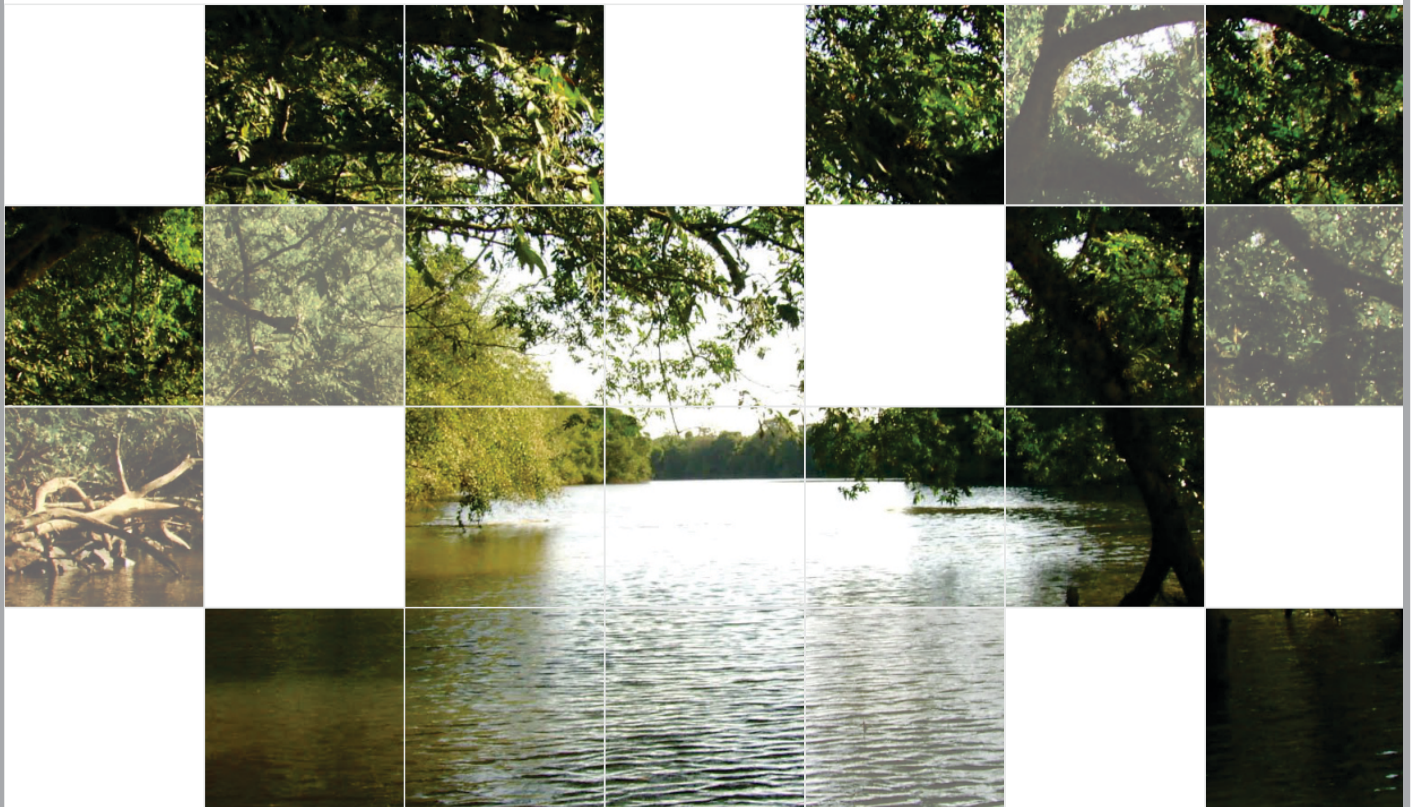




ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Secretaria de Obras Públicas, Irrigação
e Desenvolvimento Urbano - SOP

**ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO
DO EFEITO DAS CHEIAS DO TRECHO BAIXO DO RIO CAÍ**



RELATÓRIO TÉCNICO 08 – R8
ESTUDOS DE VIABILIDADE E HIERARQUIZAÇÃO
DAS ALTERNATIVAS

2ª Edição Revisada

Consórcio Técnico



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

**Secretaria de Obras Públicas, Irrigação e
Desenvolvimento Urbano - SOP**

**ESTUDOS DE ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO DO
EFEITO DAS CHEIAS DO TRECHO BAIXO DO RIO CAÍ/RS**

**RELATÓRIO TÉCNICO 08 – R8
ESTUDOS DE VIABILIDADE E HIERARQUIZAÇÃO DAS
ALTERNATIVAS**

SEGUNDA EDIÇÃO REVISADA

Consórcio Técnico



Aerofotogrametria, Geoprocessamento e Engenharia Ltda

(OUTUBRO/2014)



QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Código:	EG0182-R-ERH-R8-01-02			
Título do Documento:	ESTUDOS DA VIABILIDADE E HIERARQUIZAÇÃO DAS ALTERNATIVAS- R8 – SEGUNDA EDIÇÃO REVISADA			
Aprovador:	FERNANDO FAGUNDES			
Data da Aprovação:	03/09/2014			
Controle de Revisões				
Nº da Revisão	Natureza/Justificativa	Aprovação		
		Data	Responsável	Rubrica
00	Emissão Inicial	03/09/2014	Fernando Fagundes	F.F
01	Parecer da Fiscalização	24/09/2014	Fernando Fagundes	F.F
02	Parecer de Fiscalização	13/09/2014	Fernando Fagundes	F.F



ÍNDICE



ESTUDOS DE ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS DO TRECHO BAIXO DO RIO CAÍ/RS

ESTUDOS DE VIABILIDADE E HIERARQUIZAÇÃO DAS ALTERNATIVAS-R8

SEGUNDA EDIÇÃO REVISADA

ÍNDICE

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1.1	Identificação do Contrato de Prestação de Serviços.....	2
1.2	Objetivos e Escopo dos Estudos e Planejamentos.....	2
1.3	Breve Caracterização da Área de Estudo.....	3
1.4	Forma de Apresentação dos Relatórios.....	8
1.5	Diagrama de Programação dos Trabalhos.....	9
1.6	Conteúdo do Relatório dos Estudos de Viabilidade e Hierarquização das Alternativas-R8 – Edição Revisada.....	12
2	ESTABELECIMENTO DAS SÉRIES DE CUSTOS E BENEFÍCIOS DAS ALTERNATIVAS	13
2.1	Custos das Alternativas.....	14
2.1.1	Intervenções Estruturais.....	14
2.1.2	Intervenções Não Estruturais.....	18
2.1.3	Custos Financeiros das Cheias.....	22
2.2	Benefícios Financeiros das Alternativas.....	23
3	AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE FINANCEIRA DAS ALTERNATIVAS.....	26
3.1	Metodologia e Parâmetros da Avaliação da Viabilidade Financeira.....	27
3.2	Viabilidade Financeira.....	28
4	AVALIAÇÃO TÉCNICA E AMBIENTAL DAS ALTERNATIVAS.....	31
4.1	Avaliação Técnica das Alternativas.....	32
4.1.1	Aspectos Construtivos.....	33
4.1.2	Aspectos Operacionais.....	34
4.2	Avaliação Ambiental das Alternativas.....	35
4.2.1	Aspectos Sociais.....	35
4.2.2	Aspectos Ambientais.....	38
5	HIERARQUIZAÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	40
5.1	Análise Integrada e Comparativa das Alternativas.....	41
5.2	Hierarquização das Alternativas.....	43
6	EQUIPE TÉCNICA.....	47
6.1	Relação da Equipe Técnica.....	48
6.2	Organograma Funcional da Equipe Técnica.....	48
7	ANEXOS.....	51



RELAÇÃO DE QUADROS E FIGURAS

RELAÇÃO DE QUADROS

Quadro 1.1: Relatórios a Serem Apresentados.....	8
Quadro 2.1: Áreas a serem Desapropriadas para a Implantação das Alternativas.....	16
Quadro 2.2: Resumo Geral da Orçamentação das Alternativas Estruturais	17
Quadro 2.3: Áreas Atingidas pelas Cheias (TR = 100 anos)	21
Quadro 2.4: Custos de Desapropriação das Áreas Atingidas pelas Cheias	21
Quadro 2.5: Custos Financeiros das Cheias com tempo de recorrência diferente de 100 anos.....	22
Quadro 2.6: Relação entre as cheias de diferentes recorrências e o custo da cheia com tempo de recorrência de 100 anos.....	23
Quadro 2.7: Benefícios Financeiros das Alternativas para Cheias de Diversos TR's	25
Quadro 3.1: Resultados da Viabilidade Financeira das Alternativas	29
Quadro 4.1: Alternativas Consideradas na Avaliação Técnica e Ambiental	32
Quadro 4.2: Aspectos Construtivos/Executivos–Matriz de Avaliação Comparativa entre Alternativas Concorrentes.	33
Quadro 4.3: Aspectos Operacionais - Matriz de Avaliação Comparativa entre Alternativas Concorrentes.	34
Quadro 4.4: Aspectos Sociais–Matriz de Avaliação Comparativa entre Alternativas Concorrentes	36
Quadro 4.5: Aspectos Ambientais–Matriz de Avaliação Comparativa entre Alternativas Concorrentes.	38
Quadro 5.1: Matriz Multicritério de Análise Comparativa e Integrada entre Alternativas Concorrentes	42
Quadro 5.2: Análise Comparativa de Viabilidade por Aspecto para cada Alternativa Concorrente	43
Quadro 5.3: Níveis de Água de Cheia (TR=100anos) Alcançados nos Municípios para os Cenários Atual, com Alternativa de Proteção Individual Local e nos Outros Municípios Integrada (todas as alternativa).....	45
Quadro 6.1: Relação da Equipe Técnica.....	48

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1.1: Localização da Área de Interesse	4
Figura 1.2: Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio Caí.....	5
Figura 1.3: Trecho sinuoso do RioCaí próximo a Montenegro (Fonte: GoogleMaps, 2012) ...	6
Figura 1.4: Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Caí.....	7
Figura 1.5: Cronograma Físico de Atividades Atualizado.....	10
Figura 1.6: Fluxograma Geral de Atividades	11
Figura 2.1: Curva Prejuízo <i>versus</i> Probabilidade	25
Figura 6.1: Organograma da Equipe Técnica	50



1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Apresentam-se, inicialmente, considerações a respeito do contrato que orienta a execução do presente trabalho, dos objetivos e escopo dos estudos e planejamentos efetuados, da forma de edição dos relatórios que apresentam os resultados do trabalho e, ainda, a respeito do conteúdo do presente relatório, relativo aos Estudos de Viabilidade e Hierarquização das Alternativas – R8 – Edição Revisada.

1.1 Identificação do Contrato de Prestação de Serviços

O presente trabalho decorre do contrato firmado com a Secretaria de Obras Públicas, Irrigação e Desenvolvimento Urbano - SOP, constante do Processo Administrativo nº 000463-22.00/12-2, Tomada de Preços nº 186/CELIC/2012, objetivando a “Elaboração de Serviço de Consultoria Relativo ao Estudo de Alternativas para a Minimização do Efeito das Cheias do Trecho Baixo do rio Caí”.

Os principais dados, informações e condições que permitem caracterizar o referido contrato de prestação de serviços de consultoria são os seguintes:

- Modalidade/Identificação da Licitação: Tomada de Preços Nº 186/CELIC/2012;
- Processo Administrativo: Expediente Nº 000463-22.00/12-2;
- Data da Licitação: 14/01/2013;
- Prazo de Execução dos Serviços: 10 meses;
- Valor do Contrato: R\$ 1.402.416,87;

Com base nas cláusulas e condições do referido contrato e de seu Anexo IV: Termos de Referência, é que se desenvolvem as atividades, estudos e planejamento que visam à “Elaboração de Serviço de Consultoria Relativo ao Estudo de Alternativas para a Minimização do Efeito das Cheias do Trecho Baixo do rio Caí”.

1.2 Objetivos e Escopo dos Estudos e Planejamentos

O objeto da presente trabalho é a elaboração dos “Serviços de Consultoria Relativos ao Estudo de Alternativas para Minimização do Efeito das Cheias do Trecho Baixo do Rio Caí”, dado que esta região tem sofrido frequentemente com as inundações, as quais acarretam danos materiais, diminuição da qualidade de vida da população e até perdas de vidas humanas. Os municípios de interesse para o estudo são aqueles cujas áreas urbanas localizam-se ao longo do curso do rio Caí, em sua porção mais baixa são: Harmonia, Montenegro, Pareci Novo e São Sebastião do Caí.

Trata-se de um trabalho multidisciplinar que envolve conhecimentos de planejamento regional, ambiental e de recursos hídricos, aerofotogrametria, topobatimetria, hidrologia e obras hidráulicas, mobilização social, entre outros.

A definição das atividades a serem desenvolvidas foi realizada com base nos aspectos mencionados anteriormente e nos objetivos dos trabalhos. Tais objetivos devem servir como balizadores para a elaboração dos estudos e são os seguintes:

- Avaliar detalhadamente o problema das cheias no trecho baixo do Rio Caí com vistas a proposição de soluções para o problema;
- Obtenção de alternativas de intervenção ambientalmente e economicamente viáveis para a minimização dos efeitos das cheias do Rio Caí, mediante a apropriação do conhecimento local e a melhor técnica disponível;
- Fomentar a participação das comunidades envolvidas no desenvolvimento do estudo, considerando o Comitê Caí como o principal interlocutor na região, bem como levantar a opinião e percepção da população sobre o tema.



Esses, em suma, são os objetivos e o escopo do presente trabalho que, como ficou evidenciado, deve ser desenvolvido em estreita colaboração com as comunidades, de forma a que o seu resultado expresse claramente o desejo social.

