo (terra e areia), de maneira a maximizar a utilização dos materiais de construção disponíveis nas regiões próximas. No que se refere à estrutura da barragem de terra, seu comprimento total é de 1290 metros, com crista medindo 10 metros de largura e altura máxima de 80 metros no trecho do canal do rio Corumbá. (Figura 8) O núcleo da barragem foi construído com argila coluvionar, impermeável e protegido por outros

tipos de solo; enquanto externamente é composto por solos de rochas alteradas, bastante resistentes.



**Figura 8** - Barragem do reservatório da UHE Corumbá IV

Fonte: Companhia Energética de Brasília – CEB

### **2.3.1.3. Casa de força**

A casa de força foi dimensionada com o objetivo de conter dois conjuntos de hidrogeradores e equipamentos auxiliares. (Figura 9) Sua construção se deu junto à ombreira esquerda do barramento. A potência total instalada é de 127 MW, sendo dividida entre dois grupos de geradores de 63,5 MW cada. Com a energia gerada por este empreendimento hidrelétrico, é possível atender até dois milhões de pessoas por mês, ou seja, garante fornecimento de energia elétrica para o Distrito Federal e regiões.



**Figura 9** - Casa de força

Fonte: Gonçalves, 2012

#### **2.3.1.4. Vertedouro**

Esta estrutura, caracterizada como vertedouro de superfície, com bacia de dissipação, possui capacidade de vazão 1550 metros cúbicos por segundo. (Figura 10) O local por onde as águas são vertidas, é feito de concreto, sem comportas e desce por uma estrutura com formato de “S” alongado e que lança água, chamado salto de esquí. O vertedouro possui comprimento total de 425 metros e seus três vãos possuem 7 metros de largura. A vazão desses vãos é controlada por comportas segmento, com acionamento garantido por servomotores óleo-hidráulicos.



**Figura 10** - Vertedouro

Fonte: Companhia Energética de Brasília – CEB

#### **2.3.1.5. Circuito de adução**

O circuito de adução é composto por tomada d'água em torre, com sete aberturas protegidas por grades, por onde a água é captada e levada ao poço da tomada. (Figura 11) Este poço foi escavado em rocha e revestido com concreto armado. Após descer por esta via, a água atinge o túnel de adução que mede 394 metros de comprimento, também escavado em rocha e revestido em concreto armado. Este é o mesmo túnel utilizado como túnel de desvio do rio na fase das obras. Seu trecho final, localizado próximo à casa de força, é revestido de concreto e possui blindagem metálica.



**Figura 11** - Tomada d'água

Fonte: Gonçalves, 2012

### **2.3.2. Municípios lindeiros**

Alexânia, Abadiânia, Luziânia, Santo Antônio do Descoberto e Silvânia são os municípios que foram diretamente afetados pela construção do reservatório. Ademais, outros três municípios foram considerados como tributários da sub-bacia do reservatório da UHE Corumbá IV por estarem localizados a montante da barragem. São eles: Novo Gama, Corumbá de Goiás e Gameleira de Goiás (Figura 12).



**Figura 12** - Municípios goianos afetados pela construção do reservatório

Fonte: Adaptado da wikipédia.com

Para melhor entendimento da realidade desses municípios, seguem na Tabela 1 alguns dos seus principais indicadores sócio-econômicos, segundo o IBGE.

**Tabela 1** - Dados sócio-econômicos dos municípios lindeiros ao reservatório

\* Dados referentes ao ano de 2008

Município	Área (km <sup>2</sup> )	População (2010)	PIB per capita (R\$)*
Abadiânia	1.045,126	15.757	5.337,97
Alexânia	847,893	23.814	12.680,80
Corumbá de Goiás	1.061,954	10.361	6.008,28
Gameleira de Goiás	591,994	3.275	14.830,87
Luziânia	3.961,118	174.531	8.859,35
Novo Gama	194,148	95.018	3.599,32
Santo Antônio do Descoberto	944,046	63.248	3.638,15
Silvânia	2.345,939	19.089	13.264,94
<b>Total</b>	<b>10.992,22</b>	<b>405.093</b>	-

Fonte: Adaptado de IBGE

A Tabela 1 mostra que a população de pouco mais de quatrocentos mil habitantes distribuídos em aproximadamente onze mil quilômetros quadrados, são impactados pela UHE de Corumbá IV. Estes números são significativos. Em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, é observado que varia de R\$ 3.599,32 em Novo Gama até R\$ 14.830,87 em Gameleira de Goiás, apontando para caminhos prospectivos sobre as principais atividades econômicas de cada município e seus reflexos nos indicadores sociais.

**Tabela 2 - Área inundada e densidade demográfica**

<b>Município</b>	<b>Área inundada (%)</b>	<b>Densidade demográfica (hab/km<sup>2</sup>)</b>
Abadiânia	14,68	15,08
Alexânia	20,88	28,09
Corumbá de Goiás	0,26	9,76
Gameleira de Goiás	-	5,53
Luziânia	24,25	44,06
Novo Gama	0,13	489,41
Santo Antônio do Descoberto	28,55	67,00
Silvânia	11,25	8,14
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>667,07</b>

Fonte: Adaptado de ANEEL (2006) e IBGE (2010)

A área inundada de Corumbá de Goiás atinge pouco mais de 0,25%, enquanto Novo Gama não chega a 0,15%, valores estes bem inferiores quando comparados às demais localidades. Santo Antônio do Descoberto foi o mais impactado pela construção do lago. Apesar de não constar no projeto inicial, Gameleira de Goiás foi incluído na relação de municípios atingidos pela construção da UHE Corumbá IV, pois apresenta área contígua ao reservatório assim como a sub-bacia do rio Corumbá. No início, apenas os outros municípios eram parte da região atingida, inclusive para efeito de cálculo de *royalties* e indenizações. Outros fatos identificados, de cunho econômico e social, são os impactos eminentemente positivos para os municípios atingidos pelo reservatório.

Apesar de ter uma pequena ou nenhuma área atingida, estas localidades são beneficiadas por programas de preservação ambiental, educacionais e de fomento, executados até o fim pela concessionária.

Cada um dos municípios possui características próprias e problemas (ambientais, infraestrutura, saúde e educação) distintos, resultantes da rápida urbanização imposta nos últimos anos. Porém, devido às limitações deste estudo, optou-se por apresentar o Quadro 6 com os principais problemas inerentes a cada município com base no Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento: “Análise de valor no uso múltiplo do reservatório de Usina Hidrelétrica de Corumbá IV”.

**Quadro 6** - Principais problemas inerentes aos municípios no entorno do reservatório da UHE Corumbá IV

Município	Principais problemas
Abadiânia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ falta de hospitais para atender as demandas mais graves da população</li> <li>▪ poucas opções de lazer</li> </ul>
Alexânia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ problemas de geração de postos de trabalho para os mais jovens</li> <li>▪ falta de segurança</li> <li>▪ falta de hospitais para atender as demandas da população</li> <li>▪ poucas opções de lazer</li> <li>▪ falta de urbanização (asfaltamento e obras de drenagem de águas pluviais)</li> <li>▪ baixo rendimento no ensino público básico</li> <li>▪ erosão do solo em decorrência do desmatamento e outras atividades econômico-sociais</li> </ul>
Corumbá de Goiás	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ não possui rede de coleta de esgoto</li> <li>▪ esgoto <i>in natura</i> lançado no rio Corumbá</li> <li>▪ desestímulo ao turismo pela indisponibilidade de rede de esgoto</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ lixo sólido depositado às margens do lago</li> <li>▪ pesca predatória no lago</li> </ul>
Gameleira de Goiás	-
Luziânia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ considerada uma das cidades mais violentas do entorno do Distrito Federal</li> <li>▪ pesca predatória no lago</li> </ul>
Novo Gama	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ faltam especialistas em quase todas as áreas médicas</li> <li>▪ falta de hospitais para atender as demandas mais graves da população</li> <li>▪ déficit educacional</li> </ul>
Santo Antônio do Descoberto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ graves problemas administrativos</li> <li>▪ coleta e manejo inadequados do lixo</li> <li>▪ saneamento básico precário</li> <li>▪ esgoto <i>in natura</i> lançado no reservatório</li> </ul>
Silvânia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ erosão do solo em decorrência do desmatamento e outras atividades econômico-sociais</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho considerou diversas fontes de informação, como livros, revistas acadêmicas e referências eletrônicas. Também abrangeu monografias, dissertações, teses e publicações especializadas. Em seguida, foi feita a seleção dos especialistas que participariam da pesquisa. Entrevistas foram realizadas e questionários aplicados para a coleta das opiniões de especialistas, a fim de fazer o levantamento dos possíveis benefícios e alternativas de uso das águas do reservatório que compreende a área de estudo. As informações oriundas de tais procedimentos serviram como dados de entrada para a análise multicritério e construção de um modelo de decisão. Por fim, a última etapa compreende a aplicação do método ELECTRE III.

#### **3.1. Definição do problema**

A metodologia proposta objetiva hierarquizar as modalidades de uso das águas de reservatórios artificiais a partir de uma lista de benefícios identificados, à luz do entendimento e dos interesses dos diferentes grupos de agentes afetados por um reservatório artificial formado por um empreendimento hidrelétrico. Pretende-se aplicar a metodologia sugerida no caso da UHE Corumbá IV, localizada no município de Luziânia (GO) e cujo reservatório compreende os municípios de Santo Antônio do Descoberto, Alexânia, Abadiânia, Corumbá de Goiás, Silvânia, Gameleira de Goiás, Novo Gama e Luziânia.

Como este tipo de problemática envolve diversos agentes de decisão, múltiplos critérios e dados muitas vezes imprecisos e/ou incompletos, o uso de metodologias de Auxílio Multicritério à Decisão (AMD) tem se mostrado eficiente nos processos decisórios.

### **3.2. Determinação dos segmentos e seleção dos especialistas**

A definição de especialista se refere à pessoa "que, ou o que se dedica exclusivamente ao estudo ou a prática de uma ciência, uma arte, uma profissão" (HOUAISS, 1979). Dessa forma, o desempenho desses agentes durante a pesquisa aumenta consideravelmente quando estes possuem acesso a informações relevantes e quando podem interagir com profissionais que possuem tanto quanto ou mais conhecimentos na mesma área ou em áreas correlatas. Além disso, quanto às condições adequadas, a comunicação deve fluir facilmente.

Para este trabalho foram selecionados especialistas de quatro segmentos de agentes com interesses no reservatório de Corumbá IV. Dois grupos são relativos ao relacionamento local com o lago, que interagem com ele, ou seja, convivem com este acidente geográfico artificial, sendo influenciados por suas águas e seu entorno e influenciando-o pelo impacto das suas atividades. Os outros dois segmentos são relativos ao empreendimento essencial de geração de energia elétrica em seu aspecto amplo, responsável pela formação do lago e pela exploração comercial do potencial em sua plenitude. Os empreendedores e agentes vinculados ao serviço de energia elétrica (Grupo 1) e os órgãos governamentais e não governamentais responsáveis pelas autorizações, licenciamento, monitoramento e fiscalização do recurso hídrico (Grupo 2), são aqueles que fazem parte do segmento com influência no sentido amplo. Já a população lindeira (Grupo 3) diretamente afetada e pelos gestores públicos (Grupo 4) com atuação restrita aos municípios vizinhos ao reservatório fazem parte do segmento com influência específica. O Quadro 7 mostra de forma resumida os quatro segmentos identificados pelo estudo anteriormente citado.

**Quadro 7** - Proposta de segmentação para agentes que influenciam e/ou são influenciados pelo reservatório

<b>Segmento</b>	<b>Amplo</b>	<b>Restrito</b>
Interagem com o reservatório	<b>Grupo 1</b> Empreendedores e prestadores de serviços	<b>Grupo 3</b> População lindeira e visitantes
Intervém no reservatório	<b>Grupo 2</b> Gestores públicos federal e estadual, agências e ONGs	<b>Grupo 4</b> Gestores públicos e municipais

Fonte: Adaptado, Corumbá Concessões S.A.

O Grupo 1 é composto por empreendedores e prestadores de serviço. Esses indivíduos estão inseridos no contexto como agentes econômicos responsáveis pela geração de energia elétrica do Aproveitamento Hidrelétrico Corumbá IV e despacho ao sistema de transmissão do Sistema Interligado Nacional (SIN). O reservatório, que é formado pelo represamento do rio Corumbá, principalmente, é parte integrante do empreendimento. Seu nível é determinado pela operação da UHE Corumbá IV, a qual é coordenada pelo Operador Nacional do Sistema (ONS).

O Grupo 2 é formado por agentes que intervém no reservatório no sentido amplo, ou seja, em sua totalidade. Eles são representados pelos gestores públicos federais, estadual, agências e ONGs. A este grupo corresponde basicamente o interesse público com a correta gestão do empreendimento e é formado por instituições que coordenam e fiscalizam tais atividades. A disponibilidade técnica da usina para, quando acionada, despachar a energia solicitada pelo sistema na quantidade solicitada, dentro dos limites de tensão e frequência estabelecidos, é coordenada pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) vinculado ao Ministério de Minas e Energia.

As partes integrantes do Grupo 3 compreendem os formadores de opinião e líderes comunitários locais que possuem algum tipo de representatividade informal constituída junto a comunidade que vive no entorno do reservatório. Trata-se de interlocutores que reivindicam interesses vinculados a pequenos grupos. Estes agentes interagem com a população e, por meio do consenso entre eles, centralizam as preferências coletivas. Há interesse em identificar tais pessoas e acessar suas opiniões, uma vez que, decorrente da sua posição de interlocução, concentram certo número de opiniões. Dessa forma, desobrigam o pesquisador a expandir seu número de entrevistados.

O Grupo 4 é formado pelos gestores públicos municipais, representantes formais eleitos ou empossados com o dever de atender as necessidades sociais do município. Esses indivíduos deveriam apresentar preferências que refletissem a necessidade ou desejo da maioria da população, entretanto, outros elementos participam da decisão política sobre as modalidades que estes agentes indicam, influenciados pela disponibilidade orçamentária, sinergia com outros investimentos públicos e privados, ações de grupos de interesse, compromissos de campanha, etc. Estes gestores possuem afinidade com as demandas sociais e conhecimento dos meios possíveis para atendê-las, cuja execução nem sempre é viável.

Determinados os segmentos que exercem influência no reservatório ou são influenciados por ele, foi necessário selecionar indivíduos de cada grupo, aptos a participar da pesquisa. Eles deviam possuir relação estreita com o problema, a fim de contribuir para o estudo como especialista. Sendo assim, no Quadro 8 vemos a relação de entrevistados selecionados para cada grupo.

**Quadro 8** - Relação de entrevistados por segmentação de agentes que influenciam e/ou são influenciados pelo reservatório

<b>Grupos</b>	<b>Nº de entrevistados</b>	<b>Agentes</b>
Grupo 1	9	Empreendedores da UHE Corumbá IV e Corumbá Concessões
Grupo 2	8	Agências reguladoras e de fiscalização federal (ANEEL, ANA, IBAMA)
Grupo 3	11	Líderes comunitários e formadores de opinião
Grupo 4	11	Políticos municipais (prefeitos, secretários de meio ambiente, secretários da indústria e comércio)

Fonte: Elaboração própria

### **3.3. Seleção dos benefícios e modalidades**

Inicialmente foi conduzida uma pesquisa qualitativa junto aos participantes, por meio de entrevistas em profundidade. Malhotra (2004) afirma que no nível subconsciente estão os valores, as emoções e as motivações que não aparecem para o mundo externo, assim como os demais mecanismos de defesa do ego.

Os procedimentos para a pesquisa qualitativa podem ser classificados como diretos ou indiretos, pois dependem da familiaridade que o entrevistado possui com o objetivo da pesquisa. A abordagem indireta ou encoberta, esconde o real objetivo da pesquisa. Neste caso se utilizam as técnicas projetivas, dentre as quais os métodos mais comuns são os de associação, de complemento, de construção e expressivos. Já na abordagem direta ou não encoberta, o objetivo é passado para as pessoas de forma direta, explicando o que se pretende e aonde se quer chegar, ou fica óbvio pelo próprio

conteúdo das questões sobre os reais propósitos da pesquisa. Neste caso, os grupos de foco e as entrevistas em profundidade são as técnicas mais utilizadas.

Para este estudo foi utilizada a técnica das entrevistas em profundidade. Estas entrevistas são não estruturadas, diretas e pessoais, pois apenas um indivíduo é abordado por um entrevistador, altamente habilitado, no momento da pesquisa. Este entrevistador buscará descobrir motivações, crenças, atitudes e sentimentos subjacentes sobre um tópico (MALHOTRA, 2004).

A entrevista em profundidade, como quaisquer outros tipos de pesquisa, apresenta desvantagens. Uma grande desvantagem deste tipo de entrevista é o seu alto custo, pois requer entrevistadores habilidosos e envolve um pesquisado de cada vez, impossibilitando o envolvimento de várias pessoas ao mesmo tempo como os grupos de foco.

Depois de feitas as pesquisas em profundidade, a interpretação destas será feita pro meio da técnica de análise de conteúdo. Este método permite que o pesquisador trate um maior volume de informações de cunho qualitativo e utilize a sistemática na tentativa de identificar as propriedades. A maneira mais comum de identificação é a frequência com que determinadas palavras-chave aparecem, servindo como uma inferência sobre a importância que estas representam no conteúdo expresso no texto. É importante salientar que estas informações devem ser categorizadas, com significados mantidos por meio de relações de sinônimos, fornecendo uma informação mais substantiva sobre a frequência, e conseqüentemente a importância, que determinado significado é tratado ao longo de uma entrevista. Entretanto, não basta simplesmente contar o número de vezes que uma palavra ou seu sinônimo é repetida. É necessário ainda identificar o contexto no qual determinada palavra está inserida e se, de algum modo, ocorre algum tipo de diferenciação.

A partir das entrevistas realizadas na primeira rodada de levantamento de dados, com os Grupos 3 e 4, os benefícios, as modalidades, as ações e os fatores exógenos (Quadro 9) foram identificados. Por meio da análise de conteúdo, no texto das entrevistas foram extraídas as seguintes informações:

**Quadro 9** - Elementos a serem extraídos das entrevistas em profundidade

Benefícios	Relação dos elementos que são entendidos como condições <i>a priori</i> para a viabilização das modalidades ou como consequências <i>a posteriori</i> das suas operacionalizações.
Modalidades	Usos múltiplos alternativos para o reservatório hidrelétrico, exceto a geração elétrica, o abastecimento de água e a irrigação.
Ações	Atividades a serem desenvolvidas, em termos de investimentos, atitudes, mudanças de comportamento, etc., necessárias à viabilização dos benefícios.
Fatores exógenos	Elementos externos alheios às ações dos participantes dos grupos, tais como características geológicas e topográficas, regulamentações, etc.

Fonte: P&D Análise de valor no uso múltiplo do reservatório de Usina Hidrelétrica de Corumbá IV, 2012.

Foi apresentada aos participantes dos Grupos 2 e 3<sup>1</sup> uma lista preliminar de benefícios e modalidades<sup>2</sup>. Esta lista continha um título identificador, uma curta descrição e algumas informações relevantes quando disponíveis, como classificações, tipologias e regulamentações. A quantidade de dados e indicadores fornecidos não pode ser extensa (ARMSTRONG, 1985, p.100), pois o aumento no volume de informações acima do mínimo necessário não melhora a precisão do estudo. Nesses casos, o que aumenta são os custos.

A fim de evitar qualquer confusão, má interpretação ou ignorância que possa resultar em erro de mensuração, o processo teve início com a apresentação de uma lista de benefícios, cada qual explicado com detalhes ao especialista. Nesta hora, o entrevistador atentou ao correto uso do tempo e dar ênfase à explicação de cada benefício, de modo a

---

<sup>1</sup> A técnica de fornecimento prévio dos benefícios segue experiência similar apresentada em Vickers (1992).

evitar que o especialista fosse influenciado e optasse por uma ordem de relevância que não refletisse, necessariamente, sua opinião.

Na próxima etapa, o entrevistador e o especialista avaliaram o conjunto de benefícios e modalidades mais relevantes e tentaram selecionar cinco conjuntos.

O primeiro conjunto, denominado fatores chave<sup>3</sup>, deveria conter os dois benefícios e as duas modalidades de extrema importância, de maneira que seria difícil estruturar o problema de modo suficiente. A este grupo foi atribuída nota cinco.

O segundo conjunto foi chamado de fatores efetivos. A ele estão relacionados os dois benefícios e as duas modalidades em um nível de importância inferior aos do primeiro grupo. Considerado como fundamental para avaliação adequada do problema pode preferir até no máximo um de seus itens, caso seja necessário facilitar o processo de modelagem ou a consistência na tomada de decisão. Este grupo recebeu nota quatro.

O terceiro conjunto, denominado fatores associados, teve dois benefícios e duas modalidades importantes no apoio a melhor compreensão das inter-relações entre ambos, os quais tornam a especificação mais transparente e aceitável sem causar complexidade. Estes foram considerados excelentes atributos secundários, pois tornam a especificação mais clara e aceitável. Caso nenhum destes dois itens fosse incluído no modelo, poderia ocorrer uma leve perda de suficiência na análise do problema. Sendo assim, a este grupo atribuiu-se grau três.

O quarto conjunto foi formado por fatores complementares, contendo dois benefícios e duas modalidades de média importância na especificação mais ampla do modelo. Estes melhoram a compreensão e otimizam a suficiência do modelo, podendo, no entanto, comprometer a parcimônia. Se por um lado melhor clarificam as inter-relações, por

---

<sup>2</sup> São considerados como benefícios aqueles fatores que influenciam o reservatório ou municípios limieiros na seleção das modalidades de uso.

<sup>3</sup> No planejamento estratégico podem ser entendidos como os fatores críticos de sucesso, vide Leidecker e Bruno (1984).

outro podem causar uma elevação, por vezes desnecessária, na quantidade de pares de fatores a serem julgados por meio de escores subjetivos, aumentando consideravelmente o tempo gasto na avaliação. Portanto, coube ao analista decidir sobre tornar a especificação do modelo mais clara e completa ou aumentar o tempo necessário na realização das entrevistas para a coleta das opiniões dos especialistas e seus julgamentos com pesos subjetivos. Este conjunto recebeu grau dois.

O quinto e último conjunto contém os fatores reserva. São aqueles que apesar de contribuírem na melhor explicação do modelo e da sua ampla especificação, por comprometerem sua complexidade em demasia poderão vir a ser descartados, sem que com isto o modelo perca suficiência na capacidade de refletir a situação real. Trata-se de fatores que, apesar de terem sido comentados e incluídos na lista, perdem em significância para os outros quatro grupos anteriormente selecionados. A estes fatores, que compreendem todos aqueles que restaram dos oito selecionados para compor os conjuntos superiores e completar a lista, foi atribuído grau um.

Com o fim da etapa de hierarquização dos benefícios, foi pedido que o especialista justificasse sua escolha. Neste caso, os procedimentos adotados devem ser distintos no caso da elicitação ser conduzida de maneira individual ou com a participação simultânea de mais de um entrevistado. Ocorrendo individualmente, é solicitado pelo entrevistador que o especialista esclareça o motivo pelo qual atribuiu grau cinco aos dois benefícios de mais alta ordem. Este é estimulado a manifestar sua opinião e, se possível, detalhar os principais elementos que influenciaram a sua escolha de atribuir grau tão elevado. Dessa forma, assume que estes são imprescindíveis para a viabilização do uso múltiplo de reservatórios. Em seguida, ele esclarecerá seus motivos para os dois benefícios situados um nível abaixo, aqueles com nota quatro. Por outro lado, para o caso das notas iguais a um e dois a questão se inverte. São explorados os motivos pelos

quais tais benefícios receberam notas tão baixas, relativamente aos demais. O entrevistado deve esclarecer os motivos da baixa preferência.

Quando ocorre coletivamente, o entrevistador assume o papel de moderador de um grupo de foco, e passa a tratar os benefícios um a um, progressivamente na ordem em que se encontram no formulário. Ele estabelece quem será o primeiro a justificar, tomando o devido cuidado para que ocorra um rodízio entre os entrevistados. Ao ler o primeiro benefício, solicita o escore atribuído ao primeiro da lista, para em seguida pedir que esclareça os motivos que o levaram a atribuir tal nota. O mesmo é feito com os demais participantes até que todos tenham se manifestado. Passa em seguida para o segundo benefício e altera a ordem na qual os entrevistados irão se manifestar, prosseguindo desta forma até esgotar o número de benefícios da lista. O mesmo procedimento ocorre com as modalidades, até que todas tenham sido abordadas.

O objetivo neste momento foi explorar o conhecimento dos especialistas na identificação dos principais fatores inerentes ao modelo, por meio da inclusão de novos itens não apresentados na lista inicial e seleção dos cinco conjuntos por ordem de importância para a solução do problema.

A especificação da grandeza dos pesos utilizados na avaliação subjetiva para os benefícios e as modalidades que compõem os cinco grupos é uma tarefa que deverá influir na classificação final. Para isso, a escala julgada adequada para o caso é a Likert de cinco pontos, a qual estabelece notas subjetivas de 1 a 5 para os itens, segundo seu grau de importância. Para o caso deste estudo, apenas o grau cinco foi adotado para o grupo mais superior, denominado fatores chave, decrescendo até o grau um, atribuído ao grupo denominado por fatores reserva. Dentro da escala citada, os grupos foram classificados da seguinte maneira:

- grau "5" para os fatores chave;

- grau "4" para os fatores efetivos;
- grau "3" para os fatores associados;
- grau "2" para os fatores complementares;
- grau "1" para os fatores reserva.

Supondo que os graus atribuídos estão associados a uma escala intervalar, significa assumir que os fatores efetivos são, por exemplo, cinco vezes mais importantes que os fatores reserva, e que para efeito de avaliação dos pesos, é considerada a noção de equivalência entre os fatores.

No tocante à compilação da elicitação aos especialistas, foram selecionados os itens julgados pelos especialistas como os de maior relevância. A determinação do corte foi estabelecida pelo especialista. Vale ressaltar que tal procedimento não é tarefa simples. A quantidade de benefícios ou de modalidades transferidas para a fase de modelagem deve ser parcimoniosa, porém, grande o suficiente para que a especificação não seja prejudicada em termos de transparência, poder de explicação e consistência. Dessa forma, agrupamentos inter-relacionados, que resultem em situações genéricas, amplas ou ambíguas, devem ser evitados.

O procedimento de corte é julgar que a distribuição dos escores seja discreta, com uma função de Pareto. A partir da agregação dos escores subjetivos atribuídos pelos especialistas aos benefícios e modalidades e disposição destes fatores por ordem decrescente de valor é que a montagem da distribuição foi realizada. Em termos ilustrativos, suponhamos que há dez benefícios C1 a C10, submetidos à avaliação de cinco especialistas E1 a E5, cuja tabela de escores é demonstrada na Tabela 3.

**Tabela 3** - Exemplo de escores subjetivos atribuídos por cinco especialistas a dez benefícios propostos

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
E1	3	2	5	1	5	4	2	4	1	3
E2	4	1	4	2	5	5	3	3	1	2
E3	3	2	5	2	4	5	4	3	1	1
E4	4	2	5	1	4	3	5	3	2	1
E5	3	1	3	2	5	5	4	4	1	2
$\Sigma$	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
$\sigma$	<b>0,55</b>	<b>0,55</b>	<b>0,89</b>	<b>0,84</b>	<b>0,55</b>	<b>0,89</b>	<b>1,14</b>	<b>0,55</b>	<b>0,45</b>	<b>0,84</b>

A soma dos graus de importância para os benefícios e os desvios-padrão desses escores também estão representados. Para o caso de necessidade de desempate entre os benefícios se dois graus de importância forem iguais, o menor desvio-padrão será aquele que determinará a precedência de um benefício (ou modalidade) sobre o outro. Tal procedimento é adotado para garantir que a situação de maior consenso prevaleça sobre as demais.

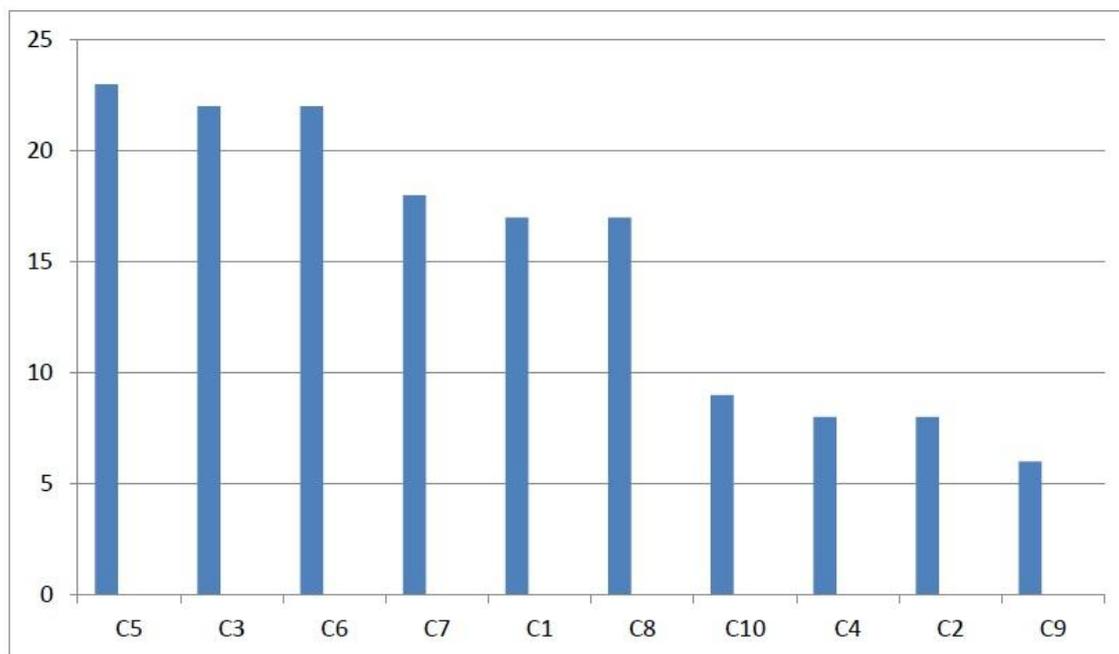
Ao ordenar os benefícios por ordem de importância, observa-se que o primeiro da lista é o benefício C5 com 23, seguido de C3 e C6 empatados com valor agregado 22 e desvios-padrão iguais. Não resta alternativa, neste caso, que os escores de determinado especialista, considerado como de notório saber, seja utilizado como referência para o desempate. Neste cenário optou-se pelo especialista E1, o qual com as notas cinco para C3 e quatro para C4 acabou por determinar a ordem de precedência entre estes dois benefícios.

O diagrama de Pareto, oriundo da ordenação de todos os benefícios com base na agregação dos escores, pode ser observado na Figura 13. Suas regras de desempate são:

- i) o menor desvio padrão das respostas entre os entrevistados;
- ii) caso persista o empate, a ordem determinada pela opinião do especialista julgado como possuidor de notório saber sobre o tema.

A respeito do formato da distribuição, vale ressaltar que, caso todos os entrevistados tivessem opiniões idênticas ou iguais, seu formato seria bimodal em degraus, onde cada

ordenada seria determinada pelo produto entre o número de especialistas e os escores do vetor {5, 5, 4, 4, 3, 3, 2, 2, 1, 1, ...}.



**Figura 13** - Diagrama de Pareto para a importância agregada dos benefícios

Fonte: P&D Análise de valor no uso múltiplo do reservatório de Usina Hidrelétrica de Corumbá IV, 2012

O próximo passo foi o cálculo da distribuição acumulada absoluta e relativa das importâncias agregadas (Tabela 4).

**Tabela 4** - Distribuição acumulada absoluta e relativa de importância agregada

	C5	C3	C6	C7	C1	C8	C10	C4	C2	C9
Acum.	23	45	67	85	102	119	128	136	144	150
%	0,15	0,30	0,45	0,57	0,69	0,80	0,85	0,91	0,96	1,00

De acordo com a regra de Pareto, o ponto de corte é aquele cuja importância relativa seja igual ou imediatamente superior a 80%. A regra 80-20 é aquela que determina que os itens importantes contribuam com 80% da importância agregada identificada pelos especialistas e, que os benefícios restantes, que contribuem com apenas 20% da mesma importância, devem ser descartados. Neste caso, o ponto de corte faz com que os

benefícios selecionados sejam C5, C3, C6, C7, C1 e C8 e os benefícios descartados sejam C10, C4, C2 e C9.