1.3 Breve Caracterização da Área de Estudo

De acordo com a subdivisão hidrográfica do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, a bacia do rio Caí está inserida na região hidrográfica do Guaíba, a qual é composta por outras oito bacias hidrográficas: Lago Guaíba, Gravataí, Sinos, Taquari-Antas, Baixo Jacuí, Pardo, Vacacaí, Vacacaí-Mirim e Alto Jacuí. A região abriga cerca de 70% da população do estado do Rio Grande do Sul e sua área é de, aproximadamente, 85.000km² o que corresponde a cerca de 30% da área do estado. Estes dados deixam claro que há uma considerável concentração populacional na região hidrográfica do Guaíba.

A bacia hidrográfica do rio Caí está situada na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, aproximadamente, na área compreendida pelos paralelos e meridianos 29°06" e 30°S, e 50°24" e 51°40" W. Esta bacia limita-se a oeste e a norte com a bacia Taquari-Antas, ao sul com a bacia do Baixo Jacuí e a oeste com a bacia do Sinos. A área de drenagem da bacia do Rio Caí é de 4.983,38 km². A população estimada é de 537.658 habitantes assim distribuída: 82,5% em área urbana e 17,5% em área rural. Esta população corresponde a 5% da população total do estado do Rio Grande do Sul (PROFILL, 2008).

A bacia do rio Caí abrange, integral ou parcialmente 42 municípios gaúchos. Destes, são de interesse para o presente estudo, aqueles situados na parte baixa da bacia, em especial, os que possuem as áreas urbanas localizadas às margens do rio Caí: Harmonia, São Sebastião do Caí, Pareci Novo e Montenegro.

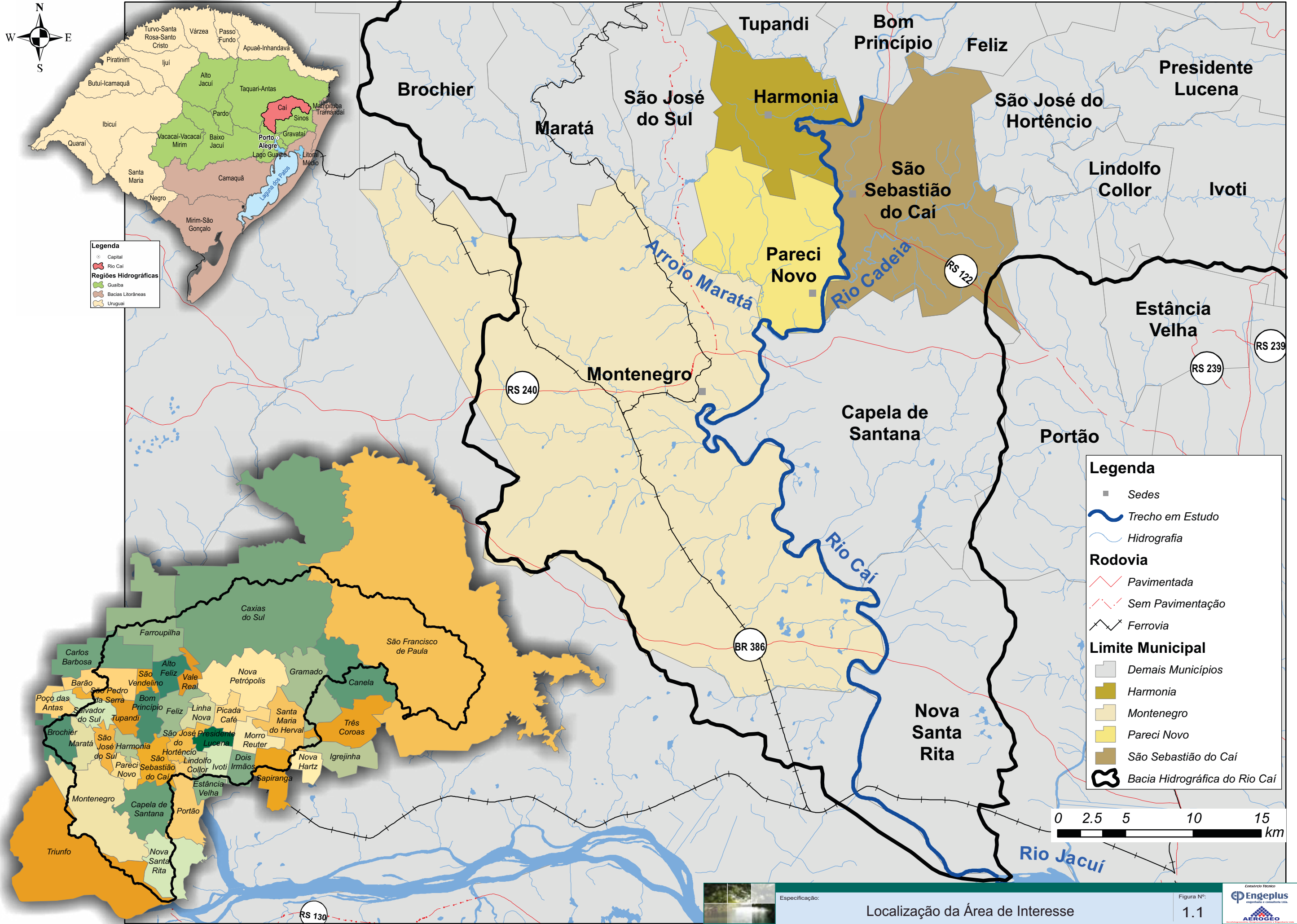
O município de Harmonia está localizado nas proximidades do limite entre o médio e o baixo curso do rio Caí, estando a área urbana às margens deste rio, nas coordenadas geográficas 29.54°S e 51.42°W. A área do município é de cerca de 45 km², onde se distribui uma população de 4.254 habitantes. Destes, 58% residem na área urbana (IBGE, 2010).

O município de São Sebastião do Caí está situado nas coordenadas geográficas 29°35 "S e 51°23 "W, às margens do rio Caí, no limite entre o médio e o baixo curso do rio. A área do município é de 111,45 km² e a população residente é de 21.944 habitantes, dos quais, aproximadamente, 80% estão domiciliados na área urbana (IBGE, 2010).

Pareci Novo é um município situado ao longo do curso do rio Caí, entre São Sebastião do Caí e Montenegro, cujo território abrange uma área de, aproximadamente, 57 km². Sua sede encontra-se nas coordenadas geográficas 29.63°S e 51.39°W, sua população é de 3.511 habitantes, dos quais 28% residem na área urbana (IBGE, 2010).

Em direção à jusante, o município de Montenegro localiza-se nas coordenadas 29°41 "S e 51°28 "W, já no baixo curso do rio Caí. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sua área é de 420km² e a população residente em 2010 era de 59.436 habitantes. Destes, cerca de 90% residem na área urbana do município. A Figura 1.1 apresenta a localização da área de interesse.

A Figura 1.2 apresenta a hidrografia da bacia do Caí. Os principais cursos d'água são: rio Caí, que é o principal rio da bacia; rio Cadeia; e os arroios Forromeco e Maratá. Próximo à foz do rio Caí, na confluência com o rio Jacuí, existem extensas áreas de banhados, numa região conhecida como Delta do Jacuí. O rio Caí possui três barragens, que integram o Sistema Salto, as quais regulam em certo grau o regime fluvial.



Legenda

- Capital
- Rio Caí
- Regiões Hidrográficas**
- Guaiíba
- Bacias Litorâneas
- Uruguai

Legenda

- Sedes
- Trecho em Estudo
- Hidrografia
- Rodovia**
- Pavimentada
- Sem Pavimentação
- Ferrovia
- Limite Municipal**
- Demais Municípios
- Harmonia
- Montenegro
- Pareci Novo
- São Sebastião do Caí
- Bacia Hidrográfica do Rio Caí

Especificação:

Localização da Área de Interesse

Figura Nº:
1.1



O Sistema Salto é constituído de 3 barragens no trecho superior da bacia do Caí, cuja função única é a regularização das vazões para a geração de energia na bacia do Rio dos Sinos, através de uma transposição de vazões para o Rio Paranhana. São elas: a Barragem do Salto, inaugurada em 1952, a Barragem do Blang, inaugurada em 1957, e a Barragem Divisa, inaugurada em 1960. As duas primeiras encontram-se no Rio Santa Cruz, principal afluente do Caí, e a última encontra-se no Arroio da Divisa, que deságua na Barragem do Blang.

O rio Caí possui comprimento aproximado de 208,5km, enquanto a distância entre seus pontos extremos é de 89,1km, o que confere ao rio um considerável índice de sinuosidade: 2,34. Esta sinuosidade é facilmente percebida quando se observa o rio Caí em uma imagem de satélite, como a Figura 1.3.

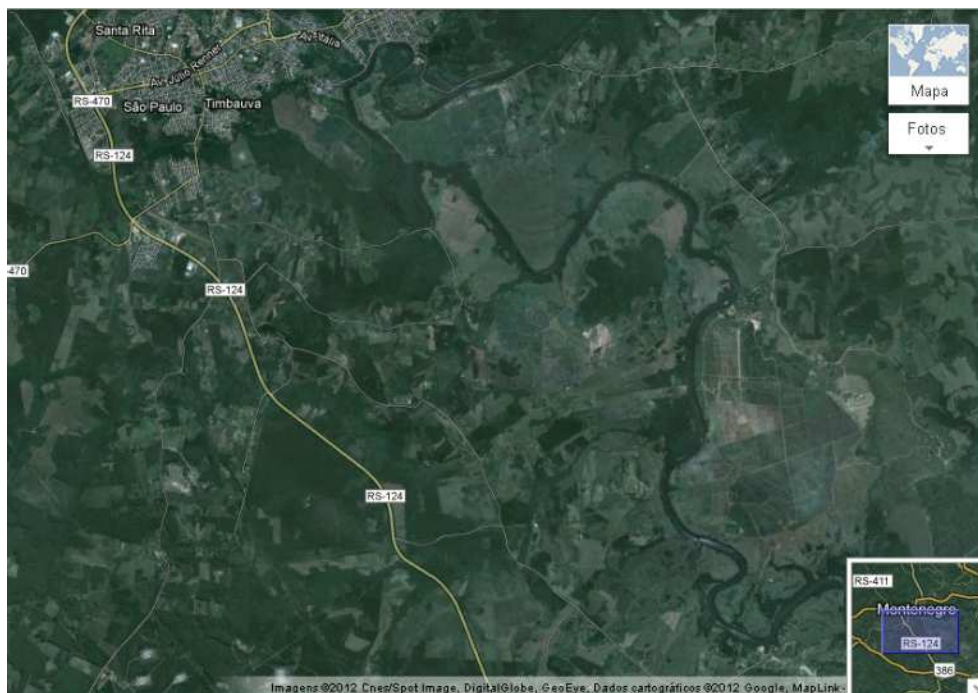


Figura 1.3: Trecho sinuoso do RioCaí próximo a Montenegro (Fonte: GoogleMaps, 2012)

A densidade de drenagem na bacia é de 1,1 km por km², indicando que a bacia é mal drenada devido à elevada permeabilidade do solo. A bacia hidrográfica do rio Caí apresenta uma elevada amplitude altimétrica, sendo que a altitude média é de 457m e a máxima é de 1.027m registrada no Planalto da bacia do Paraná. As áreas mais elevadas estão localizadas na porção nordeste da bacia, enquanto as mais baixas estão a sudoeste, indicando também a direção preferencial dos rios.

A área da bacia também possui declividades elevadas nas escarpas do planalto. Uma das sub-bacias com maior declividade é a do arroio Forromeco, com aproximadamente 23,2%, o que garante maior velocidade ao escoamento da água durante as chuvas. De maneira genérica, os vales da bacia hidrográfica do rio Caí possuem de médio à forte entalhamento, em especial no curso médio do rio Caí e nos afluentes que deságuam nesse trecho do rio.

Em relação ao relevo da bacia, de acordo com a classificação proposta por Ross (1985; 2006), a bacia hidrográfica do rio Caí localiza-se em duas grandes unidades geomorfológicas: Planalto e Chapadas da bacia do Paraná; e Depressão Central (Depressão Periférica sul-rio-grandense). Esta última trata-se de uma área onde prevalecem relevos esculpidos sobre rochas areníticas. As áreas mais baixas da bacia, as várzeas dos principais cursos d' água, estão inseridas nesse compartimento. A litologia predominante no trecho em estudo é composta por arenitos finos, e os principais tipos de solo são os argissolos, planossolos e luvisolos. A Figura 1.4apresenta o mapa geomorfológico.

A região da bacia localizada na Depressão Central possui temperatura média anual de 19,4°C. Apenas de novembro a março a temperatura média mensal ultrapassa os 20°C. A precipitação média anual oscila entre 1.300 e 1.800mm, de acordo com os microclimas locais. A porção da bacia caracterizada por altitudes mais elevadas possui temperaturas mais amenas e maior volume de chuva. A temperatura média anual é de 16°C, sendo que apenas dois meses registram temperatura média superior a 20°C. Nestas áreas, a precipitação média anual varia entre 1.800 e 2.500mm.

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia, o período compreendido entre junho e setembro corresponde aos meses com a maior precipitação do ano nas proximidades da bacia hidrográfica do rio Caí. A média de precipitação nesses meses oscila entre 120 e 140 mm. Os meses menos chuvosos são abril e maio, com média em torno de 90 mm (INMET, 2009).

1.4 Forma de Apresentação dos Relatórios

Tendo em vista o caráter multidisciplinar do estudo e as várias etapas de conteúdo técnico específico que o mesmo está dividido, a apresentação dos resultados foi programada através de relatórios editados com denominação e codificação representativas de seu conteúdo, a saber:

- R's: Relatórios Técnicos que abordam a elaboração de assuntos específicos;
- RF: Relatório Final, contendo o resumo técnico dos estudos realizados e o melhor cenário de intervenção para a minimização do problema das cheias no baixo rio Caí.

Assim, os resultados do trabalho estarão consolidados nos relatórios relacionados no quadro a seguir.

Quadro 1.1: Relatórios a Serem Apresentados

Codificação	Conteúdo/Título	Data Prevista
R1	Plano Geral de Trabalho	24/10/2013*
R2	Cobertura Aérea e Topobatimetria	28/11/2013*
R3	Apoio Terrestre e Aerotriangulação Digital	27/01/2014*
R4	Produtos Finais da Aerofotogrametria e Topobatimetria	24/03/2014*
R5	Estudos Hidrológicos	24/03/2014*
R6	Simulações Hidrológicas e Mapas de Inundações	10/06/2014*
R7	Estudos de Alternativas de Intervenção	14/07/2014*
R8	Estudo de Viabilidade e Hierarquização das Alternativas	03/09/2014*
R9	Consultas Públicas	24/09/2014*
RF	Estudos e Soluções Recomendadas para o Problema de Cheias no Baixo Rio Caí	24/09/2014*

*Relatório entregue. Data da Emissão Inicial.

Através desses relatórios estarão disponibilizadas todas as informações técnicas, socioeconômicas, ambientais e os planejamentos efetuados para o trecho do baixo rio Caí.



1.5 Diagrama de Programação dos Trabalhos

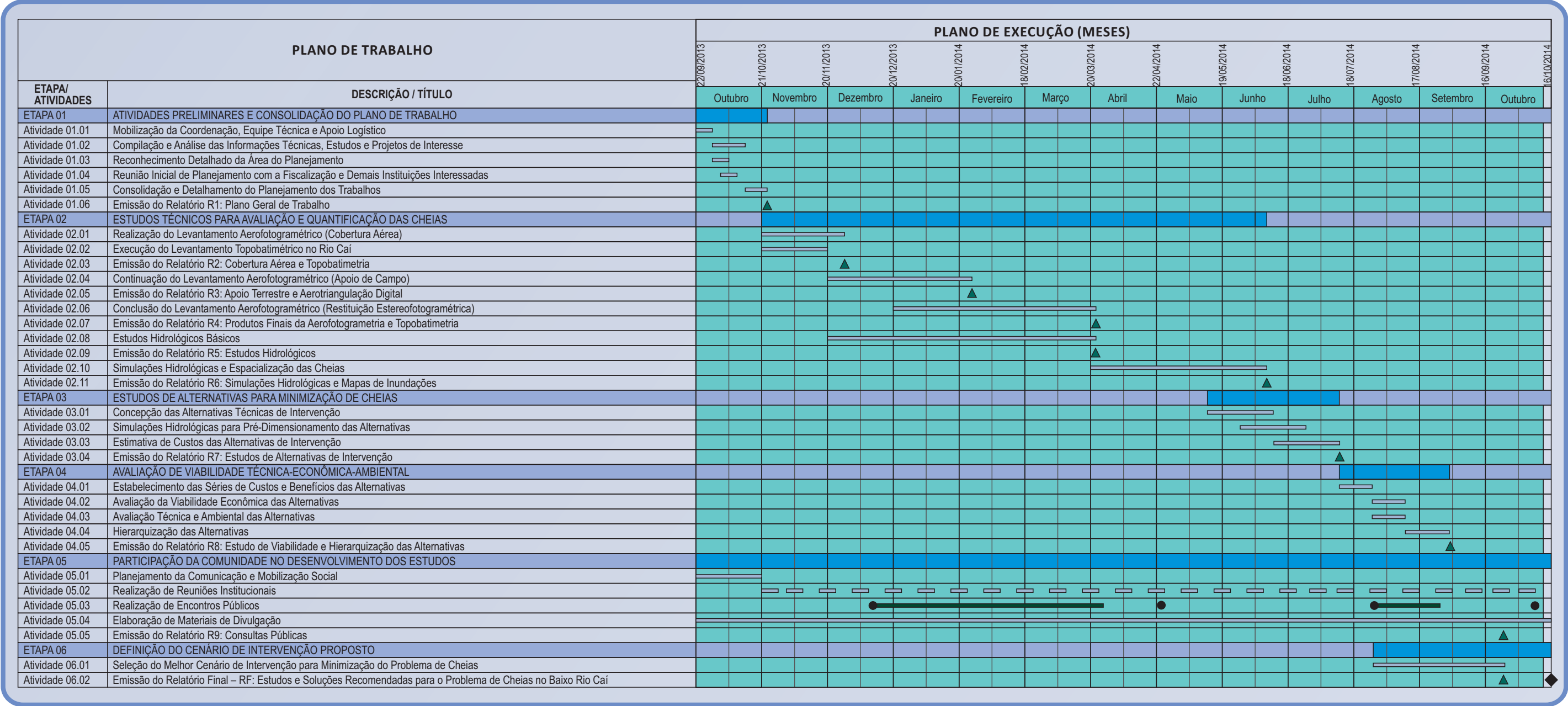
O Cronograma Físico (Figura 1.5) demonstra os prazos parciais e totais a serem cumpridos no desenvolvimento do trabalho, conforme as etapas de execução, indicando ainda as datas de entrega dos produtos (relatórios). O Cronograma Físico foi atualizado em junho de 2014, com vistas a demonstrar a realidade do andamento dos estudos, incorporando um aditamento de prazo de 90 dias.

As atividades e produtos serão elaborados ao longo de 13 (treze) meses, gerando produtos intermediários que correspondem aos resultados alcançados nos blocos metodológicos previstos.

Ao longo dos meses, procura-se otimizar os resultados de uma atividade em relação à(s) outra(s) dependente(s), distribuindo-as de maneira a cumprir os prazos. Como procedimento de trabalho, foram estabelecidas reuniões semanais com a Fiscalização, de forma a possibilitar o acompanhamento sistemático dos trabalhos e resultados.

O Fluxograma Geral de Trabalho (Figura 1.6) demonstra, de forma esquemática, as inter-relações e a sequência lógica das atividades técnicas a serem desenvolvidas no Estudo de Alternativas para Minimização do Efeito das Cheias do Baixo Caí.

Cronograma Físico de Atividades Atualizado



Legenda:

- Realizado
- Duração das Etapas
- Duração das Atividades Principais
- Reuniões/Encontros Públicos
- Consultas Públicas
- Emissão/Entrega de Produtos/Relatórios
- Emissão/Entrega do Encarte Informativo

Dias	Relatório	Data
1	Início do Prazo Contratual	22/09/2013
33	R1 - Plano Geral de Trabalho	24/10/2013
68	R2 - Cobertura Aérea e Topobatimetria	28/11/2013
128	R3 - Apoio Terrestre e Aerotriangulação Digital	27/01/2014
184	R4 - Produtos Finais da Aerofotogrametria e Topobatimetria	24/03/2014
184	R5 - Estudos Hidrológicos	24/03/2014
262	R6 - Simulações Hidrológicas e Mapas de Inundações	10/06/2014
296	R7 - Estudos de Alternativas de Intervenção	14/07/2014
347	R8 - Estudo de Viabilidade e Hierarquização das Alternativas	03/09/2014
368	R9 - Consultas Públicas	24/09/2014
368	RF - Estudos e Soluções Recomendadas para o Problema de Cheias no Baixo Rio Cai	24/09/2014
390	Encarte Informativo	16/10/2014

Figura Nº: **1.5**

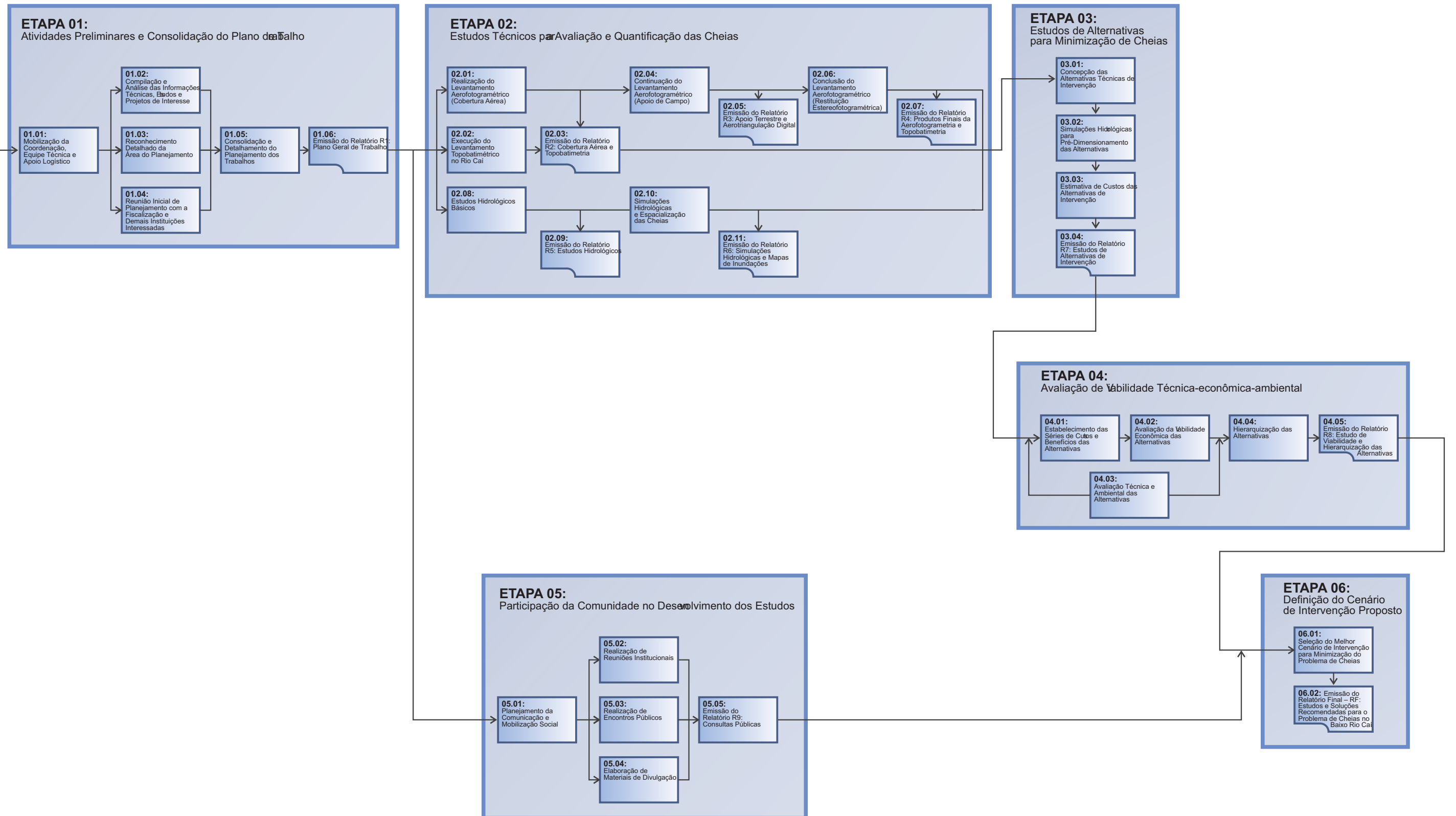
Cronograma Físico de Atividades Atualizado

Consórcio Técnico

Engeplus
engenharia e consultoria ltda.

AEROGEO
Aerofotogrametria e Topografia

Ordem de Serviço





1.6 Conteúdo do Relatório dos Estudos de Viabilidade e Hierarquização das Alternativas – R8 – Segunda Edição Revisada

O presente relatório objetiva apresentar o Estudo de Viabilidade e Hierarquização das Alternativas, com vistas a atender o Termo de Referência do Estudo de Alternativas para a Minimização do Efeito das Cheias do Trecho Baixo do rio Caí (Etapa 04), bem como o parecer da fiscalização do contrato.

O presente relatório, fora estas considerações iniciais, apresenta o seguinte conteúdo:

- **Estabelecimento das Séries de Custos e Benefícios das Alternativas**, abrangendo os custos financeiros, tanto de implantação, quanto de operação e manutenção das alternativas, quanto os seus benefícios, em termos de proteção contra as cheias.
- **Avaliação da Viabilidade Financeira das Alternativas**, identificando a metodologia e os parâmetros considerados na análise de viabilidade, e os resultados quanto à viabilidade financeira de cada alternativa.
- **Avaliação Técnica e Ambiental das Alternativas**, através de aspectos técnicos (construtivos, operacionais e de segurança) e ambientais, incluindo os aspectos sociais.
- **Hierarquização das Alternativas**, consistindo em análise integrada e comparativa das alternativas, com vistas à seleção e hierarquização.
- **Conclusões e Recomendações**, apresentando, ao término dos estudos técnicos, as principais conclusões (quanto às alternativas a serem implantadas) e recomendações relativamente à proteção das cidades de Harmonia, São Sebastião do Caí, Pareci Novo e Montenegro.
- **Anexos**, onde estão apresentados os elementos que complementam o presente relatório.

Em termos de Atividades do Plano de Trabalho, este Relatório Técnico 8 abrange a Etapa 04 – Avaliação de Viabilidade Técnica-Econômica-Ambiental, integrada por:

- Atividade 04.01 – Estabelecimento das Séries de Custos e Benefícios das Alternativas
- Atividade 04.02 – Avaliação da Viabilidade Financeira das Alternativas
- Atividade 04.03 – Avaliação Técnica e Ambiental das Alternativas
- Atividade 04.04 – Hierarquização das Alternativas
- Atividade 04.05 – Emissão do Relatório R8: Estudo de Viabilidade e Hierarquização das Alternativas.