Por fim, após os procedimentos apresentados, os benefícios e modalidades de uso selecionados estão relacionados no Quadro 10 e no Quadro 11, respectivamente.

**Quadro 10** - Benefícios selecionados

<b>Sigla</b>	<b>Benefício (critério)</b>
PLS	Redução da poluição com lixo sólido
PPE	Redução da poluição com esgoto <i>in natura</i>
REN	Geração de renda
POV	Repovoamento dos peixes do reservatório
MAT	Recuperação das matas ciliares
FAU	Preservação da fauna do cerrado

Fonte: Elaboração própria

**Quadro 11** - Modalidades de uso selecionadas

<b>Sigla</b>	<b>Modalidade de uso (alternativa)</b>
TUR	Ecoturismo
PRE	Pesca recreativa
BAR	Passeio e transporte lacustre
LAZ	Lazer nas margens do reservatório
CAT	Criação de peixes de cativeiro

Fonte: Elaboração própria

Para fins de adequação ao método multicritério escolhido, os benefícios serão chamados de ‘critérios’ e as modalidades de uso, de ‘alternativas’.

O objetivo de cada critério (Quadro 12) é de grande importância para a aplicação do método multicritério utilizado neste trabalho.

### Quadro 12 - Objetivo de cada critério selecionado

<b>Critério</b>	<b>Objetivo</b>
PLS	maximizar
PPE	maximizar
REN	maximizar
POV	maximizar
MAT	maximizar
FAU	maximizar

Fonte: Elaboração própria

Pode-se observar que as principais preocupações dos grupos de agentes selecionados é a mitigação da poluição das águas e das margens do reservatório por esgoto *in natura* e lixo sólido; além da preservação e recuperação do ecossistema da região afetada pela construção do lago.

#### **3.4. Definição dos pesos dos critérios**

Os pesos dos critérios (benefícios) foram definidos por cada grupo a partir de comparações pareadas. Para cada combinação, contendo um par de benefícios, o entrevistador solicitou ao especialista que este manifestasse, dentre todos os benefícios, aquele considerado o mais importante no que se refere ao uso múltiplo do reservatório, atribuindo um escore subjetivo de 1 a 9, escala criada por Saaty (1980) e agregado segundo a metodologia de uso criada por Chang (1996), que indica o quanto um benefício é mais importante que o outro. Este procedimento foi repetido até que se esgotassem o número de pares de benefícios. Terminada esta etapa, um benefício foi fixado e as modalidades combinadas duas a duas. Para cada combinação contendo um par de modalidades, o entrevistador solicitou que o especialista indicasse qual das duas modalidades mais contribuiu para o atendimento ao benefício fixado. Novamente, houve a atribuição de um escore subjetivo de 1 a 9, que estimou o quanto uma

modalidade foi mais importante que a outra. O procedimento foi repetido até que se esgotassem os pares de modalidades.

A pesquisa de campo ocorreu no período que contempla os meses de dezembro de 2011, janeiro, fevereiro e julho de 2012.

Determinados os segmentos e seleção dos especialistas, selecionados os benefícios e modalidades de uso do reservatório e definidos os pesos dos critérios, segue a aplicação do método ELECTRE III.

#### 4. ANÁLISE E RESULTADOS

Neste capítulo será feita a análise e a apresentação dos resultados obtidos na aplicação do modelo proposto.

##### 4.1. Aplicação do método ELECTRE III

A partir dos dados coletados nas entrevistas, foi feita a análise multicritério por meio da aplicação do método ELECTRE III.

Os benefícios (critérios) selecionados pelos especialistas foram redução da poluição por lixo sólido (PLS), redução da poluição com esgoto *in natura* (PPE), geração de renda (GER), povoamento dos peixes do reservatório (POV), recuperação das matas ciliares (MAT), preservação da fauna do cerrado (FAU). As modalidades de uso (alternativas) são ecoturismo (TUR), pesca recreativa (PRE), passeio e transporte lacustre (BAR), lazer nas margens do reservatório (LAZ) e criação de peixes de cativeiro (CAT).

As matrizes de desempenho dos benefícios versus alternativas em relação a cada um dos quatro segmentos de agentes com interesses no reservatório de Corumbá IV podem ser vistas nos Quadros 13 - 16. A matriz de preferência, neste caso, é equivalente à matriz de desempenho do método ELECTRE III.

**Quadro 13** - Matriz de preferência do Grupo 1

	<b>TUR</b>	<b>PRE</b>	<b>BAR</b>	<b>LAZ</b>	<b>CAT</b>
<b>PLS</b>	0,396	0,077	0,222	0,208	0,098
<b>PPE</b>	0,195	0,260	0,121	0,154	0,270
<b>REN</b>	0,358	0,148	0,116	0,187	0,190
<b>POV</b>	0,223	0,415	0,076	0,115	0,171
<b>MAT</b>	0,503	0,045	0,148	0,263	0,041
<b>FAU</b>	0,511	0,021	0,252	0,201	0,015

Fonte: Elaboração própria

**Quadro 14 - Matriz de preferência do Grupo 2**

	<b>TUR</b>	<b>PRE</b>	<b>BAR</b>	<b>LAZ</b>	<b>CAT</b>
<b>PLS</b>	0,297	0,170	0,192	0,279	0,062
<b>PPE</b>	0,201	0,191	0,155	0,244	0,208
<b>REN</b>	0,335	0,131	0,200	0,192	0,141
<b>POV</b>	0,084	0,427	0,135	0,095	0,259
<b>MAT</b>	0,464	0,129	0,164	0,222	0,020
<b>FAU</b>	0,447	0,115	0,175	0,187	0,075

Fonte: Elaboração própria

**Quadro 15 - Matriz de preferência do Grupo 3**

	<b>TUR</b>	<b>PRE</b>	<b>BAR</b>	<b>LAZ</b>	<b>CAT</b>
<b>PLS</b>	0,319	0,148	0,101	0,284	0,148
<b>PPE</b>	0,168	0,194	0,127	0,183	0,328
<b>REN</b>	0,454	0,037	0,142	0,109	0,258
<b>POV</b>	0,265	0,391	0,146	0,122	0,076
<b>MAT</b>	0,314	0,104	0,108	0,455	0,019
<b>FAU</b>	0,458	0,064	0,167	0,300	0,011

Fonte: Elaboração própria

**Quadro 16 - Matriz de desempenho referente ao Grupo 4**

	<b>TUR</b>	<b>PRE</b>	<b>BAR</b>	<b>LAZ</b>	<b>CAT</b>
<b>PLS</b>	0,346	0,083	0,046	0,399	0,125
<b>PPE</b>	0,175	0,162	0,112	0,332	0,219
<b>REN</b>	0,373	0,048	0,078	0,199	0,302
<b>POV</b>	0,226	0,387	0,098	0,128	0,162
<b>MAT</b>	0,344	0,065	0,125	0,376	0,090
<b>FAU</b>	0,348	0,052	0,224	0,271	0,104

Fonte: Elaboração própria

#### **4.1.1. Pesos dos critérios**

Conforme o procedimento anteriormente descrito, para cada grupo, seguem os pesos de cada critério (Tabela 5).

**Tabela 5** - Pesos dos critérios por grupo de agentes

<b>critérios</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 4</b>
<b>PLS</b>	0,130	0,219	0,233	0,220
<b>PPE</b>	0,404	0,395	0,393	0,297
<b>REN</b>	0,049	0,159	0,116	0,092
<b>POV</b>	0,034	0,058	0,027	0,091
<b>MAT</b>	0,285	0,144	0,166	0,158
<b>FAU</b>	0,098	0,026	0,064	0,142
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

Fonte: Elaboração própria

#### **4.1.2. Definição dos limiares**

A definição dos limiares de indiferença (q), preferência (p) e veto (v) são subjetivas, pois dependem da visão do analista; porém esta definição deve ser coerente, baseada em fatos próximos à realidade (Roy *et al.*, 1986). Mediante esta afirmação e sugestão dos próprios autores, para os limiares foi adotada margem de 10% como limiar de indiferença, 20% como de preferência e 40% como de veto.

Segundo Roy *et al.* (1986), o cálculo dos limiares, para cada critério, segue a fórmula

$$\text{limiar} = [(\alpha * \text{performance}) + \beta].$$

Dessa forma, os limiares numéricos de cada critério para os quatro grupos de agentes, são mostrados a seguir (Tabela 6 – 9).

**Tabela 6 - Limiares de indiferença (q), preferência (p) e veto (v) referentes ao Grupo 1**

Limiares Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,040	0,079	0,158	0,020	0,039	0,078	0,036	0,072	0,143	0,022	0,045	0,089	0,050	0,101	0,201	0,051	0,102	0,204
PRE	0,008	0,015	0,031	0,026	0,052	0,104	0,015	0,030	0,059	0,042	0,083	0,166	0,005	0,009	0,018	0,002	0,004	0,008
BAR	0,022	0,044	0,089	0,012	0,024	0,048	0,012	0,023	0,046	0,008	0,015	0,030	0,015	0,030	0,059	0,025	0,050	0,101
LAZ	0,021	0,042	0,083	0,015	0,031	0,062	0,019	0,037	0,075	0,012	0,023	0,046	0,026	0,053	0,105	0,020	0,040	0,080
CAT	0,010	0,020	0,039	0,027	0,054	0,108	0,019	0,038	0,076	0,017	0,034	0,068	0,004	0,008	0,016	0,002	0,003	0,006

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 7 - Limiares de indiferença (q), preferência (p) e veto (v) referentes ao Grupo 2**

Limiares Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,030	0,059	0,119	0,020	0,040	0,080	0,034	0,067	0,134	0,008	0,017	0,034	0,046	0,093	0,186	0,045	0,089	0,179
PRE	0,017	0,034	0,068	0,019	0,038	0,076	0,013	0,026	0,052	0,043	0,085	0,171	0,013	0,026	0,052	0,012	0,023	0,046
BAR	0,019	0,038	0,077	0,016	0,031	0,062	0,020	0,040	0,080	0,014	0,027	0,054	0,016	0,033	0,066	0,018	0,035	0,070
LAZ	0,028	0,056	0,112	0,024	0,049	0,098	0,019	0,038	0,077	0,010	0,019	0,038	0,022	0,044	0,089	0,019	0,037	0,075
CAT	0,006	0,012	0,025	0,021	0,042	0,083	0,014	0,028	0,056	0,026	0,052	0,104	0,002	0,004	0,008	0,008	0,015	0,030

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 8 - Limiares de indiferença (q), preferência (p) e veto (v) referentes ao Grupo 3**

Limiares Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,032	0,064	0,128	0,017	0,034	0,067	0,045	0,091	0,182	0,027	0,053	0,106	0,031	0,063	0,126	0,046	0,092	0,183
PRE	0,015	0,030	0,059	0,019	0,039	0,078	0,004	0,007	0,015	0,039	0,078	0,156	0,010	0,021	0,042	0,006	0,013	0,026
BAR	0,010	0,020	0,040	0,013	0,025	0,051	0,014	0,028	0,057	0,015	0,029	0,058	0,011	0,022	0,043	0,017	0,033	0,067
LAZ	0,028	0,057	0,114	0,018	0,037	0,073	0,011	0,022	0,044	0,012	0,024	0,049	0,046	0,091	0,182	0,030	0,060	0,120
CAT	0,015	0,030	0,059	0,033	0,066	0,131	0,026	0,052	0,103	0,008	0,015	0,030	0,002	0,004	0,008	0,001	0,002	0,004

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 9 - Limiares de indiferença (q), preferência (p) e veto (v) referentes ao Grupo 4**

Limiares Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,035	0,069	0,138	0,018	0,035	0,070	0,037	0,075	0,149	0,023	0,045	0,090	0,034	0,069	0,138	0,035	0,070	0,139
PRE	0,008	0,017	0,033	0,016	0,032	0,065	0,005	0,010	0,019	0,039	0,077	0,155	0,007	0,013	0,026	0,005	0,010	0,021
BAR	0,005	0,009	0,018	0,011	0,022	0,045	0,008	0,016	0,031	0,010	0,020	0,039	0,013	0,025	0,050	0,022	0,045	0,090
LAZ	0,040	0,080	0,160	0,033	0,066	0,133	0,020	0,040	0,080	0,013	0,026	0,051	0,038	0,075	0,150	0,027	0,054	0,108
CAT	0,013	0,025	0,050	0,022	0,044	0,088	0,030	0,060	0,121	0,016	0,032	0,065	0,009	0,018	0,036	0,010	0,021	0,042

Fonte: Elaboração própria

### 4.1.3. Índice de concordância

O índice de concordância geral para cada par de ações avaliada é calculado a partir dos índices de concordância por critério. As Figuras 14 – 17 mostram as matrizes de índice de concordância geral para os quatro grupos de agentes.

	TUR	PRE	BAR	LAZ	CAT
TUR	1	0.56	1	1	0.6
PRE	0.44	1	0.49	0.44	0.82
BAR	0	0.51	1	0.23	0.51
LAZ	0	0.56	0.9	1	0.56
CAT	0.4	0.87	0.49	0.49	1

**Figura 14** - Matriz de índice de concordância para o Grupo 1

Fonte: ELECTRE III

	TUR	PRE	BAR	LAZ	CAT
TUR	1	0.94	0.94	0.59	0.94
PRE	0.45	1	0.61	0.058	1
BAR	0.058	0.55	1	0.24	0.55
LAZ	0.67	0.94	0.94	1	0.94
CAT	0.45	0.55	0.45	0.16	1

**Figura 15** - Matriz de índice de concordância para o Grupo 2

Fonte: ELECTRE III

	TUR	PRE	BAR	LAZ	CAT
TUR	1	0.76	1	0.83	0.61
PRE	0.42	1	0.82	0.42	0.49
BAR	0	0.35	1	0.14	0.26
LAZ	0.74	0.97	0.86	1	0.49
CAT	0.39	0.74	0.74	0.51	1

**Figura 16** - Matriz de índice de concordância para o Grupo 3

Fonte: ELECTRE III

	TUR	PRE	BAR	LAZ	CAT
TUR	1	0.91	1	0.59	0.7
PRE	0.39	1	0.61	0.091	0.091
BAR	0	0.39	1	0	0.3
LAZ	0.67	0.91	1	1	0.82
CAT	0.3	0.91	0.7	0.18	1

**Figura 17** - Matriz de índice de concordância para o Grupo 4

Fonte: ELECTRE III

#### 4.1.4. Índice de discordância

Ao contrário do índice de concordância, não existe o cálculo da matriz geral de índice de discordância na metodologia ELECTRE III, Este índice é calculado apenas para cada critério.

#### 4.1.5. Matriz de credibilidade

A matriz de credibilidade é calculada a partir dos índices de concordância e discordância. As Figuras 18 – 21 mostram as matrizes referentes a cada grupo de agentes.

	TUR	PRE	BAR	LAZ	CAT
TUR	1	0	1	1	0.11
PRE	0	1	0	0	0.82
BAR	0	0	1	0	0
LAZ	0	0	0.9	1	0
CAT	0	0	0	0	1

**Figura 18** - Matriz de credibilidade para o Grupo 1

Fonte: ELECTRE III

	TUR	PRE	BAR	LAZ	CAT
TUR	1	0	0	0.59	0
PRE	0	1	0	0	1
BAR	0	0	1	0	0
LAZ	0	0	0	1	0
CAT	0	0	0	0	1

**Figura 19** - Matriz de credibilidade para o Grupo 2

Fonte: ELECTRE III

	TUR	PRE	BAR	LAZ	CAT
TUR	1	0	1	0	0
PRE	0	1	0	0	0
BAR	0	0	1	0	0
LAZ	0	0	0.86	1	0
CAT	0	0	0	0	1

**Figura 20** - Matriz de credibilidade para o Grupo 3

Fonte: ELECTRE III

	TUR	PRE	BAR	LAZ	CAT
TUR	1	0	1	0	0.7
PRE	0	1	0	0	0
BAR	0	0	1	0	0
LAZ	0	0	1	1	0
CAT	0	0	0	0	1

**Figura 21** - Matriz de credibilidade para o Grupo 4

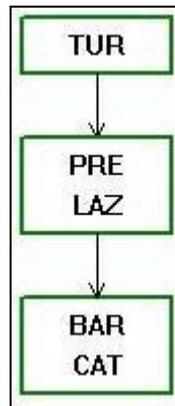
Fonte: ELECTRE III

#### 4.1.6. Destilação descendente

A destilação descendente é realizada a partir da matriz de credibilidade, Neste tipo de destilação, a “melhor” alternativa é desconsiderada e uma nova análise é feita

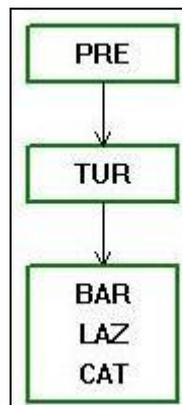
com as demais alternativas a fim de ordenar as demais. O procedimento é repetido até se esgotarem as possibilidades.