2 ESTABELECIMENTO DAS SÉRIES DE CUSTOS E BENEFÍCIOS DAS ALTERNATIVAS

2 ESTABELECIMENTO DAS SÉRIAS DE CUSTO E BENEFÍCIOS DAS ALTERNATIVAS

O presente estudo de viabilidade e hierarquização das alternativas propostos para minimização do efeito das cheias no baixo rio Caí, baseia-se em aspectos financeiros, técnicos, sociais e ambientais. Nesse conjunto de aspectos, a questão financeira consiste em um importante fator de definição, seja de viabilidade, seja para seleção e hierarquização.

Desta forma, foram determinados os custos relativos às alternativas estruturais e não estruturais, bem como estimados os custos decorrentes de eventos de cheia. Para a avaliação financeira, cujos resultados são apresentados no capítulo 3, foi necessária, ainda, a estimativa dos benefícios decorrentes da implantação das alternativas estruturais e não estruturais.

Entre as alternativas não estruturais, foram consideradas: a operacionalização de sistema de alerta contra cheias, o zoneamento da ocupação territorial e a desapropriação das áreas inundadas com a consequente realocação da população atingida.

Nesse contexto, foi considerada, ainda, a alternativa de nada fazer, convivendo-se com as cheias e seus impactos materiais, humanos e financeiros.

A seguir, são apresentados os resultados relativos aos custos e benefícios financeiros das alternativas estudadas.

2.1 Custos das Alternativas

Os custos financeiros das alternativas estudadas são apresentados a seguir, abrangendo as intervenções estruturais, não estruturais e a estimativa dos custos das cheias.

2.1.1 Intervenções Estruturais

2.1.1.1 Descrição das Intervenções Estruturais

Inicialmente, foram concebidas duas naturezas distintas de intervenções estruturais para proteção contra cheias no baixo rio Caí, através: da retenção, a montante do trecho estudado, dos volumes de água causadores das cheias (através de reservatórios de laminação) e da implantação de medidas locais, junto à cada área a ser protegida (diques e corta-rios).

Face à baixa efetividade da solução com reservatórios de laminação (conforme apresentado no Relatório Técnico 7 – Estudos de Alternativas de Intervenção – Segunda Edição Revisada), foram concebidas e anteprojetadas as medidas locais. Tendo em vista a natureza deste estudo (viabilidade) as alternativas foram propostas em termos conceituais e de anteprojeto. Ajustes de localização poderão ocorrer na próxima fase de estudos (projetos básicos de engenharia).

2.1.1.1.1 Montenegro

Para a cidade de Montenegro foram propostas três alternativas:

- Corta-rio na alça do rio Caí, em sua margem esquerda.
- Dique de proteção na margem direita do rio Caí, contornando a área urbana, dotado de sistemas de esgotamento interno por estruturas de transposição de vazões.
- Associação do corta-rio na alça do rio Caí, em sua margem esquerda, com dique de proteção na margem direita do rio Caí, contornando a área urbana, mas acompanhando o corta-rio. Esse dique é dotado de sistemas de esgotamento interno e possui sistema de comportas que possibilita a circulação de água do rio no trecho “ensecado”, além de eclusa no dique de jusante, para possibilitar a navegação até o porto de Montenegro.

2.1.1.1.2 São Sebastião do Caí

Para a cidade de São Sebastião do Caí foram propostas duas alternativas:

- Dique de proteção na margem esquerda do rio Caí, contornando a área urbana, dotado de sistema para esgotamento das águas internas ao perímetro protegido (estruturas de transposição de vazões).
- Rebaixamento de fundo da calha do rio Caí.

O dique proposto na margem esquerda, para proteção à área urbana, permite a incorporação da solução de estrada em seu coroamento e de ponte para travessia do rio Caí, interligando a rua São João à RS-124, conforme manifesto social recebido durante a fase inicial dos estudos.

A solução do dique da margem direita, para proteção da RS-124, abrange também os municípios de Harmonia e Pareci Novo, razão pela qual será tratada como uma alternativa independente.

2.1.1.1.3 Harmonia

Para a cidade de Harmonia foram propostas duas alternativas:

- Três diques de proteção na margem direita do rio Caí desenvolvendo-se paralelos ao arroio Salvador do Sul e ao rio Caí, protegendo parte da área urbana, dotados de sistemas de esgotamento interno (através estruturas de transposição de vazões).
- Implantação de corta-rio na margem esquerda do rio Caí, visto que a área urbana encontra-se na margem côncava do rio, havendo configuração topográfica favorável para esse tipo de intervenção.

2.1.1.1.4 Pareci Novo

Para a cidade de Pareci Novo foi proposta solução única através da adoção de dique de proteção na margem direita do rio Caí, contornando a área urbana, dotado de sistemas de esgotamento das águas internas através de estruturas de transposição de vazões.

Para as localidades de Matiel, Bananal e Várzea foi proposta a solução única através de dique de proteção na margem direita do rio Caí, dotado de sistema para esgotamento das águas internas ao perímetro protegido (estruturas de transposição de vazões).

2.1.1.1.5 RS-124 – Alternativa Regional

Dique de proteção na margem direita do rio Caí, para proteção da RS-124 e localidades ao longo dessa rodovia, dotados de sistema para esgotamento das águas internas ao perímetro protegido (estruturas de transposição de vazões).

2.1.1.2 Custos das Intervenções Estruturais

Cada alternativa estudada foi quantificada e orçada. Com base nos desenhos técnicos, nas dimensões das obras, nas plantas topográficas e nos equipamentos hidromecânicos e eletromecânicos necessários, foram quantificados os principais serviços e equipamentos. A orçamentação de cada alternativa foi apresentada no Relatório Técnico R7. A data de referência dos custos é março de 2014.

Para estimar os custos de desapropriação para implantação das obras, foi realizada pesquisa em imobiliárias locais, obtendo-se os seguintes valores unitários médios:

- Terreno urbano: R\$ 60,00/m² para Montenegro e São Sebastião do Caí e R\$ 30,00/m² para Harmonia e Pareci Novo.
- Terreno rural: R\$ 10.000,00/ha.
- Benfeitorias/construções urbanas: R\$ 800,00/m² para Montenegro e São Sebastião do Caí e R\$ 500,00/m² para Harmonia e Pareci Novo.

Importante destacar, que esses custos (desapropriação) foram recalculados com base nos novos valores unitários obtidos (apresentados acima), relativamente à estimativa apresentada no Relatório Técnico R7 e com base na quantificação exata das áreas e propriedades atingidas. Assim, há diferenças e um refinamento entre os valores apresentados naquela e os atuais.

O Quadro 2.1 apresenta as áreas a serem desapropriadas para a implantação das alternativas consideradas.

Quadro 2.1: Áreas a serem Desapropriadas para a Implantação das Alternativas

Cidade	Alternativa	Terrenos Urbanos (ha)	Terrenos Rurais (ha)	Edificações (m ²)
Montenegro	Dique cidade	14,93	-	15.035
	Corta-rio	-	13,00	-
	Corta-rio + Dique	1,80	25,90	7.393
São Sebastião do Caí	Dique cidade	14,60	-	9.002
	Rebaixamento	-	-	-
Harmonia	Diques	6,09	-	695
	Corta-rio	-	4,00	400
Pareci Novo	Dique cidade	1,69	3,93	3.254
	Matiel, Bananal e Várzea	-	2,50	-
Dique RS-124	Dique	-	13,5	382

Obs.: Dados obtidos da restituição aerofotogramétrica (escala 1:2.000), através de SIG.

Para a estimativa do custo da adequação do sistema de drenagem urbana aos sistemas de diques propostos, foi adotado um valor médio de R\$ 400.000,00/km, obtido em pesquisa de trabalhos recentes de consultoria.

Da mesma forma, foi adotado um custo unitário de R\$ 635.000,00/km para adequação do sistema viário, também das mesmas fontes.

Os custos de projetos (básico e executivo) e de licenciamento ambiental foram estimados em 10% do custo total de implantação (excetuando os custos das desapropriações).

Os custos de operação e manutenção foram calculados com base em um percentual do valor da obra, com vistas a arcar com os serviços necessários a preservação da integridade das estruturas e de energia para acionamento das estações de bombeamento. Esse percentual tem sido adotado, para obras hidráulicas de porte semelhante, na ordem de 0,5% ao ano.

Como resumo geral da orçamentação das alternativas, apresenta-se o Quadro 2.2, a seguir.



Quadro 2.2: Resumo Geral da Orçamentação das Alternativas Estruturais

Cidade	Alternativa	Obras	Custos (R\$)						TOTAL
			Obra	Desapropriação	Sist. Drenagem	Sist. Viário	Projetos/Estudos	SUB-TOTAL	
Montenegro	Dique Cidade	Dique	14.141.515,87	20.986.000,00	3.600.000,00	2.667.000,00	2.040.851,59	43.435.367,46	54.919.822,80
		ETVs	10.440.413,95				1.044.041,40	11.484.455,35	
	Corta-Rio	Corta-Rio	13.796.487,84	130.000,00			1.379.648,78	15.306.136,62	15.306.136,62
	Corta-Rio + Dique	Corta-Rio	13.796.487,84	130.000,00			1.379.648,78	15.306.136,62	44.404.724,41
		Dique	9.456.851,84	7.123.400,00	400.000,00	635.000,00	1.049.185,18	18.664.437,02	
		ETVs (c/ eclusa)	9.485.591,60				948.559,16	10.434.150,76	
São Sebastião do Caí	Dique Cidade	Dique	12.168.098,36	15.961.600,00	3.000.000,00	1.270.000,00	1.643.809,84	34.043.508,20	38.383.705,54
		ETVs	3.945.633,95				394.563,40	4.340.197,35	
	Rebaixamento da Calha	Rebaixamento	303.734.695,06				30.373.469,51	334.108.164,57	334.108.164,57
Harmonia	Diques	Dique	3.341.257,86	2.174.500,00	720.000,00	508.000,00	456.925,79	7.200.683,65	8.644.895,45
		ETVs	1.312.919,82				131.291,98	1.444.211,80	
	Corta-Rio	Corta-Rio	6.023.780,24	240.000,00			602.378,02	6.866.158,26	6.866.158,26
Pareci Novo	Dique Cidade	Dique	4.300.247,31	2.173.300,00	600.000,00	317.500,00	521.774,73	7.912.822,04	9.250.978,55
		ETVs	1.216.505,92				121.650,59	1.338.156,51	
	Dique – Matiel, Bananal e Várzea	Dique	1.277.341,31	25.000,00			127.734,13	1.430.075,44	6.028.177,99
		ETV	4.180.093,22				418.009,32	4.598.102,55	
RS-124	Dique	Dique	8.610.371,21	326.000,00	0,00	1.587.500,00	1.019.787,12	11.543.658,33	19.199.418,49
		ETVs	6.959.781,96				695.978,20	7.655.760,16	

2.1.2 Intervenções Não Estruturais

Em termos de intervenções não estruturais foram consideradas, para fins de determinação de custos financeiros: sistema de alerta contra cheias; mapeamento de áreas inundáveis (zoneamento); e a desapropriação das áreas inundadas com a consequente realocação das populações atingidas.

As duas primeiras intervenções abrangem, de forma geral, os quatro municípios conjuntamente. Já a solução de desapropriação/realocação é específica para cada cidade considerada.

2.1.2.1 Sistema de Alerta

O Sistema de Controle e Alerta Contra Enchentes tem por objetivo possibilitar um arranjo entre as entidades existentes na bacia hidrográfica do rio Caí, de modo que possam trabalhar em conjunto no sentido de minimizar os efeitos das cheias, através da publicação de alertas da possibilidade de cheias, para que seja possível desocupar as áreas de risco, reduzindo as perdas humanas e materiais.

A CPRM vem operando o SACE-Caí. Também há efetiva experiência em andamento, envolvendo os municípios de São Sebastião do Caí e Bom Princípio que é capaz de emitir alertas de cheias com base em régua linimétrica implantada em Vale Real. Nas últimas cheias (verão 2013 e 2014) a estação foi destruída, e não está mais em operação.

Também há ações neste sentido, através do SMAD – Serviço de Monitoramento e Alerta de Desastres, situado na SEMA.

O sistema de alerta proposto está baseado na experiência em desenvolvimento pela CPRM, que usa informações do monitoramento de chuvas e níveis de água ao longo do rio Caí, e afluentes, e na capacidade de pronta comunicação às comunidades, contando com a participação direta da Defesa Civil, principalmente seus núcleos regionais localizados na bacia.

Ao todo, no SACE-Caí foram instaladas sete estações telemétricas de monitoramento, cujos resultados são disponibilizados no portal da instituição.

Cinco das estações tem dados da chuva e nível do curso d'água:

- Passo de Montenegro - Rio Caí;
- Barca do Caí 2 - Rio Caí;
- Costa do Cadeia - Arroio Cadeia;
- Nova Palmira (Caxias do Sul) - Rio Caí;
- Linha Gonzaga (Caxias do Sul) - Rio Caí;

E outras duas estações que informam apenas o volume de chuva:

- São Vendelino - Arroio Forromeco;
- Capão dos Coxos (São Francisco de Paula) - Rio Caí, próximo à área de nascente.

A implementação de um sistema de alerta contra cheias pressupõe um trabalho articulado entre diversos atores, porém coordenado pelos núcleos regionais da Defesa Civil, com apoio da CPRM e SMAD.

Face à facilidade de mobilização dos recursos pessoais e materiais o cronograma de implementação desse projeto é da ordem de seis meses.

A utilização de estações telemétricas pode implicar em um custo de implantação desses equipamentos, da ordem de R\$ 100.000,00 (considerando custo unitário de R\$ 15.000,00 incluindo equipamento, instalação e aferição).



Há um custo relacionado à operação do sistema de monitoramento, que pode ser absorvido pelas entidades que já vem realizando esta função na região (SMAD-SEMA e CPRM).

É necessária, também, a elaboração de estudo hidrodinâmico para definição dos níveis críticos para emissão de Alertas. Para isso, está prevista a contratação de consultoria, com o objetivo de correlacionar os valores de precipitações nos municípios da bacia, com os níveis do rio Caí em São Sebastião do Caí e Montenegro, e com as cotas no Lago Guaíba. O custo desse estudo é estimado em R\$ 250.000,00.

O custo total para a implementação do sistema de alerta está estimado em R\$ 350.000,00.

2.1.2.2 Zoneamento da Passagem de Cheias para Definição de Restrições de Ocupação nos Planos Diretores Municipais

O Zoneamento de Passagem de Cheias tem por objetivo definir a zona de passagem das cheias nos municípios que estão em área ribeirinha, no trecho baixo da bacia do rio Caí, principalmente nas áreas urbanas, de modo a possibilitar a definição de restrições de ocupação solo a serem incorporadas aos planos diretores municipais. Tal zoneamento deve partir dos mapas produzidos neste estudo, apresentados no Relatório Técnico R6.

A partir do conhecimento da zona de risco em função das cheias, é possível a definição das limitações e restrições ao uso e ocupação do solo, que depois são gravadas nos planos diretores dos municípios estudados.

A efetividade desta ação está totalmente vinculada à criação das restrições nos planos diretores de desenvolvimento municipais e, depois, ao cumprimento deste instrumento nos municípios, evitando a ocupação das áreas de risco.

O zoneamento das áreas de inundação engloba as seguintes etapas: determinação dos riscos das enchentes; mapeamento das áreas de inundação e zoneamento.

- **Determinação dos Riscos das Enchentes**

Neste trabalho foram apresentados dados hidrológicos e mapas com níveis de água associados a diversos tempos de retorno, que podem ser utilizados como ponto de partida para escolha dos níveis de risco com os quais se deseja trabalhar.

Usualmente, não se recomenda a ocupação, com moradias, de áreas com cotas de cheias inferiores ao tempo de retorno de 100 anos. Também não se recomenda ocupação urbana, de nenhum tipo, em áreas de recorrência inferior a 10 anos. Para as áreas entre 10 e 100 anos deve-se definir o tipo de ocupação a ser permitido ou a restrição da obrigatoriedade de elevar a cota, com aterro, previamente à ocupação.

- **Mapeamento das Áreas de Inundação**

Os mapas de inundação podem ser de dois tipos: mapas de planejamento, que definem as áreas atingidas por cheias de tempos de retorno escolhido; e os mapas de alerta, que são mapas de operação, e informam em cada ponto de controle, o nível de água da régua no qual inicia a inundação.

Deverá ser elaborado o primeiro tipo de mapa e, depois, após refinamento topográfico, que seja confeccionado o mapa de alerta, a partir dos resultados do sistema de alerta e da restituição fotogramétrica já produzida no presente estudo.

- **Zoneamento**

O zoneamento propriamente dito é a definição de um conjunto de regras de ocupação de áreas de maior risco de inundação, visando à minimização futura das perdas materiais e humanas em face da ocorrência de cheias.



A regulamentação do uso das zonas de inundação apoia-se em mapas com demarcação de áreas de diferentes riscos e nos critérios de ocupação das mesmas, tanto quanto ao uso como aos aspectos construtivos. Para que essa regulamentação seja utilizada, beneficiando as comunidades, a mesma deve ser integrada à legislação municipal sobre loteamentos, construções e habitações, ou seja o plano diretor, a fim de garantir a sua observância.

Deverão ser definidas, para cada município, as zonas de passagem das enchentes; as zonas com restrições de ocupação; e as zonas de baixo risco.

A regulamentação da ocupação é um processo iterativo, que passa por uma proposta técnica que é discutida pela comunidade antes de ser incorporada ao plano diretor da cidade.

Os principais atores intervenientes na implementação desta ação e suas respectivas atribuições são as Prefeituras Municipais, que terão a atribuição de contratar os serviços de consultoria para a elaboração dos zoneamentos; e a Secretaria de Obras Públicas (SOP) e Metroplan, com a atribuição potencial de coordenar tecnicamente a elaboração dos serviços, face à sua experiência nessa área.

Os zoneamentos em cada área urbana podem ser realizados de forma individual, mas haverá ganhos técnicos e financeiros se tais trabalhos forem realizados de forma unificada. O prazo para a realização dos estudos e serviços integrantes desta ação é da ordem de seis meses a um ano de duração.

- **Custos de Implementação**

Considerando que as bases cartográficas já estão disponíveis, bem como os níveis de água associados a diferentes riscos de cheias (tempos de retorno), essa ação demandará custos de confecção de mapas específicos para cada área urbana, o que poderá ser realizado através de consultoria ou pelas equipes técnicas dos executivos municipais.

A contratação de consultoria demandará um custo estimado de R\$ 100.000,00. Já no caso desse serviço ser realizado pelos corpos técnicos dos executivos municipais, não haverá custo direto. Também a incorporação desses mapas aos planos diretores municipais, correrá por conta dos legislativos e executivos municipais, não implicando em custos diretos.

2.1.2.3 Desapropriação das Áreas Atingidas pelas Cheias e Realocação das Populações

Os custos dessa solução decorrem dos valores das propriedades e benfeitorias atingidas pelas cheias, em cada cidade considerada. Para a determinação desses valores, foram identificados e quantificados os terrenos e benfeitorias diretamente atingidos por cheia com recorrência de 100 anos, apresentados nos mapas de inundação do Relatório Técnico R7. Essas quantidades foram multiplicadas pelos respectivos valores unitários médios, obtidos de pesquisa direta com imobiliárias locais, tanto para terrenos urbanos e rurais, quanto para benfeitorias (adotados no item 2.1.1.2 deste relatório).

- Terreno urbano: R\$ 60,00/m² para Montenegro e São Sebastião do Caí e R\$ 30,00/m² para Harmonia e Pareci Novo.
- Terreno rural: R\$ 10.000,00/ha.
- Benfeitorias/construções urbanas: R\$ 800,00/m² para Montenegro e São Sebastião do Caí e R\$ 500,00/m² para Harmonia e Pareci Novo.

Os valores globais, para cada cidade considerada, resultaram da soma dos valores totais dos terrenos e benfeitorias. As áreas desapropriadas são apresentadas no Quadro 2.3 e os respectivos valores no Quadro 2.4.



Não foram consideradas as alternativas: corta-rio em Montenegro, rebaixamento da calha do rio Caí em São Sebastião do Caí e corta-rio em Harmonia, visto não representarem proteção efetiva contra cheias, mesmo para as de baixa recorrência.

Quadro 2.3: Áreas Atingidas pelas Cheias (TR = 100 anos)

Cidade	Áreas Terrenos Urbanos (ha)	Áreas Terrenos Rurais (ha)	Áreas de Edificações (m ²)
Montenegro – Dique cidade	234,66	-	457.680
Montenegro – Corta-Rio + Dique	234,66	754,42	482.810
São Sebastião do Caí	78,05	-	202.519
Harmonia	7,81	-	1.512
Parei Novo – Cidade	22,36	-	15.665
Parei Novo – Matiel, Bananal e Várzea	-	360,00	17.365
RS-124	-	137,49	8.674

Quadro 2.4: Custos de Desapropriação das Áreas Atingidas pelas Cheias

Cidade	Custos Terrenos Urbanos (R\$)	Custos Terrenos Rurais (R\$)	Custos das Edificações (R\$)	Custos Globais (R\$)
Montenegro – Dique cidade	140.796.000,00	-	366.144.000,00	506.940.000,00
Montenegro – Corta-Rio + Dique	140.796.000,00	7.544.200,00	386.248.000,00	534.588.200,00
São Sebastião do Caí	46.830.000,00	-	162.015.200,00	208.845.200,00
Harmonia	2.343.000,00	-	756.000,00	3.099.000,00
Parei Novo – Cidade	6.708.000,00	-	7.832.500,00	14.540.500,00
Parei Novo - Matiel, Bananal e Várzea	-	3.600.000,00	8.682.500,00	12.282.500,00
RS-124	-	1.374.900,00	4.337.000,00	5.711.900,00

Obs.: Para cheia com recorrência de 100 anos.

Comparando os custos com a desapropriação das áreas atingidas pelas cheias com o custo da respectiva intervenção de proteção, pode-se observar que em dois casos pode ser vantajosa a desapropriação:

- No caso de Harmonia – diques custam 8,6 milhões de reais e a desapropriação 3,1 milhões de reais; e
- No caso da RS-124 – dique custa 19,2 milhões de reais e a desapropriação 14,5 milhões de reais, embora neste caso não tenha sido precificado o valor da rodovia RS-124, em termos de manutenção do trânsito durante os eventos de cheia.

Para Montenegro, São Sebastião do Caí e Matiel-Bananal-Várzea, não há dúvidas quanto à vantagem financeira da implantação das intervenções sobre a desapropriação das áreas atingidas.



2.1.3 Custos Financeiros das Cheias

A determinação dos custos financeiros decorrentes de um evento de cheia é complexa e com considerável grau de imprecisão. Na ótica de algumas entidades públicas, pode consistir nos custos de reparação imediata e com o alojamento da população atingida. No entanto, há perdas financeiras também em termos do tempo dispendido pela população atingida, que deixa de realizar suas atividades profissionais, para cuidar dos bens materiais e humanos atingidos durante o período de águas altas e até mesmo depois, na recuperação de danos materiais.

Face a essa complexidade, a determinação dos custos financeiros das cheias centenárias no baixo rio Caí (no âmbito desse estudo) foi baseada na soma de duas parcelas:

- Uma parcela relacionada ao custo material de perdas associadas às propriedades (terrenos e benfeitorias) atingidas. Para tanto, definiu-se um percentual sobre o valor total das propriedades correspondente às perdas financeiras. Esse percentual foi adotado como 5% e aplicado sobre o valor total já calculado e apresentado no Quadro 2.4.
- Outra parcela associada ao tempo dedicado pela população atingida aos cuidados com seus bens humanos e materiais. Para tanto, foi estimado um tempo médio dedicado de 5 dias. O valor desse tempo foi obtido considerando-se proporcionalmente a um salário médio mensal de R\$ 2.200,00 reais (correspondente a três salários mínimos). Assim, multiplicou-se a população atingida por esse valor multiplicado pela relação de tempo entre 5 dias e o mês de trabalho.

Esses custos estão associados a eventos de grande magnitude (no caso, foi considerada a cheia com recorrência de 100 anos) e foram calculados para os quatro municípios, para a RS-124 e para as localidades de Matiel, Bananeira e Várzea. No caso de Montenegro, foram calculados valores referentes às duas alternativas (dique junto à cidade e corta-rio associado a dique). Já para as outras cidades foi calculado apenas um custo financeiro.

O Quadro 2.5 apresenta as duas parcelas consideradas e a soma correspondente aos custos financeiros das cheias em cada cidade.

Quadro 2.5: Custos Financeiros das Cheias com tempo de recorrência diferente de 100 anos

Cidade	Custos dos Terrenos e Benfeitorias Atingidas (R\$)	Custos de Perdas por Cheias (R\$)		Custos sobre a População (R\$)	Custos Globais por Cheia (R\$)
		População Atingida (hab.)			
Montenegro – Dique Cidade	506.940.000,00	25.347.000,00	6.990	3.075.600,00	28.422.600,00
Montenegro – Corta-Rio + Dique	534.588.200,00	26.729.410,00	7.500	3.300.000,00	30.029.410,00
São Sebastião do Caí	208.845.200,00	10.442.260,00	3.300	1.452.000,00	11.894.260,00
Harmonia	3.099.000,00	154.950,00	30	13.200,00	168.150,00
Parei Novo - Cidade	14.540.500,00	727.025,00	190	83.600,00	810.625,00
Parei Novo - Matiel, Bananal e Várzea	12.282.500,00	614.125,00	450	198.000,00	812.125,00
RS-124	5.711.900,00	285.595,00	130	57.200,00	342.795,00

Obs.: Cheia com recorrência de 100 anos.

Para eventos com recorrências diferentes, foram considerados percentuais de custos das cheias com 100 anos de recorrência, conforme os seguintes critérios:

- Calculou-se a área de terrenos urbanos e rurais protegida pelas alternativas, consideradas as manchas de inundação de TR 50, 25, 20 e 5 anos, bem como o custo de desapropriação destes terrenos, conforme item 2.1.2.3.
- As benfeitorias/construções foram estratificadas de acordo com a altura que a lâmina d'água atinge durante o evento da cheia nos TR's avaliados (50, 25, 20 e 5 anos). Esta estratificação permitiu atribuir diferentes níveis de prejuízo as benfeitorias/construções em função da mudança na lâmina d'água, conforme metodologia apresentada em Tucci (1993)¹. O custo do m² de benfeitoria/construção foi mantido conforme o item 2.1.2.3.
- Estimou-se a população atingida pela cheia nos 4 tempos de recorrência avaliados e atribuíram-se valores referentes ao tempo dedicado para cuidados com os bens humanos e materiais, da mesma forma como realizado para a cheia centenária.

Desta forma, os percentuais apresentados no Quadro 2.6 guardam proporção com as áreas inundadas por ocasião das cheias, com a mudança da lâmina d'água sobre as edificações e com a população atingida pela cheia, conforme verificado nos mapas de inundação para as referidas recorrências, da modelagem hidrodinâmica.