As Figuras 22 – 25 mostram o esquema gráfico final das destilações referentes a cada grupo de agentes.



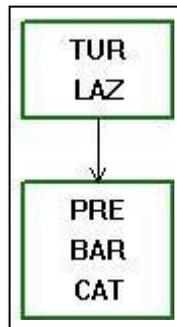
**Figura 22** - Destilação descendente referente ao Grupo 1

Fonte: ELECTRE III



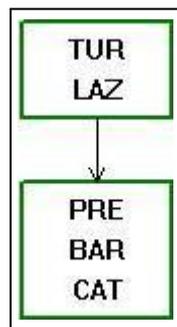
**Figura 23** - Destilação descendente referente ao Grupo 2

Fonte: ELECTRE III



**Figura 24** - Destilação descendente referente ao Grupo 3

Fonte: ELECTRE III

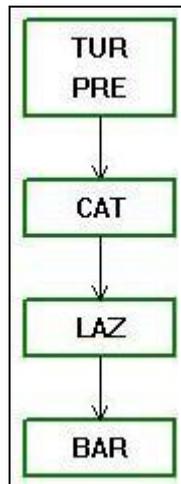


**Figura 25** - Destilação descendente referente ao Grupo 4

Fonte: ELECTRE III

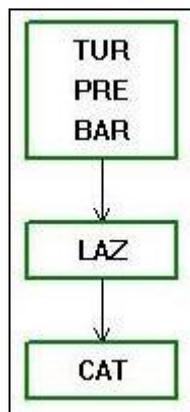
#### **4.1.7. Destilação ascendente**

Ao contrário da destilação descendente, a destilação ascendente caracteriza-se por desconsiderar a “pior” alternativa. Em seguida, uma nova análise é feita com as demais alternativas a fim de ordenar as demais. O procedimento é repetido até se esgotarem as possibilidades. Os gráficos das destilações referentes a cada uma dos quatro grupos de agentes podem ser observados nas Figuras 26 – 29.



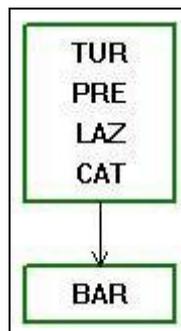
**Figura 26** - Destilação ascendente referente ao Grupo 1

Fonte: ELECTRE III



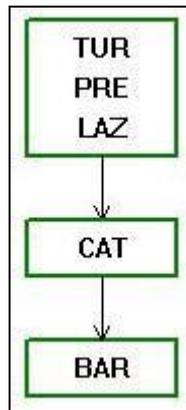
**Figura 27** - Destilação ascendente referente ao Grupo 2

Fonte: ELECTRE III



**Figura 28** - Destilação ascendente referente ao Grupo 3

Fonte: ELECTRE III



**Figura 29** - Destilação ascendente referente ao Grupo 4

Fonte: ELECTRE III

#### 4.1.8. Pré-ordenamento final

Nas Figura 30 - 33 temos as matrizes de pré-ordenamento final, onde é possível observar as relações de indiferença (I), preferência fraca (P<sup>-</sup>), preferência estrita (P) e incomparabilidade (R) entre as alternativas.

	TUR	PRE	BAR	LAZ	CAT
TUR	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
PRE	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
BAR	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>
LAZ	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>R</b>
CAT	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>I</b>

**Figura 30** - Matriz de pré-ordenamento final referente ao Grupo 1

Fonte: ELECTRE III

	TUR	PRE	BAR	LAZ	CAT
TUR	<b>I</b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
PRE	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
BAR	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
LAZ	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>	<b>P</b>
CAT	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>

**Figura 31** - Matriz de pré-ordenamento final referente ao Grupo 2

Fonte: ELECTRE III

	TUR	PRE	BAR	LAZ	CAT
TUR	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>P</b>
PRE	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>
BAR	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>
LAZ	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>P</b>
CAT	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>

**Figura 32** - Matriz de pré-ordenamento final referente ao Grupo 3

Fonte: ELECTRE III

	TUR	PRE	BAR	LAZ	CAT
TUR	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>P</b>
PRE	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P</b>
BAR	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>
LAZ	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>P</b>
CAT	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>P</b>	<b>P<sup>-</sup></b>	<b>I</b>

**Figura 33** - Matriz de pré-ordenamento final referente ao Grupo 4

Fonte: ELECTRE III

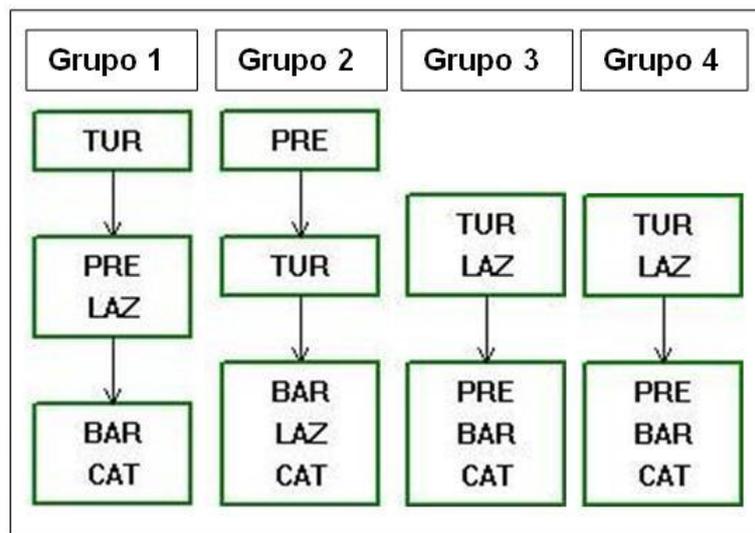
#### 4.2. A análise dos resultados

No tocante à destilação descendente, observa-se na Figura 34 que a alternativa ecoturismo é a preferida pelo Grupo 1 dentro dos critérios analisados. Em seguida vem pesca recreativa e lazer nas margens do reservatório, que são indiferentes entre si.

Posteriormente temos as alternativas passeio e transporte lacustre e criação de peixes em cativeiro, Não houve preferência entre elas.

Para o Grupo 2, a destilação descendente mostrou-se um pouco diferente da destilação relativa ao Grupo 1. A alternativa pesca recreativa foi preferida dentre as demais, seguida pela modalidade ecoturismo. Passeio e transporte lacustre, lazer nas margens do reservatório e criação de peixes de cativeiro não apresentaram diferenças entre si.

Ambos os Grupos 3 e 4 apresentaram resultados iguais nas destilações descendentes. Ecoturismo e lazer nas margens do reservatório foram as alternativas preferidas por esses grupos e apresentaram indiferença entre si. Ainda para esses dois grupos, não houve preferências entre as alternativas pesca recreativa, passeio e transporte lacustre e criação de peixes de cativeiro.



**Figura 34** - Resultado das destilações descendentes para os Grupos 1, 2, 3 e 4

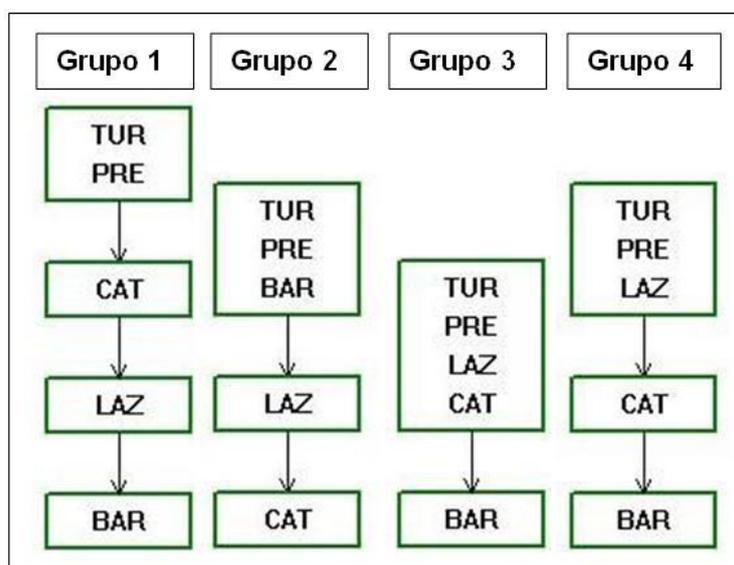
Fonte: ELECTRE III

O resultado da destilação ascendente (Figura 35) mostrou que para o Grupo 1, as alternativas preferíveis são ecoturismo e pesca recreativa. Posteriormente vem criação de peixes de cativeiro, lazer nas margens do reservatório e passeio e transporte lacustre.

Para o Grupo 2, assim como no Grupo 1, ecoturismo e pesca recreativa estão entre as melhores alternativas, incluindo passeio e transporte lacustre. Estas não apresentam preferência entre si. A seguir estão lazer nas margens do reservatório e depois criação de peixes de cativeiro.

O Grupo 3 apresenta quatro alternativas consideradas indiferentes entre si, São elas: ecoturismo, pesca recreativa, lazer nas margens do reservatório e criação de peixes de cativeiro, Percebe-se que a alternativa menos privilegiada para este grupo é passeio e transporte lacustre.

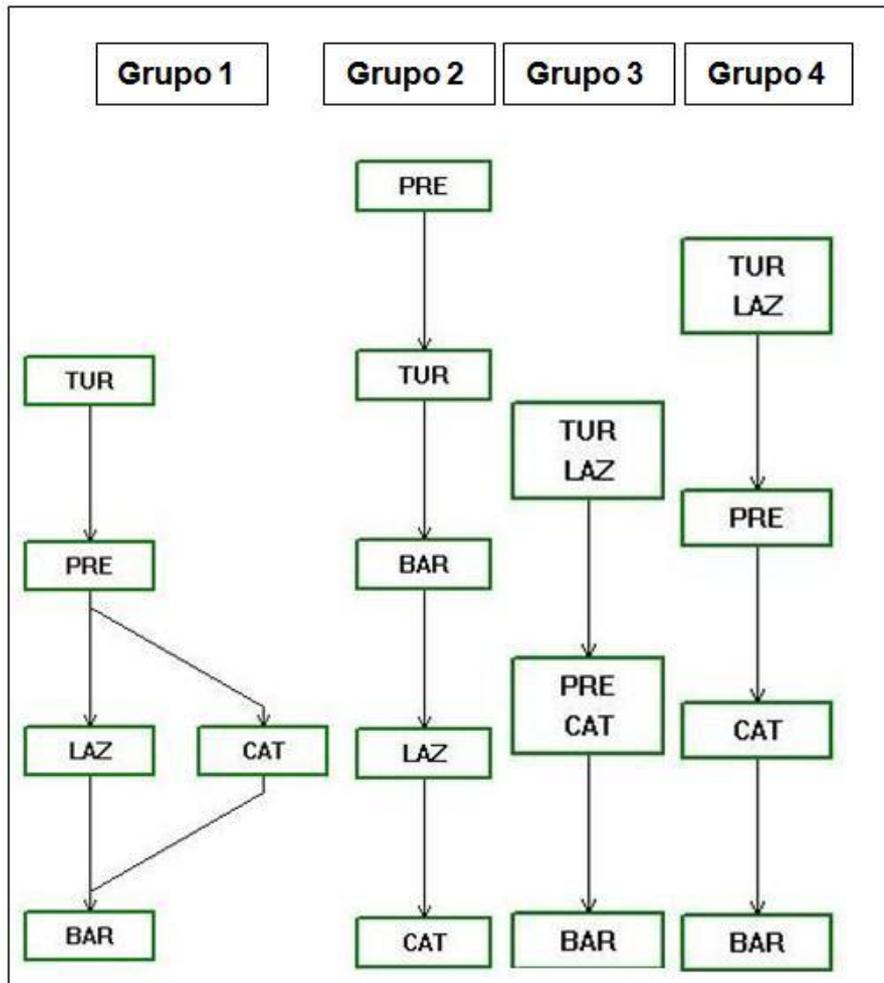
Não houve diferença entre ecoturismo, pesca recreativa e lazer nas margens do reservatório na destilação ascendente relativa ao Grupo 4. Posteriormente vem a criação de peixes de cativeiro seguida por passeio e transporte lacustre.



**Figura 35** - Resultado das destilações ascendentes para os Grupos 1, 2, 3 e 4

Fonte: ELECTRE III

A partir dos cálculos das destilações descendente e ascendente, é obtido o ordenamento final das alternativas de acordo com os critérios selecionados. Seguem os resultados na Figura 36.



**Figura 36** - Resultado das destilações ascendentes para os Grupos 1, 2, 3 e 4

Fonte: ELECTRE III

De acordo com o ordenamento final das alternativas para os quatro grupos, é possível observar que ecoturismo é a modalidade de uso do reservatório preferível para os Grupos 1, 3 e 4, sendo que para estes dois últimos, é indiferente à alternativa lazer nas margens do reservatório. Para o Grupo 2, ecoturismo fica atrás apenas da modalidade pesca recreativa. Sendo assim, observa-se que ecoturismo manteve praticamente constante seu desempenho nos quatro grupos de agentes estudados.

Pesca recreativa obteve a segunda melhor colocação em todos os grupos analisados. Foi a modalidade preferível no Grupo 2. Já no Grupo 1, ficou atrás apenas da modalidade

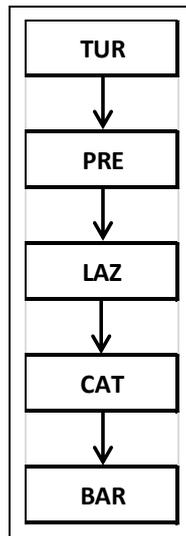
ecoturismo. Juntamente com a alternativa criação de peixes de cativeiro, ocupou a segunda colocação no Grupo 3. No Grupo 4, obteve a segunda colocação, perdendo apenas para ecoturismo e lazer, que são indiferentes entre si. Dessa maneira, o desempenho dessa alternativa pode ser considerado constante neste estudo.

A alternativa lazer nas margens do reservatório apresenta o terceiro melhor desempenho. Esta ocupa a primeira posição junto com ecoturismo no ordenamento final dos Grupos 3 e 4, No Grupo 1, está em terceiro lugar e é incomparável à modalidade criação de peixes de cativeiro, Sua pior colocação é no Grupo 2, onde ocupa a quarta posição.

Criação de peixes de cativeiro obteve o quarto lugar geral na classificação das alternativas. No Grupo 1, ocupou a terceira colocação, juntamente com lazer nas margens do reservatório, sendo incomparável a esta. Em relação à pesca recreativa, foi indiferente e ocupou a segunda colocação no Grupo 3. Já no Grupo 4, seu desempenho foi ligeiramente inferior, caindo para o terceiro lugar dentre as alternativas listadas, Sua pior colocação se deu no Grupo 3, onde obteve o último lugar.

Passei o e transporte lacustre foi a modalidade com pior desempenho dentro dos critérios analisados. Esta modalidade de uso do reservatório ocupou a última colocação em três dos quatro grupos de agentes estudados, Seu melhor desempenho foi no Grupo 2, onde ocupou a terceira colocação.

Após essas análises, foi possível chegar ao ordenamento preferencial das modalidades de uso do reservatório da UHE Corumbá IV (Figura 37).