Quadro 2.6: Relação entre as cheias de diferentes recorrências e o custo da cheia com tempo de recorrência de 100 anos

Cidade	Alternativa	TR 50 anos	TR 25 anos	TR 20 anos	TR 5 anos
Montenegro	Dique junto à Cidade	92%	87%	86%	69%
	Dique + Corta-rio	93%	87%	86%	70%
São Sebastião do Caí	Dique junto à Cidade	87%	64%	59%	19%
Harmonia	Diques	85%	67%	65%	44%
Parei Novo	Dique junto à Cidade	90%	70%	69%	47%
	Matiel, Bananal e Várzea	81%	32%	31%	20%
RS-124	Dique	89%	71%	67%	28%

2.2 Benefícios Financeiros das Alternativas

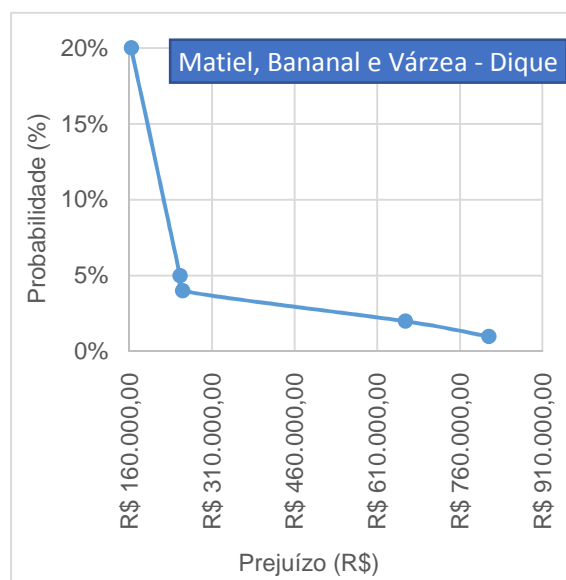
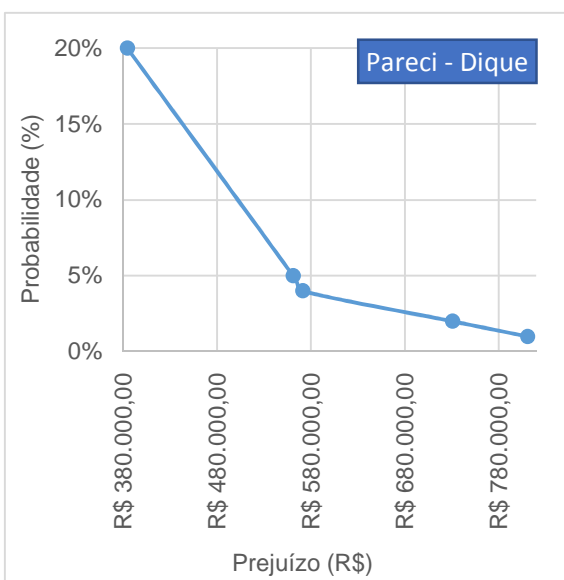
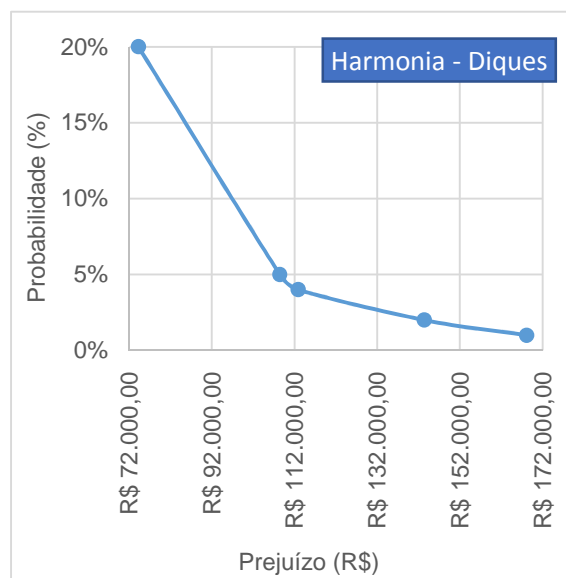
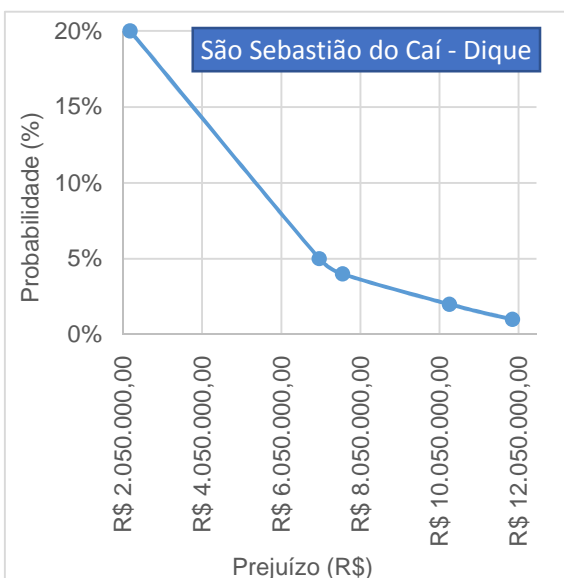
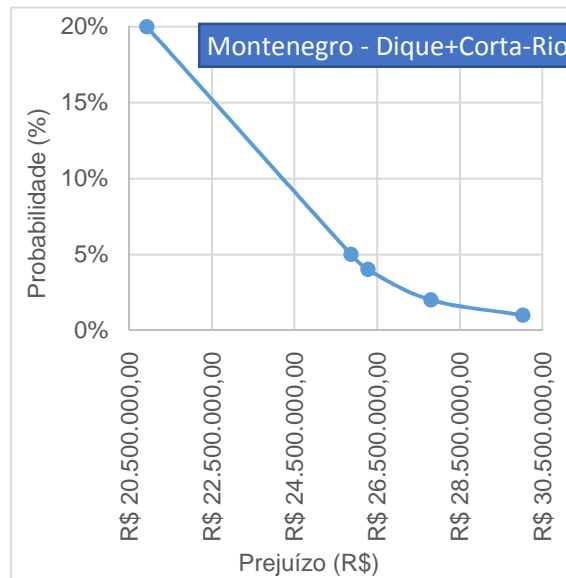
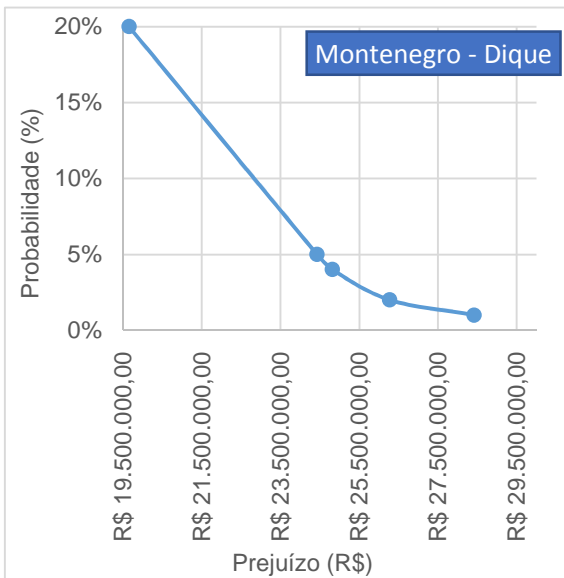
Os benefícios financeiros das alternativas estruturais (aquelas que são efetivas na proteção com recorrência de 100 anos) foram determinados através da metodologia de estimativa do custo médio da cheia, conforme apresentado em Tucci (1993).

De acordo com a metodologia, a integração da curva de prejuízo *versus* probabilidade permite a estimativa do custo médio anual da cheia.

Assim, foram traçadas as curvas de prejuízo *versus* probabilidade de ocorrência para cada uma das alternativas por meio dos valores estimados de custo da cheia centenária (Quadro 2.5) e relação entre o custo da cheia centenária as demais recorrência estudadas (Quadro 2.6). O resultado pode ser observado nos gráficos apresentados em sequência (Figura 2.1).

Posteriormente calculou-se a área sob a curva e desta forma foi determinado o custo médio anual da cheia, o qual será chamado de benefício financeiro das alternativas para fins de avaliação financeira (relação benefício/custo). Para o cálculo, considerou-se que uma cheia com TR inferior a 5 anos não provoca prejuízos e que a cheia com TR de 100 anos é o máximo prejuízo possível.

¹ Hidrologia: Ciência e Aplicação / Organizado por Carlos E. M. Tucci. Porto Alegre. UFRGS. 1993.



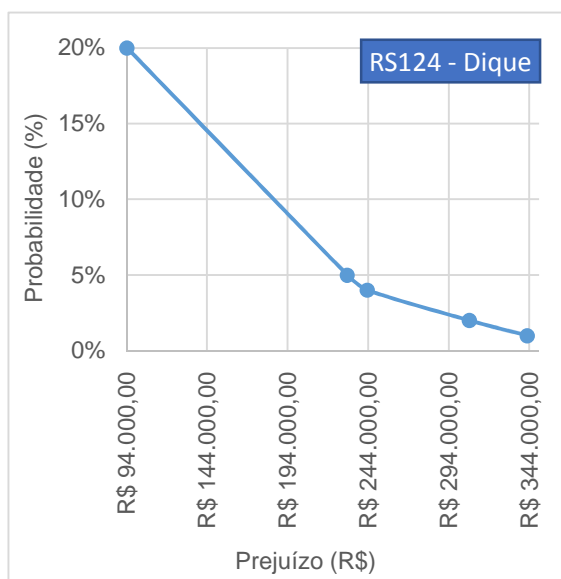


Figura 2.1: Curva Prejuízo *versus* Probabilidade

Os benefícios financeiros das alternativas são apresentados no Quadro 2.7, para os diversos tempos de recorrência (TR's) considerados.

Quadro 2.7: Benefícios Financeiros das Alternativas para Cheias de Diversos TR's

Cidade	Alternativa	TR 100 anos	TR 50 anos	TR 25 anos	TR 20 anos	TR 5 anos
Montenegro	Dique junto à Cidade	R\$ 28.422.600,00	R\$ 26.271.764,35	R\$ 24.817.898,29	R\$ 24.428.662,00	R\$ 19.654.262,33
	Dique + Corta-rio	R\$ 30.029.410,00	R\$ 27.798.790,21	R\$ 26.273.897,30	R\$ 25.863.687,08	R\$ 20.928.035,37
São Sebastião do Caí	Dique junto à Cidade	R\$ 11.894.260,00	R\$ 10.300.148,99	R\$ 7.603.454,95	R\$ 7.015.228,99	R\$ 2.233.793,95
Harmonia	Diques	R\$ 168.150,00	R\$ 143.443,46	R\$ 112.907,64	R\$ 108.472,37	R\$ 74.255,14
Parei Novo	Dique junto à Cidade	R\$ 810.625,00	R\$ 730.630,50	R\$ 571.001,94	R\$ 560.949,21	R\$ 384.284,83
	Matiel, Bananal e Várzea	R\$ 812.125,00	R\$ 660.869,79	R\$ 256.835,73	R\$ 251.885,81	R\$ 163.150,72
RS-124	Dique	R\$ 342.795,00	R\$ 306.799,63	R\$ 243.481,82	R\$ 231.124,06	R\$ 94.413,83

No caso das alternativas não estruturais não há como estimar esses valores, pelo fato dessas soluções não serem totalmente efetivas na proteção, havendo grande variabilidade de situações.

Para o cenário atual, de convívio com as cheias, não há benefício e o custo é aquele correspondente à ocorrência da própria cheia.



3 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE FINANCEIRA DAS ALTERNATIVAS



3 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE FINANCEIRA DAS ALTERNATIVAS

A avaliação da viabilidade financeira das alternativas propostas foi focada nas intervenções estruturais com efetividade na proteção contra as cheias, bem como na alternativa não estrutural de desapropriação das áreas atingidas pelas cheias, nos casos em que essa alternativa se mostrou interessante em termos comparativos com as respectivas intervenções estruturais (casos de Harmonia, Pareci Novo e RS-124). Ou seja, foram consideradas apenas as soluções estruturais que demonstraram ser efetivas na proteção contra cheias com recorrência de 100 anos.

Inicialmente, apresentam-se a metodologia e os parâmetros utilizados na avaliação da viabilidade financeira e, na sequência, os resultados da viabilidade para cada alternativa considerada.

Tendo em vista que não são abordadas, no presente estudo, as fontes ou formas de financiamento das intervenções consideradas, entende-se que esta avaliação não possui um caráter literalmente financeiro, de ótica orçamentária.

3.1 Metodologia e Parâmetros da Avaliação da Viabilidade Financeira

A metodologia utilizada para a avaliação da viabilidade financeira das alternativas consideradas baseia-se na confrontação dos custos com os benefícios financeiros, através de duas figuras de mérito: relação benefício/custo (B/C) e custo unitário (por morador beneficiado). Tais figuras de mérito auxiliaram na hierarquização das alternativas, sob a ótica financeira.

Como é usual na análise financeira de obras infra-estruturais, será considerado um tempo de avaliação financeira das intervenções, de 50 anos (BNDES e Governo Federal).

Nessa análise, considerou-se para a avaliação financeira, a relação benefício/custo (B/C) com base nos valores de custos descontados e o benefício através da análise do custo médio da cheia.

Os custos de implantação foram obtidos diretamente da orçamentação das alternativas (Quadro 2.2) e os benefícios do Quadro 2.7, para diversas recorrências. O custo de implantação foi considerado integralmente no ano inicial do período de avaliação. Já os custos de operação e manutenção foram distribuídos igualmente ao longo de todo o período. A planilha com o detalhamento do fluxo de caixa está apresentada no Anexo 7.2. No que se refere aos benefícios optou-se por utilizar a metodologia do custo médio anual da cheia de 100 anos, apresentado no item 2.2.

Os parâmetros utilizados na presente avaliação de viabilidade financeira são os seguintes:

- Período de avaliação: 50 anos.
- Fluxo de caixa com base anual.
- Custo total de implantação: realizado todo no primeiro ano (ano zero).
- Custos anuais: de operação e manutenção (0,5% do custo de implantação) ao ano.
- Benefício determinado pelo custo médio da cheia de 100 anos de TR.
- População protegida: população atual residente na área de inundação com TR de 100 anos.
- Unidade monetária: Reais (R\$).
- Ano-base: 2014.
- Taxa anual de desconto: 5%.
- Figuras de mérito avaliadas: relação B/C e custo unitário.
- Desconsiderados os efeitos inflacionários para o período projetivo.