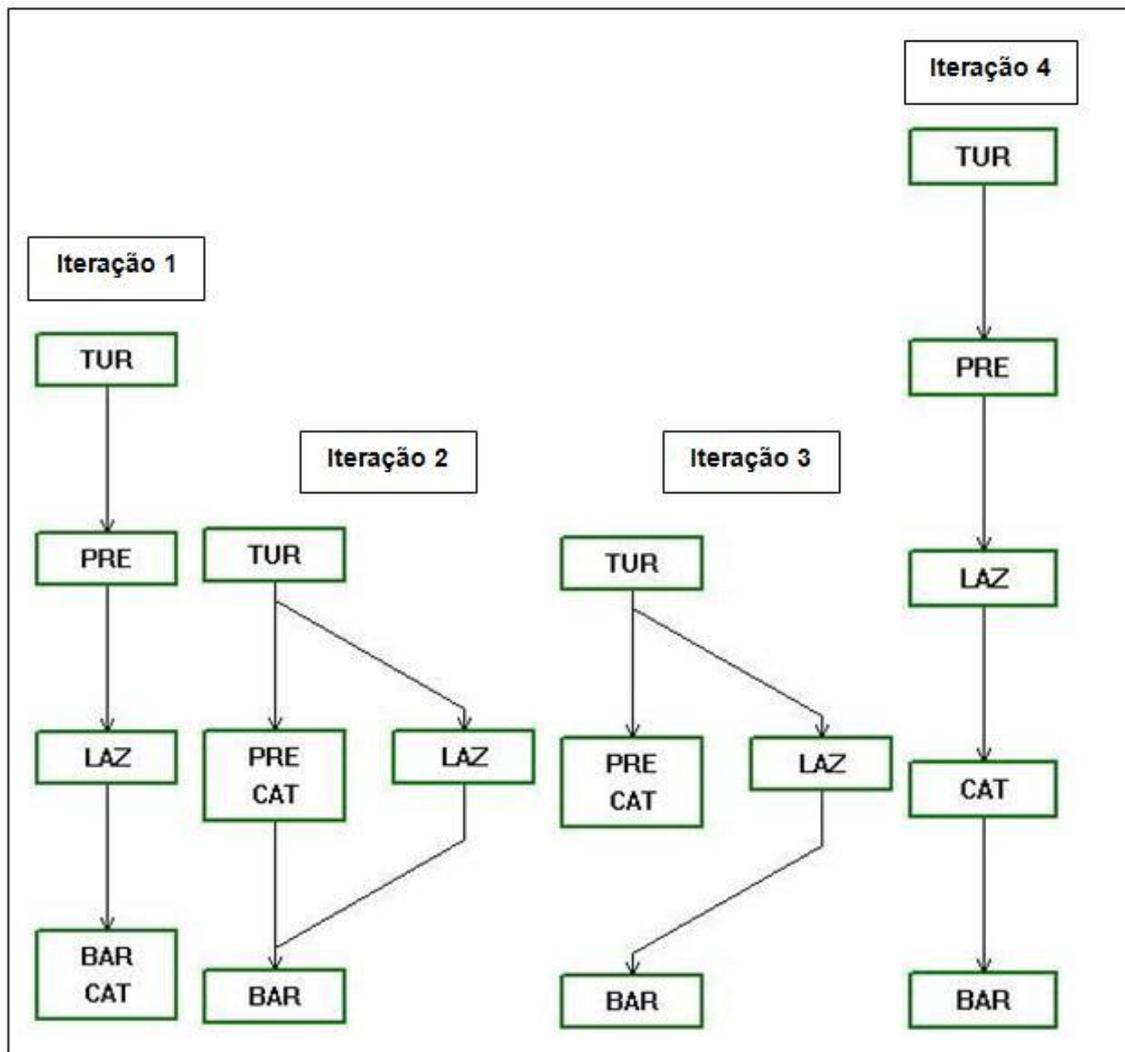


**Figura 37** - Ordenamento final preferencial dos Grupos 1, 2, 3 e 4

Fonte: Elaboração própria

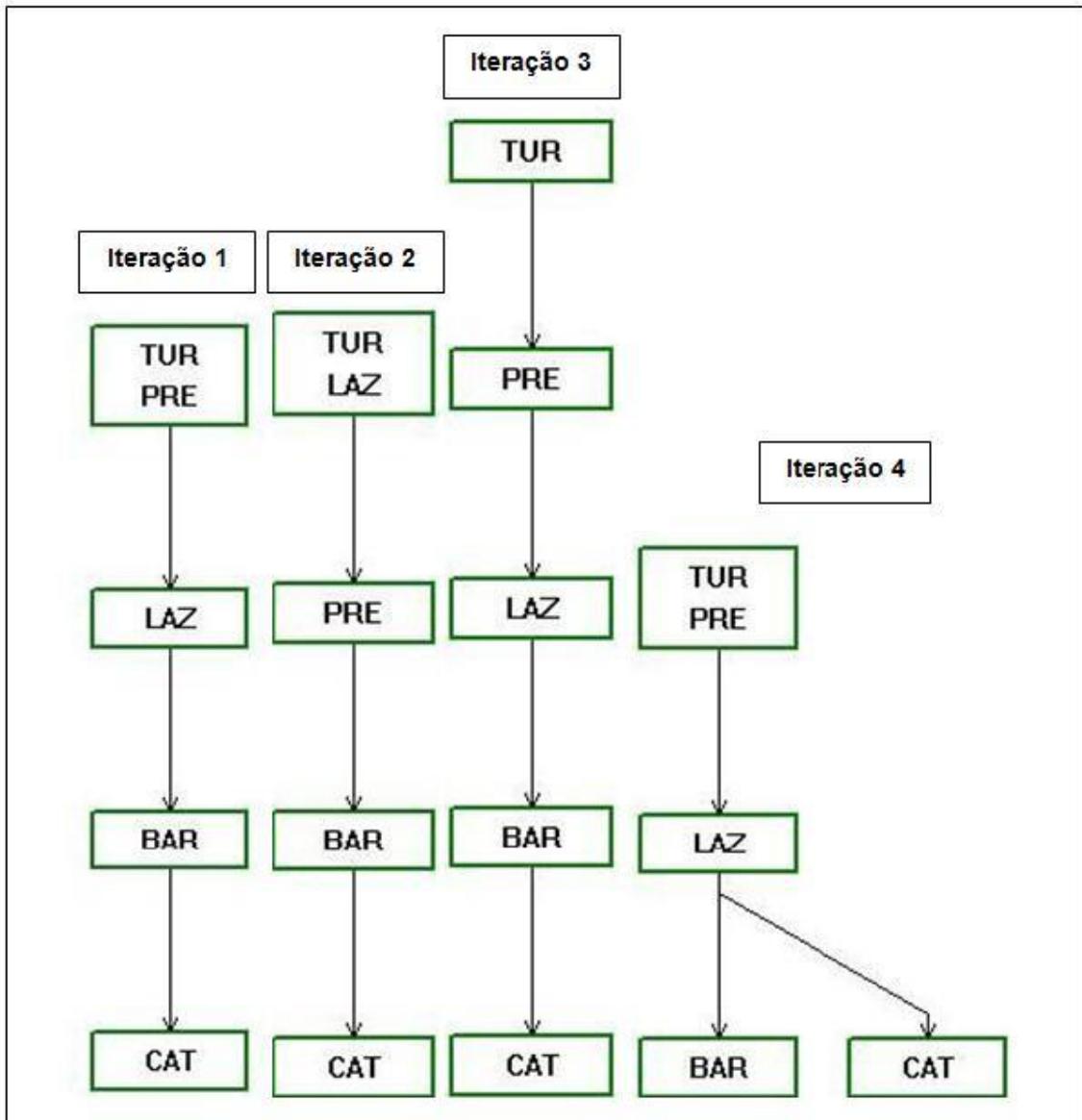
Após esses procedimentos, a fim de verificar se algumas equivalências formadas nas ordenações anteriores seriam desfeitas, foi feita a análise de sensibilidade, variando-se os limiares de indiferença (q), preferência (p) e veto (v) das alternativas em relação a cada critério para cada grupo de agentes (Apêndice A). Optou-se por não alterar os pesos dos critérios, pois estes foram atribuídos pelos especialistas.

Ao todo foram feitas mais quatro iterações com a variação dos limiares para cada grupo, O resultado das iterações para os grupos pode ser observado nas Figuras 38 – 41.



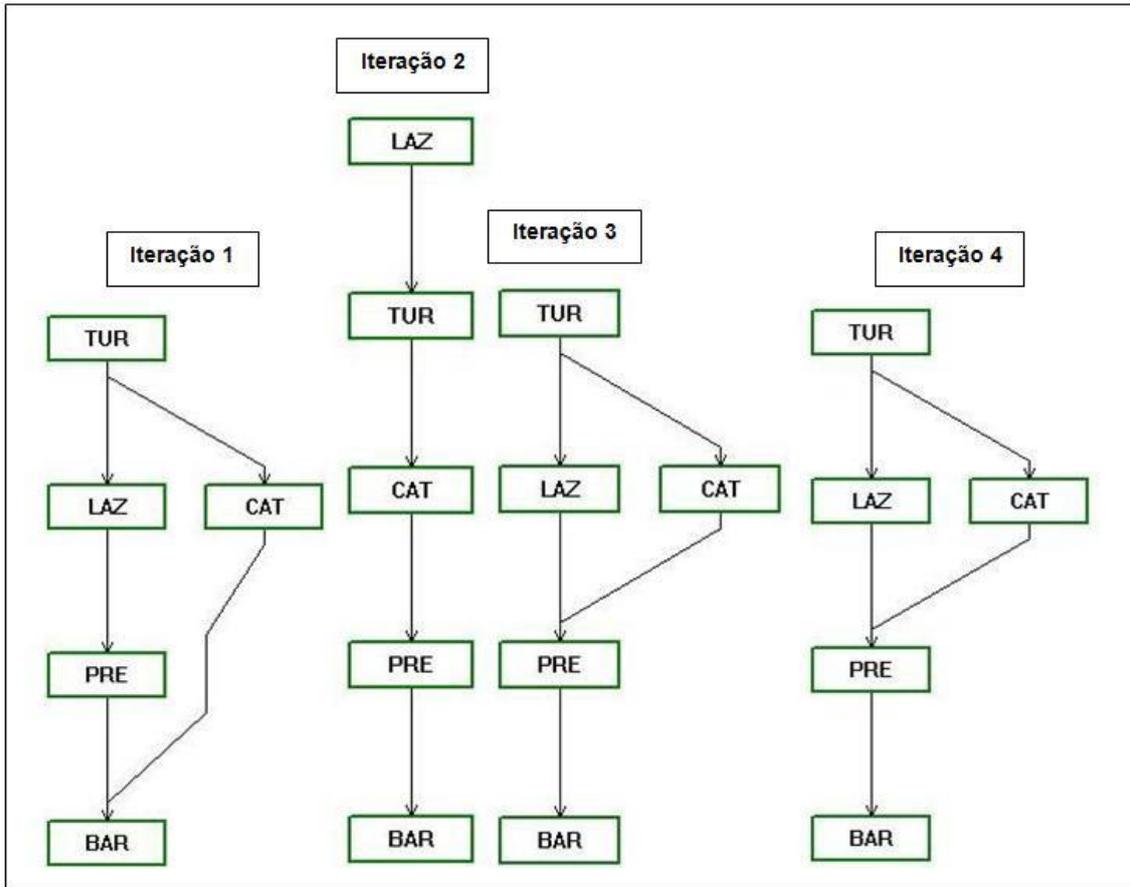
**Figura 38** - Análise de sensibilidade para o Grupo 1

Fonte: ELECTRE III



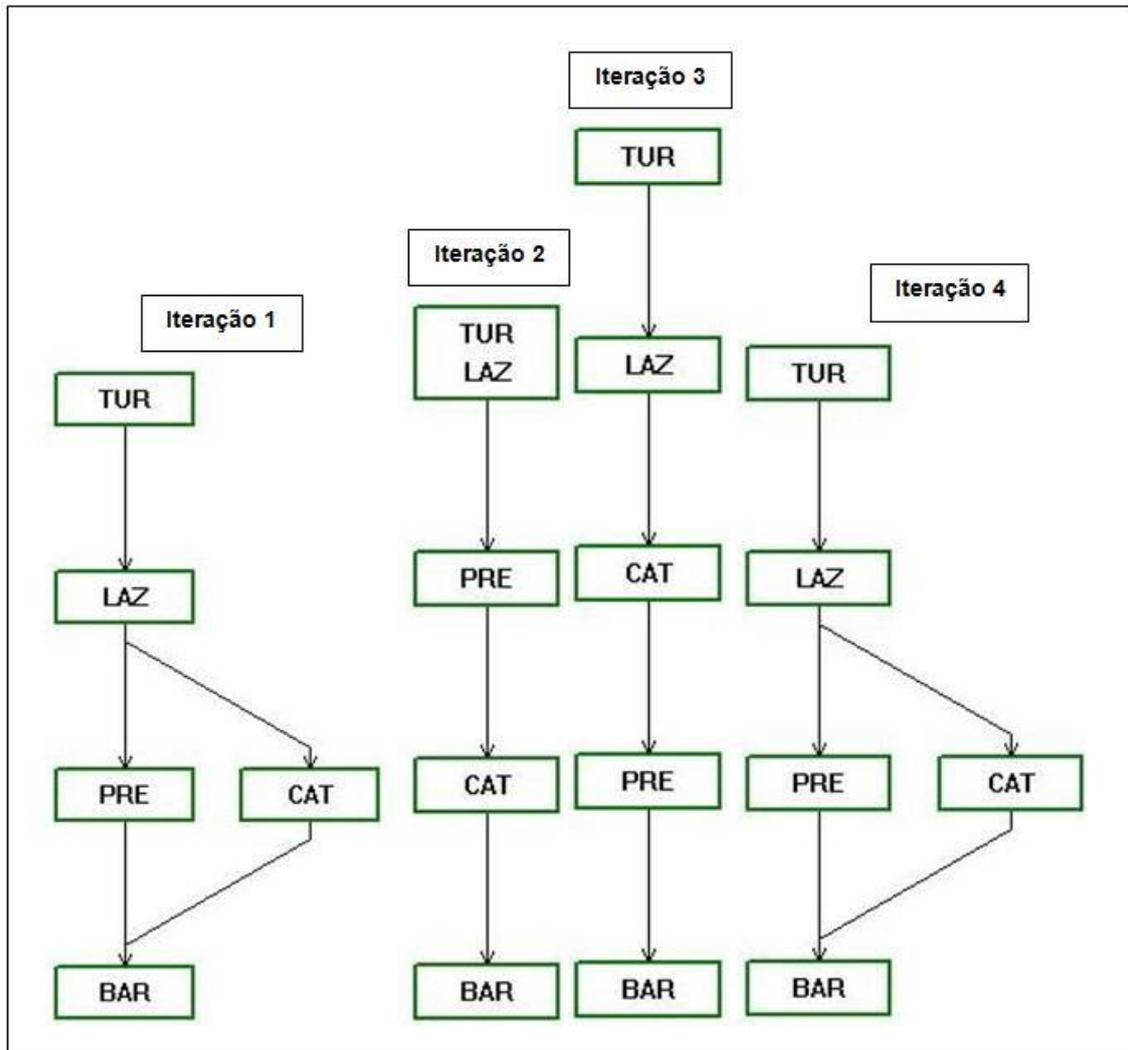
**Figura 39** - Análise de sensibilidade para o Grupo 2

Fonte: ELECTRE III



**Figura 40** - Análise de sensibilidade para o Grupo 3

Fonte: ELECTRE III



**Figura 41** - Análise de sensibilidade para o Grupo 4

Fonte: ELECTRE III

As análises de sensibilidade mostram que há coerência com o ordenamento final sugerido (Figura 37). Houve poucas alterações nos novos ordenamentos. Tal fato mostra que mesmo com a alteração dos limiares para cada grupo, não ocorreu grandes mudanças nos ordenamentos nas modalidades de uso do reservatório da área de estudo.

A modalidade ecoturismo, no geral, ficou em primeiro lugar em todos os quatro grupos de gestores analisados. No Grupo 2 (Figura 39), dividiu seu lugar de destaque com as modalidades pesca recreativa e lazer nas margens do reservatório, fato que caracteriza a relação de indiferença entre si.

Com a variação dos limiares, é possível observar que o Grupo 3 (Figura 40) apresentou maior incidência de relação de incomparabilidade entre as alternativas, e todas elas entre ocorreram entre as modalidades lazer nas margens do reservatório e criação de peixes de cativeiro. Mesmo assim, ecoturismo manteve-se como a alternativa preferida, enquanto passeio e transporte lacustre obteve o pior desempenho em todas as iterações. Nos demais casos, o ordenamento final seguiu sem grandes alterações.

### **4.3. Classificação das alternativas**

No método ELECTRE III, o ordenamento final das alternativas, de acordo com os critérios selecionados, é oriunda das destilações descendente e ascendente. Deste modo, a classificação final foi realizada conforme os seguintes diagnósticos.

- A modalidade ecoturismo obteve primeiro lugar nas duas pré-classificações, exceto na destilação descendente do Grupo 2, onde ficou em segundo lugar. Nas destilações ascendentes, foi indiferente, principalmente, a lazer nas margens do reservatório e pesca recreativa. Tais fatos não alteraram sua classificação final.
- Pesca recreativa foi classificada como segunda colocada no ordenamento final, no entanto, na pré-classificação descendente, ela foi indiferente principalmente à criação de peixes em cativeiro e lazer nas margens do reservatório. Na destilação ascendente, obteve destaque uma vez, no Grupo 2.
- Com desempenho um pouco inferior à pesca recreativa, a alternativa lazer nas margens do reservatório manteve-se estável na avaliação por grupos e obteve a terceira classificação. Na destilação descendente, obteve a primeira colocação, juntamente com ecoturismo, nos Grupos 3 e 4. No Grupo 1 foi indiferente à pesca recreativa e no Grupo 2, indiferente a passeio e transporte lacustre e criação de peixes de cativeiro. Quanto à destilação ascendente, alcançou o

terceiro e o segundo lugar nos Grupos 1 e 2, respectivamente. Estabeleceu relação de indiferença principalmente com as modalidades ecoturismo e pesca recreativa nos Grupos 3 e 4.

- A alternativa criação de peixes de cativeiro foi a modalidade com o segundo pior desempenho em relação às demais, enquanto passeio e transporte lacustre foi a que obteve pior classificação dentre as alternativas. Na destilação descendente, mostrou-se indiferente, principalmente à criação de peixes de cativeiro. Isso é claro em todos os quatro grupos de agentes. Nas destilações ascendentes, obteve o pior desempenho dentre os Grupos 1, 3 e 4.

Para no Grupo 1, quando analisamos a matriz de credibilidade (Figura 18), a modalidade ecoturismo supera as demais. Consequentemente, dizer que há credibilidade na afirmação TURSLAZ (modalidade ecoturismo é no mínimo tão boa quanto lazer nas margens do reservatório), pois esta obteve valor de credibilidade máximo, ou seja, 1,00. A afirmação contrária apresentou valor igual a 0,00. A mesma relação ocorreu entre as alternativas ecoturismo e passeio e transporte lacustre. As relações PRESCAT e CATSPRE apresentaram, respectivamente, credibilidade 0,82 e 0,00. A alternativa lazer nas margens do reservatório supera passeio e transporte lacustre, ou seja, a afirmação LAZSBAR possui valor de credibilidade 0,90 enquanto BARSLAZ é igual a 0,00.

No Grupo 2, (Figura 19) a modalidade ecoturismo também se destaca, porém não com a mesma intensidade que no Grupo 1. A afirmação TURSLAZ possui credibilidade 0,59, enquanto LAZSTUR apresentou valor nulo, Pesca recreativa

supera a modalidade criação de peixes de cativeiro, A afirmação PRESCAT, cujo valor de credibilidade foi 1,00, teve sua afirmação contrária igual a 0,00.

No Grupo 3, (Figura 20) a afirmação TURSBAR possui valor de credibilidade 1,00, enquanto a contrária é nula. Passeio e transporte lacustre também é superada pela modalidade lazer nas margens do reservatório, LAZSBAR, cujo valor de credibilidade é 0,86 e possui valor nulo quando a afirmação é BARSLAZ.

Novamente a modalidade de uso ecoturismo se sobrepõe quando observamos o Grupo 4 (Figura 21). As afirmações TURSBAR e TURSCAT possuem credibilidade 1,00 e 0,70, respectivamente. As afirmativas contrárias possuem credibilidade igual a 0,00.

As matrizes dos índices de concordância e discordância, juntamente com a análise de sensibilidade, confirmam os diagnósticos deste estudo.

A classificação final para cada grupo de agentes pode ser observada no Quadro 17.

**Quadro 17** - Classificação final das modalidades de uso por grupos de agentes

<b>Classificação das modalidades de uso</b>	<b>Grupo 1</b> Empreendedores e prestadores de serviços	<b>Grupo 2</b> Gestores públicos federal e estadual, agências e ONGs	<b>Grupo 3</b> População linceira e visitantes	<b>Grupo 4</b> Gestores públicos e municipais
<b>1º lugar</b>	Ecoturismo	Ecoturismo	Ecoturismo	Ecoturismo
<b>2º lugar</b>	Pesca recreativa	Pesca recreativa	Lazer nas margens do reservatório	Lazer nas margens do reservatório
<b>3º lugar</b>	Lazer nas margens do reservatório	Lazer nas margens do reservatório	Criação de peixes de cativeiro	Pesca recreativa
<b>4º lugar</b>	Criação de peixes de cativeiro	Passeio e transporte lacustre	Pesca recreativa	Criação de peixes de cativeiro
<b>5º lugar</b>	Passeio e transporte lacustre	Criação de peixes de cativeiro	Passeio e transporte lacustre	Passeio e transporte lacustre

Fonte: Elaboração própria

É possível afirmar que os resultados obtidos são coerentes com as expectativas da pesquisa. No geral, observa-se que todos os grupos de agentes possuem preferências similares entre si; a começar pela modalidade ecoturismo. Esta é a preferida de todos os

grupos que possuem interesses no uso das águas do reservatório da UHE Corumbá IV. Para os Grupos 1 e 2, a pesca recreativa obteve a segunda colocação no ordenamento final, enquanto lazer nas margens do reservatório foi eleita a segunda modalidade preferível para os Grupos 3 e 4. A modalidade passeio e transporte lacustre obteve o pior desempenho nos Grupos 1, 3 e 4.

A alternativa de uso que ficou em primeiro lugar na preferência foi o turismo, contudo se esta prática não for realizada visando conter qualquer tipo de poluição (por esgoto *in natura* e lixo sólido), ela pode comprometer o setor de piscicultura (segundo uso em prioridade na árvore de hierarquização) ao afetar a população de peixes do local.

## 5. CONCLUSÕES

O uso múltiplo de reservatórios tem por proposta o aproveitamento de suas águas para diversas finalidades, além da geração de energia elétrica. No entanto, algumas vezes, as modalidades de uso não são compatíveis entre si e podem se tornar até conflitantes. Desta forma, esse trabalho teve a proposta de contribuir neste sentido. Seu objetivo foi, mediante a utilização da análise multicritério, estabelecer a hierarquização das modalidades de uso das águas de reservatórios artificiais a partir de uma lista de benefícios identificados, à luz do entendimento e dos interesses dos grupos de agentes locais. Sendo assim, cabem algumas observações.

- A aplicação da metodologia proposta possibilitou o ordenamento das modalidades de uso do reservatório artificial da UHE Corumbá IV.
- As alternativas e os critérios selecionados pelos agentes, por meio de entrevistas em profundidade e a aplicação de questionário, mostraram-se adequados para o estudo. Estes abrangeram aspectos que podem mitigar os impactos ambientais, sociais e econômicos oriundos das construções de empreendimentos hidrelétricos. Vale ressaltar que pesquisas de campo apresentam grande viés, pois se trata da opinião (visão) do empreendedor, que não é necessariamente visão do restante da população.
- Aplicar questionários e realizar pesquisas em profundidade requer que o entrevistador tenha habilidade de expor, com bastante clareza, perguntas e questões, utilizando exemplos palpáveis e que façam parte da realidade da área de estudo. Além disso, por ser um processo repetitivo de comparações, é preciso enfatizar, a cada rodada, qual critério está sendo tratado para a avaliação de cada alternativa.

- Apesar dos conflitos gerados pela inundação de grandes áreas em decorrência da implantação de reservatórios artificiais, o aproveitamento de suas águas pode gerar benefícios à região no seu entorno, como promover o desenvolvimento sustentável da localidade, geração de renda, entre outros.
- É importante que haja incentivos governamentais para que programas de aproveitamento de águas sejam executados, considerando também os anseios e necessidades da população lindeira.
- As modalidades de uso apontadas como preferidas foram ecoturismo, pesca recreativa e lazer nas margens do reservatório. A escolha por atividades que proporcionam opções de lazer, geração de renda, redução de problemas oriundos do lançamento de esgoto *in natura* nas águas e às margens do rio, recuperação da mata ciliar e repovoamento do lago com peixes estão de acordo com as necessidades consideradas prioritárias na região. (Quadro 6)
- Devido à crescente demanda energética no País e necessidade de ampliação do parque hidrelétrico, é importante investir em políticas de aproveitamento múltiplo. Conseqüentemente, fazer diagnósticos das regiões a serem afetadas por esse tipo de empreendimento é de grande importância, a fim de que um plano de operação do sistema de geração de energia compatibilize os diversos usos que poderão existir.
- O uso de metodologias de AMD tem se mostrado eficiente nos processos decisórios, pois envolvem aplicações destinadas ao ordenamento de uma série de alternativas possíveis, permitindo a identificação e seleção do melhor curso de ação. Outro aspecto vantajoso é que elas consideram uma grande variedade de

critérios independentemente do tipo de dados (quantitativos ou qualitativos) e da escala de medida.

- Em relação ao uso do ELECTRE III, pode-se dizer que seu uso foi satisfatório neste trabalho por ser um método de aplicação robusta e por gerar os resultados numa disposição clara. A estruturação de uma decisão segundo esta metodologia orienta a analisar todas as alternativas à luz de cada critério.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. “Monitoramento hidrológico no setor elétrico”. Brasília. ANA, 2010 Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoeshidrologicas/monitoramentohidro.aspx>> Acesso em 25 jul. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. “Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil”. Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2011/Conjuntura\\_2011.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2011/Conjuntura_2011.pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. “Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil”. Agência Nacional de Águas (ANA). Brasília, ANA, 2010. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2010/ConjunturaDosRecursosHidricosNoBrasil2010.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. “a navegação interior e sua interface com o setor de recursos hídricos no brasil e aproveitamento do potencial hidráulico para geração de energia no Brasil”. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, SPR, 2007. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2007/ANavegacaoInteriorESuaInterface.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. “Diagnóstico da outorga de direito de uso de recursos hídricos no Brasil, e, Fiscalização dos usos de recursos hídricos no Brasil”. Brasília: ANA, 2007. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2007/DiagnosticoDaOutorgaDeDireitoDeUso.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2012.

ALMEIDA, A. T. “O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio a decisão”. Recife. Editora Universitária. 2011.

ALMEIDA, A. T.; COSTA, A. P. C. S. “Aplicações com métodos multicritério de apoio à decisão”. Recife: Editora Universitária, v. 1. 154 p. 2003.

ARMSTRONG, J.S., “Long-range planning: from crystal ball to computer”, New York: John Wiley & Sons, 1985.

Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/novo/publicacoes\\_art.php](http://www.abrh.org.br/novo/publicacoes_art.php)> Acesso em: 29 jul. 2012.

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2008. Anais. Brasília: ANPPAS, 2008.

BARBOSA, A. S. “Os impactos ambientais dos reservatórios”. Goiás, 2010. Disponível em: <[http://www.comiteps.sp.gov.br/docs/clip/20100806/04082010\\_Os\\_impactos\\_ambientais\\_dos\\_reservatorios\\_artificiais.pdf](http://www.comiteps.sp.gov.br/docs/clip/20100806/04082010_Os_impactos_ambientais_dos_reservatorios_artificiais.pdf)> Acesso em: 01 set. 2012.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 19 de julho de 1934. Institui o Código das Águas. Brasília, 1934. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bdec193424643.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2012.

BRASIL. Decreto - Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967. Dispõe sobre a proteção e estímulos à pesca e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=2550:\\_221.p&id=40&Itemid=331](http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=2550:_221.p&id=40&Itemid=331)>. Acesso em: 13 ago. 2012.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 2 de agosto 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. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em 07 ago. 2012.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de

Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9984.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm)>. Acesso em: 08 ago. 2012.

BRASIL. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Ministério da Saúde. Disponível em: <[http://www.abes-sp.org.br/arquivos/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://www.abes-sp.org.br/arquivos/portaria_518_2004.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2012.

BRASIL. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9984.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm)>. Acesso em: 10 ago. 2012.

BRASIL. Resolução Conama nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 09 ago. 2012.

BRASIL. Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em 10 ago. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. “Usos múltiplos”, 2005. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/UsosMultiplos>>. Acesso em: 30 jul. 2012.

BANA e COSTA, C.A. “Structuration, construction et exploitation d’un modele MCDA”. 1992. Tese (Doutorado) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal.

BOGGIA, A., ROCCHI, L., “Water use scenarios assessment using multicriteria analysis”, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 10.1002/mcda.457, Published online in Wiley Online Library, 2011.

BRUNA, G. C. “Água e ecoturismo”. In: REBOUÇAS, Aldo da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. 3 ed. São Paulo: Escritura, 2006. p. 461-478.

BUCHANAN, J.; SHEPPARD, P. & VANDERPOOTEN, D. “Project ranking using Electre III”. *Annual Conference Orsnz*. 1998.

CAMPOS, N.; STUDART, T. “Gestão das águas: princípios e práticas”. 2 ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001.

CARMO, R. L. “O conceito de qualidade de vida: uma primeira abordagem”. Campinas, SP: IFCH/UNICAMP, 1993.

CHANG, D. Y. “Applications of the extent analysis method on Fuzzy AHP”, *European Journal of Operational Research*, v,95, 1996, p, 649-655.

Companhia Energética de Brasília – CEB. Disponível em: <<http://www.ceb.com.br>> Acesso em: 03 set. 2012.

CORUMBÁ CONCESSÕES S.A.. “Plano Ambiental de Conservação e Uso de Reservatório Artificial”. Disponível em: <<http://www.corumbaconcessoes.com.br/br/pacuera2011.aspx>>. Acesso em 05 julho 2012.

COSTA, H. G. “An multicriteria approach to evaluate consumer satisfaction: a contribution to marketing”. VIII International Conference on Decision Support Systems (ISDSS’05). Porto Alegre, RS, Brasil: International Society of Decision Support Systems, 2005. 10 p. 2005.

COSTA, H. G.; MOTTA, S. S.; GUTIERREZ, R. H. “Avaliação da produção docente: abordagem multicritério pelo método ELECTRE II”. Anais do XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil. 2006.

CRUZ, H. C.; FABRIZY, N. L. P. “Impactos ambientais de reservatórios e perspectivas de uso múltiplo”. Revista Brasileira de Energia, v. 4, n. 1, 1995.

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: IV Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2008. Anais. Brasília: ANPPAS, 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’”. Dissertação (Mestrado). UFSC, Florianópolis, 1996. Disponível em: <[www.eps.ufsc.br/disserta97/fernandes](http://www.eps.ufsc.br/disserta97/fernandes)>. Acesso em: 03 set. 2012.

GARTNER, I. R. “Avaliação ambiental de projetos em bancos de desenvolvimento nacionais e multilaterais: evidências e propostas”. Brasília: Editora Universa, 2001.

GIANNOULIS, C. ISHIZAKA, A. “A Web-based decision support system with ELECTRE III for a personalized ranking of British universities. Decision Support Systems”. Science Direct, n. 48, p. 488-497, 2010.

GOMES, L. F. A. M. “Teoria da decisão”. Rio de Janeiro: Thomson, 2006. 132 p.

GOMES, L. F. M.; MOREIRA, A. M. M. “Da informação à tomada de decisão: agregando valor através dos métodos multicritério”. RECITEC, Recife, v. 2, n. 2, p. 17 - 139, 1998. Disponível em: <[www.fundaj.gov.br/rtec/res/res-001.html](http://www.fundaj.gov.br/rtec/res/res-001.html)>. Acesso em: 07 out. 2012.