3.2 Viabilidade Financeira

Os resultados da avaliação de viabilidade financeira, para cada alternativa considerada, são apresentados através de planilhas que retratam os custos de implantação e manutenção, benefícios financeiros, população atingida, relação B/C e custo unitário. Ao final, os resultados são comparados entre si para as alternativas propostas concorrentes em cada cidade. É importante ressaltar que as análises de viabilidade não tem o ponto de vista específico do Estado ou da comunidade local, mas sim da sociedade geral.

Os cenários hipotéticos, considerados na avaliação financeira para fins de comparação com as alternativas estruturais, foram:

- Desapropriação total das áreas atingidas pelas cheias com recorrência de 100 anos.
- Convivência com a cheia, ou seja, manutenção da condição atual de ocupação sem a adoção de medidas estruturais e não-estruturais. O valor é representado pelo custo médio da cheia na área protegida.

Montenegro

- Dique de proteção na margem direita do rio Caí, contornando a área urbana
- Associação do corta-rio na alça do rio Caí, em sua margem esquerda, com dique de proteção na margem direita do rio Caí acompanhando o corta-rio

São Sebastião do Caí

- Dique de proteção na margem esquerda do rio Caí contornando a área urbana

Harmonia

- Três diques de proteção na margem direita do rio Caí desenvolvendo-se paralelos ao arroio Salvador do Sul, protegendo parte da área urbana

Pareci Novo

- Dique de proteção na margem direita do rio Caí, contornando a área urbana

RS-124

- Dique de proteção na margem direita do rio Caí, para proteção da RS-124 e localidades adjacentes

Entre as alternativas estudadas no Relatório Técnico 7, não foram consideradas para fins de avaliação financeira os reservatórios de laminação à montante, corta-rio em Montenegro; rebaixamento da calha do rio Caí em São Sebastião do Caí e corta-rio em Harmonia; visto não representarem proteção efetiva contra cheias, mesmo de baixa recorrência e/ou altos custos.

Os resultados da avaliação das viabilidades financeiras de cada alternativa, para cada cidade, são apresentados no Quadro 3.1.



Quadro 3.1: Resultados da Viabilidade Financeira das Alternativas

Cidade	Cenário	Custo de Implantação (R\$)	Custo de Operação e Manutenção (R\$)	Custos Descontados (R\$)	Benefício Financeiro (R\$)	População Atingida (habitantes)	Relação Benefício/Custo	Custo Unitário (R\$/habitante)
Montenegro	Dique junto à Cidade	R\$ 54.919.822,80	R\$ 274.599,11	R\$ 59.735.754,48	R\$ 69.019.410,83	6990	1,16	R\$ 7.856,91
	Dique + Corta-rio	R\$ 44.404.724,41	R\$ 222.023,62	R\$ 48.298.584,75	R\$ 71.462.200,81	7500	1,48	R\$ 5.920,63
	Desapropriação ²	R\$ 520.764.100,00		R\$ 520.764.100,00	R\$ 70.240.805,82	7245	0,13	R\$ 71.879,10
	Convivência com a cheia ²	R\$ 70.240.805,82				7245		R\$ 9.695,07
São Sebastião do Caí	Dique junto à Cidade	R\$ 38.383.705,54	R\$ 191.918,53	R\$ 41.749.581,45	R\$ 72.896.203,51	3300	1,75	R\$ 11.631,43
	Desapropriação	R\$ 208.845.200,00		R\$ 208.845.200,00	R\$ 72.896.203,51	3300	0,35	R\$ 63.286,42
	Convivência com a cheia	R\$ 72.896.203,51				3300		R\$ 22.089,76
Harmonia	Diques	R\$ 8.644.895,45	R\$ 43.224,48	R\$ 9.402.968,35	R\$ 576.341,42	30	0,06	R\$ 288.163,18
	Desapropriação	R\$ 3.099.000,00		R\$ 3.099.000,00	R\$ 576.341,42	30	0,19	R\$ 103.300,00
	Convivência com a cheia	R\$ 576.341,42				30		R\$ 19.211,38
Parei Novo	Dique junto à Cidade	R\$ 9.250.978,55	R\$ 46.254,89	R\$ 10.062.198,91	R\$ 2.852.419,44	190	0,28	R\$ 48.689,36
	Desapropriação	R\$ 14.540.500,00		R\$ 14.540.500,00	R\$ 2.852.419,44	190	0,20	R\$ 76.528,95
	Convivência com a cheia	R\$ 2.852.419,44				190		R\$ 15.012,73
	Dique Matiel, Bananal e Várzea	R\$ 6.028.177,99	R\$ 30.140,89	R\$ 6.839.398,35	R\$ 2.570.448,23	450	0,38	R\$ 13.395,95
	Convivência com a cheia Matiel, Bananal e Várzea	R\$ 2.570.448,23				450		R\$ 5.712,11
RS-124	Dique	R\$ 19.199.418,49	R\$ 95.997,09	R\$ 20.883.019,82	R\$ 2.008.434,33	130	0,10	R\$ 147.687,83
	Desapropriação	R\$ 5.711.900,00		R\$ 5.711.900,00	R\$ 2.008.434,33	130	0,35	R\$ 43.937,69
	Convivência com a cheia	R\$ 2.008.434,33				130		R\$ 15.449,49

² Valores médios entre a alternativa de dique junto à cidade e dique associado a corta-rio.



De forma geral, excetuando o caso de Montenegro e São Sebastião do Caí, pode-se observar que as alternativas de intervenção estudadas apresentam baixa viabilidade financeira, o que é usual para intervenções desta natureza (obras infra-estruturais de proteção de cheias, justificadas pelo forte apelo e impacto social).

No caso de Montenegro, face à intensidade dos impactos das cheias, há nítida viabilidade financeira, para as duas alternativas consideradas. A associação do corta-rio com o dique mostra-se mais viável, com relação benefício/custo de 1,48. Para a alternativa com o dique junto à área urbana, a relação B/C é de 1,16. O custo da alternativa, por habitante beneficiado, é de R\$ 5.920,00 para a alternativa corta-rio + dique. A alternativa de desapropriar as áreas atingidas possui valor muito superior aos benefícios (cerca de 10 vezes), mostrando a sua prévia inviabilidade. Por exemplo, para desapropriar as áreas atingidas pelas cheias atinge-se um custo de R\$ 71.200,00 por habitante protegido.

No caso de São Sebastião do Caí foi avaliada apenas uma alternativa viável, visto que o rebaixamento da calha do rio Caí não se mostrou efetiva na proteção da cidade e que o valor de desapropriação das áreas atingidas é muito superior aos benefícios. A implantação do dique apresenta relação B/C de 1,75. Não foram computados ainda os benefícios financeiros com a circulação viária sobre o dique (de difícil mensuração). O custo unitário de implantação é da ordem de R\$ 11.630,00 por habitante beneficiado. A alternativa de desapropriar as áreas atingidas pelas cheias mostra-se inviável face ao seu custo, de cerca de 209 milhões de reais. O custo unitário, por habitante protegido, para essa alternativa, é de R\$ 63.300,00.

Para Harmonia, as duas alternativas avaliadas mostram inviabilidade financeira, no entanto, a desapropriação das áreas atingidas pelas cheias mostra indicadores relativamente melhores. O custo unitário para essa alternativa é de R\$ 103.300,00, enquanto para a implantação de diques é de R\$ 288.160,00. Em termos estritamente financeiros, do ponto de vista da sociedade em geral, a convivência com as cheias mostra-se mais viável, embora sem resolver o problema local.

Em Pareci Novo as duas alternativas avaliadas para proteção da área urbana mostram-se muito próximas em termos de indicadores financeiros. No entanto, a construção de dique apresenta melhor retorno financeiro (embora também negativo, como a alternativa de desapropriação das áreas atingidas pelas cheias) e menor custo unitário por habitante protegido.

O dique de proteção das localidades de Matiel, Bananal e Várzea, no município de Pareci Novo, apresenta viabilidade financeira limitada, do ponto de vista da sociedade em geral, mas com uma relação B/C superior às demais alternativas propostas para as cidades de Harmonia, Pareci Novo e para RS-124. Em termos de custo unitário de implantação (R\$ 13.396,00 por habitante protegido), apresenta um valor próximo ao de São Sebastião do Caí e cerca de quatro vezes menor que para a alternativa de dique na área urbana de Pareci Novo.

Por fim, para a proteção da RS-124 e localidades adjacentes no trecho entre São Sebastião do Caí e Harmonia, a alternativa de desapropriação das áreas atingidas pelas cheias mostra-se mais atrativa, relativamente à construção de dique, conforme os critérios adotados na presente avaliação financeira. No entanto, essa alternativa (desapropriação) não faz sentido em se tratando de uma rodovia com fluxo regional. O custo de relocação da rodovia não foi considerado, o que limita os presentes resultados. Assim sendo, a avaliação da viabilidade financeira não é suficientemente consistente para subsidiar a seleção da “melhor” alternativa, devendo-se, para isso, lançar mão de outros aspectos de viabilidade (como apresentado no próximo capítulo).



4 AVALIAÇÃO TÉCNICA E AMBIENTAL DAS ALTERNATIVAS



4 AVALIAÇÃO TÉCNICA E AMBIENTAL DAS ALTERNATIVAS

Neste capítulo são apresentados os resultados referentes à avaliação técnica e ambiental das alternativas de intervenção estrutural propostas, bem como da desapropriação das áreas atingidas, para os casos de Harmonia, Pareci Novo e RS-124. As alternativas consideradas são apresentadas no Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Alternativas Consideradas na Avaliação Técnica e Ambiental

Cidade	Alternativa
Montenegro	Dique junto à cidade
	Corta-rio e Dique
São Sebastião do Caí	Dique junto à cidade
Harmonia	Diques junto à cidade
	Desapropriação das áreas atingidas
Pareci Novo	Dique junto à cidade
	Desapropriação das áreas atingidas
	Dique Matiel, Bananeira, Várzea
RS-124	Dique paralelo à rodovia
	Desapropriação das áreas atingidas

Há, ainda, a possibilidade de nada fazer em alguns casos, ou seja, conviver com as cheias, quando as alternativas propostas não apresentam nítida viabilidade financeira, técnica, social e ambiental.

Importante ressaltar, que os aspectos sociais estão contemplados no item de avaliação ambiental, conforme indicado no plano de trabalho.

4.1 Avaliação Técnica das Alternativas

Para cada uma das alternativas mencionadas anteriormente foram avaliados os aspectos relacionados à viabilidade técnica, de forma comparativa, com vistas a possibilitar um juízo de valor capaz de identificar melhores condições e, por consequência, o grau de hierarquia entre elas para fins de posterior definição das melhores alternativas.

A avaliação comparativa foi realizada, sempre, entre alternativas concorrentes. Nesse sentido, embora a alternativa de dique para proteção das comunidades de Matiel, Bananal e Várzea esteja inserida no município de Pareci Novo, não concorre com as demais alternativas que se destinam à proteção da área urbana.

Em termos técnicos, foram considerados três aspectos: efetividade de proteção contra cheias com recorrência centenária; aspectos construtivos/executivos; e aspectos operacionais.

O primeiro aspecto (efetividade de proteção) é eliminatório e não comparativo. Desta forma, definiu quais alternativas seriam avaliadas, sendo eliminados desta avaliação: o corta-rio em Montenegro; o corta-rio em Harmonia e o rebaixamento da calha do rio Caí em São Sebastião do Caí, por não representarem proteção às cheias, mesmo para as de baixa recorrência (inferiores a 5 anos).

Em cada situação, foram considerados dois graus comparativos de avaliação que expressam a viabilidade do critério:

- Alta Viabilidade – sigla “A”;
- Baixa Viabilidade – sigla “B”.

Quando há equivalência de viabilidade entre os critérios confrontados, considerou-se uma indiferença comparativa (utilizado o sinal “=” nos quadros comparativos).



No caso de alternativas únicas (São Sebastião do Caí e Matiel-Bananal-Várzea), foi avaliada a situação absoluta do critério.

4.1.1 Aspectos Construtivos

Foram considerados na avaliação técnica dos aspectos construtivos/executivos, os seguintes critérios de avaliação, sempre de forma comparativa entre alternativas:

- Complexidade construtiva/executiva
- Tempo de construção/execução
- Disponibilidade de materiais construtivos
- Interferência com sistema de drenagem
- Interferência com sistema viário

O Quadro 4.2 apresenta as situações comparativas quanto aos aspectos construtivos considerados entre as alternativas concorrentes.

Quadro 4.2: Aspectos Construtivos/Executivos–Matriz de Avaliação Comparativa entre Alternativas Concorrentes.

Cidade	Alternativa	Complexidade Executiva	Tempo de Execução	Disponibilidade de Materiais	Interferência Sistema Drenagem	Interferência Sistema Viário
Montenegro	Dique junto à cidade	B	B	B	B	B
	Corta-rio e Dique	A	A	A	A	A
São Sebastião do Caí	Dique junto à cidade	A	B	B	B	B
Harmonia	Diques junto à cidade	B	B	B	B	B
	Desapropriação das áreas atingidas	A	A	A	A	A
Pareci Novo	Dique junto à cidade	B	B	B	B	B
	Desapropriação das áreas atingidas	A	A	A	A	A
	Dique Matiel, Bananeira, Várzea	A	A	A	B	A
RS-124	Dique paralelo à rodovia	A	A	B	B	B
	Desapropriação das áreas atingidas	B	B	A	A	A

A – alta viabilidade comparativa; B – baixa viabilidade comparativa; = equivalência de condições.