GOMES, L. F. A. M.; SIMÕES GOMES, C. F.; ALMEIDA, A. T. “Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério”. 1ª ed. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C.. 1ª edição. “Tomada de decisão em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão”. São Paulo, SP: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GOMES, L. F. A. M. *et al.* “Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério”. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GONSALVES, L. C. “Um estudo das modalidades de uso de reservatórios artificiais usando a metodologia Fuzzy AHP aplicado na UHE Corumbá IV”. 2012. Monografia (Graduação) – Escola Politécnica – Curso de Engenharia de Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

HORA, H. M.; MANSUR, A. F. U.; VIEIRA, L. E. V.; COSTA, H. G.; ARÊAS, B. S. “Análise de sensibilidade nos métodos ELECTRE III - IV: um experimento com eliminação de alternativas”. Anais do XXVIII ENEGEP – Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2008.

HOUAISS, A. “Pequeno Dicionário Enciclopédico Koogan Larousse”. São Paulo: Larousse, 1979.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores Sociais Municipais. Rio de Janeiro, 2002.

INFANTE, C. E. D. C. “Análise *Triple Bottom Line* da Indústria de Petróleo & Gás com a aplicação do método ELECTRE III”. 2012. Tese (Doutorado) – Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

JANNUZZI, P. M. “Indicadores Sociais no Brasil: Conceitos, Fontes de Dados e Aplicações”. 2ª edição. Campinas, SP. Alínea. 2003.

JANNUZZI, P. M.; MIRANDA, W. L. de; SILVA, D. S. G. “Análise multicritério e tomada de decisão em políticas públicas: aspectos metodológicos, aplicativo operacional e aplicações”. *Informática Pública*, Rio de Janeiro: ano 11, p. 69 – 87, 2009.

LEAL, M. S.. “Gestão ambiental e recursos hídricos: princípios e aplicações”. Rio de Janeiro: Gráfica Barbero, 1998.

LEIDECKER, J.K. e BRUNO, A.V. “Identifying and using critical success factors”, Long Range Planning, v.17, 1984, pg. 23-32.

MALHOTRA, N. “Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada”, 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

MEIRELLES, C. L. A.; GOMES, L. F. A. M. “O apoio multicritério à decisão como instrumento de gestão do conhecimento: uma aplicação à indústria de refino de petróleo”. Pesquisa Operacional, Rio de Janeiro, v. 29, n. 2, ago. 2009.

MENDOZA, G. A.; MACOUN, P.; PRABHU, R.; SUKADRI, D.; PURNOMO, H.; HARTANTO, H. “Guidelines for applying multi-criteria analysis to the assessment of criteria and indicators”. Center for International Forestry Research, Jakarta, 1999. Disponível em: <[www.cifor.cgiar.org/acm/methods/toolbox9.html](http://www.cifor.cgiar.org/acm/methods/toolbox9.html)>. Acesso em: 12 setembro 2011.

MONTIBELLER, G.; GUMMER, H.; TUMIDEI, D.. (2006) “Combining scenario planning and multi-criteria decision analysis in practice”. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, London, n. 14, p. 5-20, 2006.

MULLER, A. C.. “Hidrelétricas, meio ambiente edesenvolvimento”. São Paulo. Makron Books, 1995.

MUNDA, G.; NIJKAMP P, Rietveld P. 1994. “Qualitative multicriteria evaluation for environmental management”. Ecological Economics 10: 97–112.

MUNDA G. – “Social multi-criteria evaluation for a sustainable economy. Operation Research and Decision Theory Series”, Springer, Heidelberg, New York, 2008, 227 pp. ISBN: 978-3-540-73702-5.

OLIVEIRA, E. F. C. C. de; CATÃO CURI, R.; FADLO CURI, W.. “Simulação da operação e estimativa dos benefícios sociais e econômicos do reservatório Coremas/Mãe d’Água sujeito a múltiplos usos”. In: “Água em quantidade e qualidade: o desafio do próximo milênio”. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 1999. CD-ROM.

PARDALOS, P. M.; SISKOS, Y.; ZOPOUNIDIS, C; Org. (1995) “Advances in multicriteria analysis”. Kluwer Academic Publishers.

PHILLIPI JR, A.; MALHEIROS, T. F. “Águas residuárias: visão de saúde pública e ambiental”. In: PHILIPPI JR, A. (ed). “Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável”. Barueri: Manoele, 2005. p. 186-187.

PIZZATO, L.; PIZZATO, R. (org). “Dicionário Socioambiental Brasileiro”. Curitiba: Tecnodata Educacional Ltda, 2009.

PRADO, R. B. “Manejo integrado de reservatórios destinados a uso múltiplo como perspectiva de recuperação da qualidade da água.” In: “Recursos hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado”. São Carlos: RiMa, 2002.

RODRIGUES, R. R. “Florestas Ciliares: Uma Discussão Nomenclatural das Formações Ciliares“. In RODRIGUES; R. R.; FILHO, H. F. L. (ed). “Matas Ciliares: conservação e recuperação“. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001 p. 91.

ROY, B.; BOYSSOU, D. “Méthodologie multicritère d’aide à la décision“. Paris, França: Ed. Economica, 1985.

ROY, B., BOUYSSOU, D., “Aide multicritère à la décision, Economica“. Paris, França, 1993.

SAATY, T. L., “The Analytic Hierarchy Process: Planning, priority setting, resource allocation“, McGraw-Hill, New York, Estados Unidos, 1980.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (org). “Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação”. 3 ed. São Paulo: Escritura, 2006. p. 545-578.

SETTI, A. A., *et al.* “Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos”. 2ª ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001.

SIMOS, J. “Evaluer’ impacts url’environnement”. 1. Ed. Bienne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 1990.

SOARES, S. R. “Análise multicritério com instrumento de gestão ambiental”. Dissertação (Mestrado). UFSC, Florianópolis, 2003. Disponível em: <[ww.ens.ufsc.br/~soares](http://ww.ens.ufsc.br/~soares)>. Acesso em: 02 nov. 2012.

SURESH, D. S.; BABU; NANDAKUMAR, V.; JOHN, B.; JAYAPRASAD, B. K.; PRARNOD, S. V. “Siltation analysis in the Neyyar reservoir and forest degradation in its catchment: a study from Kerala state, India”. *Environmental Geology*, n. 39, 2000.

TELLES, D. A. C.; GUIMARÃES, R. H. P. (coord). “Reuso da água: conceitos, teorias e práticas”. São Paulo: Blucher, 2007.

TELLES, D. A.; DOMINGUES, A. F. “Água na agricultura e pecuária”. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (org). “Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação”. 3 ed. São Paulo: Escritura, 2006. p. 325-365.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. “Gestão da água no Brasil”. Brasília: UNESCO, 2001. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001298/129870por.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2012.

TUNDISI, J. G. L. “Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos”. *Rev. USP*, São Paulo, n. 70, ago. 2006. Disponível em <[http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010399892006000300004&lng=pt&nrm=iso](http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010399892006000300004&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 25 jul. 2012.

VILAS BOAS, C. L. de. “O uso múltiplo de reservatórios”. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa. Anais... João Pessoa: ABRH, 2005. 1 CD.

VILAS BOAS, C. L. de . “Modelo multicritério de apoio à decisão aplicado ao uso múltiplo de reservatórios: estudo da barragem do Ribeirão João Leite”. 2006. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programda de Pós-Graduação em Gestão Econômica do Meio Ambiente, UnB, Brasília.

VINCKE, P.”Multicriteria decision-aid”. 1ed. John Wiley & Sons Ltd. England. 1992.

VICKERS, B., “Using GDSS to examine the future European automobile industry. futures”, v.24, 1992, p. 789-812.

VOJTĚCH BROŽA, LADISLAV VOTRUBA, (1989). “Water management in reservoirs”. Elsevier Publishing Company. p. 19. ISBN 0-444-98933.

WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA. “Revisão do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório do Aproveitamento – PACUERA da UHE Corumbá IV”. 2007.

## APÊNDICE A – Análise de sensibilidade

### a) Análise de sensibilidade Grupo 1 – primeira iteração

Limiares												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
q	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05
p	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08
v	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1

Limiares Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,090	0,159	0,258	0,070	0,119	0,178	0,086	0,152	0,243	0,072	0,125	0,009	0,100	0,181	0,301	0,101	0,182	0,304
PRE	0,058	0,095	0,131	0,076	0,132	0,204	0,065	0,110	0,159	0,092	0,163	0,017	0,055	0,089	0,118	0,052	0,084	0,108
BAR	0,072	0,124	0,189	0,062	0,104	0,148	0,062	0,103	0,146	0,058	0,095	0,003	0,065	0,110	0,159	0,075	0,130	0,201
LAZ	0,071	0,122	0,183	0,065	0,111	0,162	0,069	0,117	0,175	0,062	0,103	0,005	0,076	0,133	0,205	0,070	0,120	0,180
CAT	0,060	0,100	0,139	0,077	0,134	0,208	0,069	0,118	0,176	0,067	0,114	0,007	0,054	0,088	0,116	0,052	0,083	0,106

### b) Análise de sensibilidade Grupo 1 – segunda iteração

Limiares												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
q	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0
p	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0
v	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-

Limiares Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,040	0,079	-	0,020	0,039	-	0,036	0,072	-	0,022	0,045	-	0,050	0,101	-	0,051	0,102	-
PRE	0,008	0,015	-	0,026	0,052	-	0,015	0,030	-	0,042	0,083	-	0,005	0,009	-	0,002	0,004	-
BAR	0,022	0,044	-	0,012	0,024	-	0,012	0,023	-	0,008	0,015	-	0,015	0,030	-	0,025	0,050	-
LAZ	0,021	0,042	-	0,015	0,031	-	0,019	0,037	-	0,012	0,023	-	0,026	0,053	-	0,020	0,040	-
CAT	0,010	0,020	-	0,027	0,054	-	0,019	0,038	-	0,017	0,034	-	0,004	0,008	-	0,002	0,003	-

### c) Análise de sensibilidade Grupo 1 – terceira iteração

Limiares												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
q	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03
p	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06
v	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2

Limiares Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,070	0,139	0,358	0,050	0,099	0,278	0,066	0,132	0,343	0,052	0,105	0,289	0,080	0,161	0,401	0,081	0,162	0,404
PRE	0,038	0,075	0,231	0,056	0,112	0,304	0,045	0,090	0,259	0,072	0,143	0,366	0,035	0,069	0,218	0,032	0,064	0,208
BAR	0,052	0,104	0,289	0,042	0,084	0,248	0,042	0,083	0,246	0,038	0,075	0,230	0,045	0,090	0,259	0,055	0,110	0,301
LAZ	0,051	0,102	0,283	0,045	0,091	0,262	0,049	0,097	0,275	0,042	0,083	0,246	0,056	0,113	0,305	0,050	0,100	0,280
CAT	0,040	0,080	0,239	0,057	0,114	0,308	0,049	0,098	0,276	0,047	0,094	0,268	0,034	0,068	0,216	0,032	0,063	0,206

d) Análise de sensibilidade Grupo 1 – quarta iteração

Limiaries												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
q	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02
p	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07
v	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08

Limiaries Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,060	0,149	0,238	0,040	0,109	0,158	0,056	0,142	0,223	0,042	0,115	0,169	0,070	0,171	0,281	0,071	0,172	0,284
PRE	0,028	0,085	0,111	0,046	0,122	0,184	0,035	0,100	0,139	0,062	0,153	0,246	0,025	0,079	0,098	0,022	0,074	0,088
BAR	0,042	0,114	0,169	0,032	0,094	0,128	0,032	0,093	0,126	0,028	0,085	0,110	0,035	0,100	0,139	0,045	0,120	0,181
LAZ	0,041	0,112	0,163	0,035	0,101	0,142	0,039	0,107	0,155	0,032	0,093	0,126	0,046	0,123	0,185	0,040	0,110	0,160
CAT	0,030	0,090	0,119	0,047	0,124	0,188	0,039	0,108	0,156	0,037	0,104	0,148	0,024	0,078	0,096	0,022	0,073	0,086

e) Análise de sensibilidade Grupo 2 – primeira iteração

Limiaries												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
q	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05
p	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08
v	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1

Limiaries Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,080	0,139	0,219	0,070	0,120	0,180	0,084	0,147	0,234	0,058	0,097	0,003	0,096	0,173	0,286	0,095	0,169	0,279
PRE	0,067	0,114	0,168	0,069	0,118	0,176	0,063	0,106	0,152	0,093	0,165	0,017	0,063	0,106	0,152	0,062	0,103	0,146
BAR	0,069	0,118	0,177	0,066	0,111	0,162	0,070	0,120	0,180	0,064	0,107	0,005	0,066	0,113	0,166	0,068	0,115	0,170
LAZ	0,078	0,136	0,212	0,074	0,129	0,198	0,069	0,118	0,177	0,060	0,099	0,004	0,072	0,124	0,189	0,069	0,117	0,175
CAT	0,056	0,092	0,125	0,071	0,122	0,183	0,064	0,108	0,156	0,076	0,132	0,010	0,052	0,084	0,108	0,058	0,095	0,130

f) Análise de sensibilidade Grupo 2 – segunda iteração

Limiaries												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
q	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0
p	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0
v	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-

Limiaries Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,030	0,059	-	0,020	0,040	-	0,034	0,067	-	0,008	0,017	-	0,046	0,093	-	0,045	0,089	-
PRE	0,017	0,034	-	0,019	0,038	-	0,013	0,026	-	0,043	0,085	-	0,013	0,026	-	0,012	0,023	-
BAR	0,019	0,038	-	0,016	0,031	-	0,020	0,040	-	0,014	0,027	-	0,016	0,033	-	0,018	0,035	-
LAZ	0,028	0,056	-	0,024	0,049	-	0,019	0,038	-	0,010	0,019	-	0,022	0,044	-	0,019	0,037	-
CAT	0,006	0,012	-	0,021	0,042	-	0,014	0,028	-	0,026	0,052	-	0,002	0,004	-	0,008	0,015	-

g) Análise de sensibilidade Grupo 2 – terceira iteração

Limiaries												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
q	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03
p	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06
v	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2

Limiars Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,060	0,119	0,319	0,050	0,100	0,280	0,064	0,127	0,334	0,038	0,077	0,234	0,076	0,153	0,386	0,075	0,149	0,379
PRE	0,047	0,094	0,268	0,049	0,098	0,276	0,043	0,086	0,252	0,073	0,145	0,371	0,043	0,086	0,252	0,042	0,083	0,246
BAR	0,049	0,098	0,277	0,046	0,091	0,262	0,050	0,100	0,280	0,044	0,087	0,254	0,046	0,093	0,266	0,048	0,095	0,270
LAZ	0,058	0,116	0,312	0,054	0,109	0,298	0,049	0,098	0,277	0,040	0,079	0,238	0,052	0,104	0,289	0,049	0,097	0,275
CAT	0,036	0,072	0,225	0,051	0,102	0,283	0,044	0,088	0,256	0,056	0,112	0,304	0,032	0,064	0,208	0,038	0,075	0,230

h) Análise de sensibilidade Grupo 2 – quarta iteração

Limiars												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
q	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02
p	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07
v	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08

Limiars Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,050	0,129	0,199	0,040	0,110	0,160	0,054	0,137	0,214	0,028	0,087	0,114	0,066	0,163	0,266	0,065	0,159	0,259
PRE	0,037	0,104	0,148	0,039	0,108	0,156	0,033	0,096	0,132	0,063	0,155	0,251	0,033	0,096	0,132	0,032	0,093	0,126
BAR	0,039	0,108	0,157	0,036	0,101	0,142	0,040	0,110	0,160	0,034	0,097	0,134	0,036	0,103	0,146	0,038	0,105	0,150
LAZ	0,048	0,126	0,192	0,044	0,119	0,178	0,039	0,108	0,157	0,030	0,089	0,118	0,042	0,114	0,169	0,039	0,107	0,155
CAT	0,026	0,082	0,105	0,041	0,112	0,163	0,034	0,098	0,136	0,046	0,122	0,184	0,022	0,074	0,088	0,028	0,085	0,110

i) Análise de sensibilidade Grupo 3 – primeira iteração

Limiars												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
q	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05
p	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08
v	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1

Limiars Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,082	0,144	0,228	0,067	0,114	0,167	0,095	0,171	0,282	0,077	0,133	0,011	0,081	0,143	0,226	0,096	0,172	0,283
PRE	0,065	0,110	0,159	0,069	0,119	0,178	0,054	0,087	0,115	0,089	0,158	0,016	0,060	0,101	0,142	0,056	0,093	0,126
BAR	0,060	0,100	0,140	0,063	0,105	0,151	0,084	0,108	0,157	0,065	0,109	0,006	0,061	0,102	0,143	0,067	0,113	0,167
LAZ	0,078	0,137	0,214	0,068	0,117	0,173	0,061	0,102	0,144	0,062	0,104	0,005	0,096	0,171	0,282	0,080	0,140	0,220
CAT	0,065	0,110	0,159	0,083	0,146	0,231	0,076	0,132	0,203	0,058	0,095	0,003	0,052	0,084	0,108	0,051	0,082	0,104

j) Análise de sensibilidade Grupo 3 – segunda iteração

Limiars												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
q	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0
p	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0
v	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-

Limiars Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,032	0,064	-	0,017	0,034	-	0,045	0,091	-	0,027	0,053	-	0,031	0,063	-	0,046	0,092	-
PRE	0,015	0,030	-	0,019	0,039	-	0,004	0,007	-	0,039	0,078	-	0,010	0,021	-	0,006	0,013	-
BAR	0,010	0,020	-	0,013	0,025	-	0,014	0,028	-	0,015	0,029	-	0,011	0,022	-	0,017	0,033	-
LAZ	0,028	0,057	-	0,018	0,037	-	0,011	0,022	-	0,012	0,024	-	0,046	0,091	-	0,030	0,060	-
CAT	0,015	0,030	-	0,033	0,066	-	0,026	0,052	-	0,008	0,015	-	0,002	0,004	-	0,001	0,002	-

k) Análise de sensibilidade Grupo 3 – terceira iteração

Limiaries												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
<b>q</b>	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03
<b>p</b>	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06
<b>v</b>	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2

Limiaries Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
<b>TUR</b>	0,062	0,124	0,328	0,047	0,094	0,267	0,075	0,151	0,382	0,057	0,113	0,306	0,061	0,123	0,326	0,076	0,152	0,383
<b>PRE</b>	0,045	0,090	0,259	0,049	0,099	0,278	0,034	0,067	0,215	0,069	0,138	0,356	0,040	0,081	0,242	0,036	0,073	0,226
<b>BAR</b>	0,040	0,080	0,240	0,043	0,085	0,251	0,044	0,088	0,257	0,045	0,089	0,258	0,041	0,082	0,243	0,047	0,093	0,267
<b>LAZ</b>	0,058	0,117	0,314	0,048	0,097	0,273	0,041	0,082	0,244	0,042	0,084	0,249	0,076	0,151	0,382	0,060	0,120	0,320
<b>CAT</b>	0,045	0,090	0,259	0,063	0,126	0,331	0,056	0,112	0,303	0,038	0,075	0,230	0,032	0,064	0,208	0,031	0,062	0,204

l) Análise de sensibilidade Grupo 3 – quarta iteração

Limiaries												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
<b>q</b>	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02
<b>p</b>	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07
<b>v</b>	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08

Limiaries Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
<b>TUR</b>	0,052	0,134	0,208	0,037	0,104	0,147	0,065	0,161	0,262	0,047	0,123	0,186	0,051	0,133	0,206	0,066	0,162	0,283
<b>PRE</b>	0,035	0,100	0,139	0,039	0,109	0,158	0,024	0,077	0,095	0,059	0,148	0,236	0,030	0,091	0,122	0,026	0,083	0,106
<b>BAR</b>	0,030	0,090	0,120	0,033	0,095	0,131	0,034	0,098	0,137	0,035	0,099	0,138	0,031	0,092	0,123	0,037	0,103	0,147
<b>LAZ</b>	0,048	0,127	0,194	0,038	0,107	0,153	0,031	0,092	0,124	0,032	0,094	0,129	0,066	0,161	0,262	0,050	0,130	0,200
<b>CAT</b>	0,035	0,100	0,139	0,053	0,136	0,211	0,046	0,122	0,183	0,028	0,085	0,110	0,022	0,074	0,088	0,021	0,072	0,084

m) Análise de sensibilidade Grupo 4 – primeira iteração

Limiaries												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
<b>q</b>	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05
<b>p</b>	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08	0,2	0,08
<b>v</b>	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1

Limiaries Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
<b>TUR</b>	0,085	0,149	0,238	0,068	0,115	0,170	0,087	0,155	0,249	0,073	0,125	0,009	0,084	0,149	0,238	0,085	0,150	0,239
<b>PRE</b>	0,058	0,097	0,133	0,066	0,112	0,165	0,055	0,090	0,119	0,089	0,157	0,015	0,057	0,093	0,126	0,055	0,090	0,121
<b>BAR</b>	0,055	0,089	0,118	0,061	0,102	0,145	0,058	0,096	0,131	0,060	0,100	0,004	0,063	0,105	0,150	0,072	0,125	0,190
<b>LAZ</b>	0,090	0,160	0,260	0,083	0,146	0,233	0,070	0,120	0,180	0,063	0,106	0,005	0,088	0,155	0,250	0,077	0,134	0,208
<b>CAT</b>	0,063	0,105	0,150	0,072	0,124	0,188	0,080	0,140	0,221	0,066	0,112	0,006	0,059	0,098	0,136	0,080	0,101	0,142

n) Análise de sensibilidade Grupo 4 – segunda iteração

Limiaries												
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU	
	alfa	beta										
<b>q</b>	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0
<b>p</b>	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0
<b>v</b>	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-

Limiars Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,035	0,069	-	0,018	0,035	-	0,037	0,075	-	0,023	0,045	-	0,034	0,069	-	0,035	0,070	-
PRE	0,008	0,017	-	0,016	0,032	-	0,005	0,010	-	0,039	0,077	-	0,007	0,013	-	0,005	0,010	-
BAR	0,005	0,009	-	0,011	0,022	-	0,008	0,016	-	0,010	0,020	-	0,013	0,025	-	0,022	0,045	-
LAZ	0,040	0,080	-	0,033	0,066	-	0,020	0,040	-	0,013	0,026	-	0,038	0,075	-	0,027	0,054	-
CAT	0,013	0,025	-	0,022	0,044	-	0,030	0,060	-	0,016	0,032	-	0,009	0,018	-	0,010	0,021	-

o) Análise de sensibilidade Grupo 4 – terceira iteração

Limiars													
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU		
	alfa	beta											
q	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	
p	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	
v	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	

Limiars Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,065	0,129	0,338	0,048	0,095	0,270	0,067	0,135	0,349	0,053	0,105	0,290	0,064	0,129	0,338	0,065	0,130	0,339
PRE	0,038	0,077	0,233	0,046	0,092	0,265	0,035	0,070	0,219	0,069	0,137	0,355	0,037	0,073	0,226	0,035	0,070	0,221
BAR	0,035	0,069	0,218	0,041	0,082	0,245	0,038	0,076	0,231	0,040	0,080	0,239	0,043	0,085	0,250	0,052	0,105	0,290
LAZ	0,070	0,140	0,360	0,063	0,126	0,333	0,050	0,100	0,280	0,043	0,086	0,251	0,068	0,135	0,350	0,057	0,114	0,308
CAT	0,043	0,085	0,250	0,052	0,104	0,288	0,060	0,120	0,321	0,046	0,092	0,265	0,039	0,078	0,236	0,040	0,081	0,242

p) Análise de sensibilidade Grupo 4 – quarta iteração

Limiars													
	PLS		PPE		REN		POV		MAT		FAU		
	alfa	beta											
q	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	
p	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	0,2	0,07	
v	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	0,4	0,08	

Limiars Numéricos																		
	PLS			PPE			REN			POV			MAT			FAU		
	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v	q	p	v
TUR	0,055	0,139	0,218	0,038	0,105	0,150	0,057	0,145	0,229	0,043	0,115	0,170	0,054	0,139	0,218	0,055	0,140	0,219
PRE	0,028	0,087	0,113	0,036	0,102	0,145	0,025	0,080	0,099	0,059	0,147	0,235	0,027	0,083	0,106	0,025	0,080	0,101
BAR	0,025	0,079	0,098	0,031	0,092	0,125	0,028	0,086	0,111	0,030	0,090	0,119	0,033	0,095	0,130	0,042	0,115	0,170
LAZ	0,060	0,150	0,240	0,053	0,136	0,213	0,040	0,110	0,160	0,033	0,096	0,131	0,058	0,145	0,230	0,047	0,124	0,188
CAT	0,033	0,095	0,130	0,042	0,114	0,168	0,050	0,130	0,201	0,036	0,102	0,145	0,029	0,088	0,116	0,030	0,091	0,122

## APÊNDICE B – Questionário para definição de benefícios e modalidades



### Análise de Valor no Uso Múltiplo do Reservatório de Usina Hidrelétrica de Corumbá IV



Formulário 1: Definição de Benefícios e Modalidades		
Local: _____, Data: ____/____/____, às _____.		
Nome do entrevistado: _____		
Empresa: _____		
Endereço: _____		
Telefone: _____		E-mail: _____
Cargo: _____		
Definição dos Benefícios decorrentes do Uso Múltiplo do Reservatório da UHE Corumbá IV		
Estabelecer as notas, que variam de 1 a 5, para cada benefício descrito abaixo, e nos espaços em branco colocar benefícios que o entrevistado considera relevante e que estão ausentes da listagem proposta:		
Benefícios	Sigla	Notas
Redução da poluição com lixo sólido	PLS	
Redução da poluição com esgoto <i>in natura</i>	PPE	
Geração de renda	REN	
Manutenção das tradições	MTR	
Manutenção do patrimônio histórico	PAT	
Melhoria na segurança	SEG	
Repopoamento dos peixes do reservatório	POV	
Recuperação das matas ciliares	MAT	
Preservação da fauna do cerrado	FAU	
Resgate das relações familiares	FAM	
Definição das Modalidades de Uso Múltiplo do Reservatório da UHE Corumbá IV		
Estabelecer as notas, que variam de 1 a 5, para cada modalidade citada abaixo, e nos espaços em branco colocar modalidades que o entrevistado considera relevante e que estão ausentes da listagem proposta:		
Modalidades	Siglas	Notas
Ecoturismo	TUR	
Pesca recreativa	PRE	
Passeio e transporte lacustre	BAR	
Lazer nas margens do reservatório	LAZ	
Gastronomia	RES	
Praias artificiais	PRA	
Criação de peixes de cativeiro	CAT	
Visitação contemplativa	CON	

## APÊNDICE C - Questionário para comparação pareada entre benefícios e modalidades



### Análise de Valor no Uso Múltiplo do Reservatório de Usina Hidrelétrica de Corumbá IV



Formulário 2: Comparação Pareada entre Benefícios e Modalidades	
Local:	_____, Data: ____/____/____, às _____.
Nome do entrevistado:	
Empresa:	
Endereço:	
Telefone:	E-mail:
Cargo:	
Nesta etapa o entrevistado deve realizar comparações pareadas inicialmente entre os benefícios e, posteriormente, entre as modalidades (dado um determinado benefício), estabelecendo pesos entre eles, que variam de 1 a 9:	

Comparação Pareada entre Benefícios:			
PLS	x	PPE	<input type="text"/>
PLS	x	REN	<input type="text"/>
PLS	x	POV	<input type="text"/>
PLS	x	MAT	<input type="text"/>
PLS	x	FAU	<input type="text"/>
PPE	x	REN	<input type="text"/>
PPE	x	POV	<input type="text"/>
PPE	x	MAT	<input type="text"/>
PPE	x	FAU	<input type="text"/>
REN	x	POV	<input type="text"/>
REN	x	MAT	<input type="text"/>
REN	x	FAU	<input type="text"/>
POV	x	MAT	<input type="text"/>
POV	x	FAU	<input type="text"/>
MAT	x	FAU	<input type="text"/>

Benefício	Sigla
Redução da poluição com lixo sólido	PLS
Redução da poluição com esgoto in natura	PPE
Geração de renda	REN
Repovoamento dos peixes do reservatório	POV
Recuperação das matas ciliares	MAT
Preservação da fauna do cerrado	FAU

(Continua)

Comparação Pareada entre Modalidades: segundo o Benefício PLS (Redução da poluição com lixo sólido)			
TUR	x	PRE	<input type="checkbox"/>
TUR	x	BAR	<input type="checkbox"/>
TUR	x	LAZ	<input type="checkbox"/>
TUR	x	CAT	<input type="checkbox"/>
PRE	x	BAR	<input type="checkbox"/>
PRE	x	LAZ	<input type="checkbox"/>
PRE	x	CAT	<input type="checkbox"/>
BAR	x	LAZ	<input type="checkbox"/>
BAR	x	CAT	<input type="checkbox"/>
LAZ	x	CAT	<input type="checkbox"/>

Modalidade	Sigla
Ecoturismo	TUR
Pesca recreativa	PRE
Passeio e transporte lacustre	BAR
Lazer nas margens do reservatório	LAZ
Criação de peixes de cativeiro	CAT

Comparação Pareada entre Modalidades: segundo o Benefício PPE (Redução da poluição com esgoto in natura)			
TUR	x	PRE	<input type="checkbox"/>
TUR	x	BAR	<input type="checkbox"/>
TUR	x	LAZ	<input type="checkbox"/>
TUR	x	CAT	<input type="checkbox"/>
PRE	x	BAR	<input type="checkbox"/>
PRE	x	LAZ	<input type="checkbox"/>
PRE	x	CAT	<input type="checkbox"/>
BAR	x	LAZ	<input type="checkbox"/>
BAR	x	CAT	<input type="checkbox"/>
LAZ	x	CAT	<input type="checkbox"/>

Modalidade	Sigla
Ecoturismo	TUR
Pesca recreativa	PRE
Passeio e transporte lacustre	BAR
Lazer nas margens do reservatório	LAZ
Criação de peixes de cativeiro	CAT

(Continua)

**Comparação Pareada entre Modalidades: segundo o Benefício REN (Geração de renda)**

TUR	x	PRE	
TUR	x	BAR	
TUR	x	LAZ	
TUR	x	CAT	
PRE	x	BAR	
PRE	x	LAZ	
PRE	x	CAT	
BAR	x	LAZ	
BAR	x	CAT	
LAZ	x	CAT	

Modalidade	Sigla
Ecoturismo	TUR
Pesca recreativa	PRE
Passeio e transporte lacustre	BAR
Lazer nas margens do reservatório	LAZ
Criação de peixes de cativeiro	CAT

**Comparação Pareada entre Modalidades: segundo o Benefício POV (Repopoamento dos peixes do reservatório)**

TUR	x	PRE	
TUR	x	BAR	
TUR	x	LAZ	
TUR	x	CAT	
PRE	x	BAR	
PRE	x	LAZ	
PRE	x	CAT	
BAR	x	LAZ	
BAR	x	CAT	
LAZ	x	CAT	

Modalidade	Sigla
Ecoturismo	TUR
Pesca recreativa	PRE
Passeio e transporte lacustre	BAR
Lazer nas margens do reservatório	LAZ
Criação de peixes de cativeiro	CAT

(Continua)

**Comparação Pareada entre Modalidades: segundo o Benefício MAT (Recuperação das matas ciliares)**

TUR	x	PRE	
TUR	x	BAR	
TUR	x	LAZ	
TUR	x	CAT	
PRE	x	BAR	
PRE	x	LAZ	
PRE	x	CAT	
BAR	x	LAZ	
BAR	x	CAT	
LAZ	x	CAT	

Modalidade	Sigla
Ecoturismo	TUR
Pesca recreativa	PRE
Passeio e transporte lacustre	BAR
Lazer nas margens do reservatório	LAZ
Criação de peixes de cativeiro	CAT

**Comparação Pareada entre Modalidades: segundo o Benefício FAU (Preservação da fauna do cerrado)**

TUR	x	PRE	
TUR	x	BAR	
TUR	x	LAZ	
TUR	x	CAT	
PRE	x	BAR	
PRE	x	LAZ	
PRE	x	CAT	
BAR	x	LAZ	
BAR	x	CAT	
LAZ	x	CAT	

Modalidade	Sigla
Ecoturismo	TUR
Pesca recreativa	PRE
Passeio e transporte lacustre	BAR
Lazer nas margens do reservatório	LAZ
Criação de peixes de cativeiro	CAT