Para Montenegro, a alternativa com corta-rio associado ao dique implica em menor complexidade construtiva e maior rapidez executiva, visto não haver significativa interferência na área urbana, o que não ocorre com a alternativa do dique junto à cidade. Em termos de necessidade de material de construção a segunda alternativa pode contar com o material escavado do próprio corta-rio, implicando em menor necessidade de empréstimos de material para o maciço. Também a segunda alternativa conta com menor impacto sobre a rede de drenagem e viária, em razão de se localizar distante da área urbana.

Para São Sebastião do Caí, o dique não apresenta complexidade executiva, mas a sua implantação demandará tempo face à necessidade de desapropriar diversas propriedades

urbanas. Haverá necessidade de significativo volume de material de empréstimo para a construção do maciço e impactos diretos sobre as redes de drenagem e viária urbanas.

Para Harmonia, todos os critérios de avaliação são favoráveis à alternativa de desapropriação das áreas atingidas pelas cheias, visto que os três diques demandarão maior complexidade executiva, tempo de execução, material de construção e impactos sobre as redes de drenagem e viária.

No caso de Pareci Novo, de forma similar à Harmonia, há maior viabilidade executiva para a alternativa de desapropriação das áreas atingidas pelas cheias, comparativamente à construção do dique, embora se tenha um maior número de propriedades a desapropriar.

O dique de proteção de Matiel-Bananal-Várzea apresenta alta viabilidade em todos os critérios executivos, com exceção da interferência na rede de drenagem, por interceptar um arroio de porte.

Quanto à proteção da RS-124, a alternativa com dique é mais vantajosa em termos de complexidade e tempo de execução que a desapropriação, face à dimensão das desapropriações nesta alternativa. Já nos critérios de material para construção e interferência nas redes de drenagem e viária, há vantagem para a segunda alternativa.

4.1.2 Aspectos Operacionais

Foram considerados na avaliação técnica, os seguintes aspectos operacionais, sempre de forma comparativa entre alternativas concorrentes:

- Necessidade de sistema operacional específico
- Complexidade operacional
- Demanda de energia
- Manutenção estrutural

O Quadro 4.3 apresenta as situações comparativas quanto aos aspectos operacionais considerados entre as alternativas concorrentes.

Quadro 4.3: Aspectos Operacionais - Matriz de Avaliação Comparativa entre Alternativas Concorrentes.

Cidade	Alternativa	Sistema Operacional Específico	Complexidade Operacional	Demanda de Energia	Manutenção Estrutural
Montenegro	Dique junto à cidade	A	A	B	A
	Corta-rio e Dique	B	B	A	B
São Sebastião do Caí	Dique junto à cidade	B	A	A	B
Harmonia	Diques junto à cidade	B	B	B	B
	Desapropriação das áreas atingidas	A	A	A	A
Pareci Novo	Dique junto à cidade	B	B	B	B
	Desapropriação das áreas atingidas	A	A	A	A
	Dique Matiel, Bananeira, Várzea	B	A	B	B
RS-124	Dique paralelo à rodovia	B	B	B	B
	Desapropriação das áreas atingidas	A	A	A	A

A – alta viabilidade comparativa; B – baixa viabilidade comparativa; = equivalência de condições.



Para Montenegro, em termos operacionais, há vantagem para a alternativa de dique junto à cidade, visto que os equipamentos hidromecânicos desta alternativa são menos complexos de operar em relação à alternativa com corta-rio e dique, que conta com sistema de comportas e eclusa, além da estação de bombeamento. Os custos de energia serão menores na segunda alternativa, pois se pode contar com o volume de água acumulado na alça protegida do rio, para amortecimento do pico de vazões, e com o posterior esvaziamento pelas comportas. Em termos de manutenção estrutural a segunda alternativa exigirá maiores ações pela diversidade de equipamentos e obras.

O dique em São Sebastião do Caí exigirá a existência de sistema operacional específico, para controle o monitoramento das estruturas de transposição de vazões (acionamento e manutenção das comportas e grupos moto-bomba), no entanto, com complexidade operacional limitada. A demanda de energia estará limitada apenas durante eventos de cheia. As obras e equipamentos exigirão manutenção estrutural sistemática e periódica.

Para Harmonia, a alternativa com a desapropriação das áreas atingidas pelas cheias apresenta menores exigências operacionais, que ficarão restritas à fiscalização para a não ocupação das áreas desapropriadas.

Em Pareci Novo, a situação é similar à verificada em Harmonia, visto que as alternativas são similares. O dique Matiel-Bananal-Várzea demandará um sistema operacional específico (para operacionalização da estrutura de transposição de vazão), mas de baixa complexidade. A demanda de energia será significativa, durante os eventos de cheia, face ao porte do arroio interceptado e haverá necessidade de manutenção estrutural sistemática e periódica, seja no dique, seja na estrutura de transposição de vazão.

Para a RS-124, a alternativa com a desapropriação das áreas atingidas pelas cheias apresenta menores exigências operacionais, que ficarão restritas à fiscalização para a não ocupação das áreas desapropriadas.

4.2 Avaliação Ambiental das Alternativas

A avaliação ambiental foi realizada em termos comparativos entre alternativas concorrentes, para cada cidade, com vistas a identificar situações de maior ou menor viabilidade, a exemplo da avaliação realizada quanto às questões técnicas, no item anterior.

Foram considerados dois aspectos: social e ambiental, para aquelas alternativas avaliadas anteriormente sob a ótica técnica. Nos itens a seguir são apresentados os resultados dessas avaliações de viabilidade.

De forma similar ao item anterior, para cada situação, foram considerados dois graus comparativos de avaliação que expressam a viabilidade do critério. Quando há equivalência de viabilidade entre os critérios confrontados, considerou-se uma indiferença comparativa. No caso de alternativas únicas (São Sebastião do Caí e Matiel-Bananal-Várzea), foi avaliada a situação absoluta do critério.

4.2.1 Aspectos Sociais

Os aspectos sociais foram avaliados comparativamente através dos seguintes 10 critérios específicos:

- Área beneficiada;
- Número de edificações beneficiadas;
- População beneficiada;
- Área a ser desapropriada para implantação da alternativa;
- Número de edificações a serem desapropriadas para implantação da alternativa;
- População a ser removida para implantação da alternativa;
- Obstáculo à visualização do rio Caí;



- Obstáculo ao livre acesso ao rio Caí;
- Aumento de áreas “verdes” e de parques e
- Garantia de áreas para a expansão da malha urbana (planos diretores municipais).

O Quadro 4.4 apresenta as situações comparativas quanto aos aspectos sociais considerados entre as alternativas concorrentes.

Quadro 4.4: Aspectos Sociais–Matriz de Avaliação Comparativa entre Alternativas Concorrentes

Cidade	Alternativa	Área Beneficiada	Edificações Beneficiadas	População Beneficiada	Área Desapr. Implantação	Edif. Desapr. Implantação	População Removida	Obstáculo à Visualização	Obstáculo à livre acesso	Aumento Áreas Verdes e Parques	Garantia à Expansão Urbana
Montenegro	Dique junto à cidade	B	B	B	A	B	B	B	B	B	B
	Corta-rio e Dique	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A
São Sebastião do Caí	Dique junto à cidade	A	A	A	B	B	B	B	B	B	A
Harmonia	Diques junto à cidade	=	=	=	A	A	A	B	B	B	=
	Desapropriação das áreas atingidas	=	=	=	B	B	B	A	A	A	=
Parei Novo	Dique junto à cidade	=	=	=	A	A	A	B	B	B	=
	Desapropriação das áreas atingidas	=	=	=	B	B	B	A	A	A	=
	Dique Matiel, Bananeira, Várzea	A	A	A	A	A	A	A	A	=	=
RS-124	Dique paralelo à rodovia	=	=	=	A	A	A	B	B	=	=
	Desapropriação das áreas atingidas	=	=	=	B	B	B	A	A	=	=

A – alta viabilidade comparativa; B – baixa viabilidade comparativa; = equivalência de condições.

Para Montenegro, a alternativa com corta-rio associado ao dique implicará em maior área, quantidade de edificações e população beneficiadas, comparativamente à alternativa do dique junto à cidade (989 ha contra 235 ha; 3.646 edificações contra 3.367 edificações; e 7.497 hab. contra 6.991 hab., respectivamente). No entanto, a área a ser desapropriada para a implantação da alternativa com corta-rio e dique é maior que à do dique junto à cidade: 36 ha e 15 ha, respectivamente; mas a quantidade de edificações e população a serem removidas é menor (60 edificações contra 89 edificações e 150 hab. contra 223 hab.). Vale destacar que 90% das áreas a serem desapropriadas para a implantação da alternativa corta-rio e dique, são rurais, enquanto no caso do dique junto a cidade são totalmente urbanas. Também o dique junto à cidade representará um obstáculo à visualização e ao livre acesso até o rio Caí, o que não ocorrerá com a alternativa de corta-rio e dique. Nessa alternativa, haverá, ainda, condições mais adequadas à ampliação de áreas verdes e parques, bem como à expansão da malha urbana, visto que haverá mais áreas protegidas no entorno da cidade.

Em São Sebastião do Caí, a proteção contra cheias proporcionada pelo dique beneficiará área (78 ha), número de edificações (1.643) e população (3.294 hab.) significativos. No entanto, as remoções para implantação da alternativa, também serão significativas, embora bastante inferiores aos beneficiados: área urbana a ser desapropriada de 14,6 ha; número de edificações a ser desapropriado de 113; e população a ser removida de 283 hab. A visualização e livre acesso ao rio Caí serão prejudicados com a implantação da alternativa.



A possibilidade de aumento de áreas verdes e parques fica limitada, mas estão previstas áreas protegidas para futura expansão da malha urbana (deverá haver ajustamento do plano diretor nesse sentido).

Para Harmonia, os benefícios em termos de área, edificações e população protegidas são iguais entre as alternativas. No entanto, em termos de desapropriações, a alternativa com diques apresenta menores impactos relativamente à segunda alternativa: 6,1 ha contra 7,8 ha; 5 contra 14 edificações; e 15 contra 31 habitantes removidos. Já a implantação de diques consistirá em obstáculo à visualização e livre acesso ao rio Caí.

Em Pareci Novo a comparação entre alternativas apresenta situação similar à Harmonia, embora as diferenças em favor do dique em termos de desapropriações sejam bem mais significativas: 5,6 ha contra 22,4 ha; 27 contra 127 edificações; e 68 contra 189 habitantes removidos.

O dique para Matiel-Bananal-Várzea apresenta excelentes indicadores sociais, visto que seus benefícios são muito superiores aos custos sociais: área beneficiada de 360 ha e área a ser desapropriada de 2,5 ha; 151 edificações protegidas e nenhuma a ser desapropriada; e cerca de 450 moradores beneficiados, sem a necessidade de remoção de moradores para implantação da obra.

A proteção da RS-124 através da alternativa de dique apresenta vantagens sociais em relação à desapropriação da área a ser beneficiada e conseqüente remoção da população nela localizada: área a ser desapropriada de 6,4 ha contra 137,5 ha; edificações a serem desapropriadas de 4 contra 54; e 15 moradores a serem removidos contra 129. No entanto, em termos de obstáculo à visualização e livre acesso ao rio Caí, a alternativa com dique é desvantajosa.

Em Harmonia e Pareci Novo, as alternativas de desapropriação das áreas a serem beneficiadas mostram-se mais vantajosas com relação à ampliação de áreas verdes e parques; não havendo distinção quanto à garantia à ampliação das áreas urbanizadas com relação à alternativa com diques.

No caso da RS-124 e dique Matiel-Bananal-Várzea, não há distinção entre as alternativas, quanto aos critérios de ampliação de áreas verdes e parques, e garantia à ampliação das áreas urbanizadas.

Ainda, em termos sociais, vale destacar os resultados da consulta pública realizada entre o dia 20 de agosto (data da realização de evento público em Pareci Novo) e 9 de setembro, através de formulários estruturados. Ao todo, 660 participantes avaliaram as alternativas, sendo cerca de 81% de moradores de Montenegro; 5% de Harmonia; 5% de São Sebastião do Caí e 4% de Pareci Novo. Mais de 90% moram na região há mais de 11 anos, havendo boa estratificação etária e educacional.

Nesses formulários solicitou-se que os participantes dessem uma nota para cada uma das alternativas apresentadas como solução para as cidades, com vistas a avaliar o grau de preferência e mensurar a atratividade relativa entre alternativas concorrentes.

Os resultados indicaram:

- Para Montenegro: nítida preferência pela alternativa de corta-rio associado à dique;
- Para São Sebastião do Caí: não executar obras de proteção (dique);
- Para Harmonia: executar os diques de proteção;
- Para Pareci Novo: não executar obras de proteção (dique) e
- RS-124: executar os diques de proteção

Importante destacar que nesse momento do processo ainda não tinha sido estudado o dique para Matiel-Bananal-Várzea que, inclusive, surgiu como demanda do referido evento em Pareci Novo.



Observa-se que, pela consulta social, há restrições à execução de intervenções estruturais de proteção contra cheias nas cidades de São Sebastião do Caí e Pareci Novo. Os resultados desse procedimento de consulta social serão tratados e analisados com maior atenção em relatório específico (Relatório Técnico R9).

4.2.2 Aspectos Ambientais

Em termos ambientais, as alternativas propostas foram avaliadas com base em critérios de mensuração qualitativa de impactos diretos sobre o meio ambiente local, notadamente na biota e nos recursos hídricos.

Foram considerados cinco critérios ambientais específicos para avaliação comparativa das alternativas, a saber:

- Supressão vegetal;
- Interferência sobre a biota local;
- Alteração na qualidade das águas;
- Alteração na dinâmica fluvial (regime de escoamento) e
- Alteração de traçado da rede hidrográfica

Um aspecto ambiental que pode chamar a atenção no caso da implantação de diques refere-se à supressão de áreas alagadas (que serão protegidas) e seus impactos em termos de alteração do regime de escoamento fluvial. Esse efeito foi verificado através da modelagem hidrodinâmica e não foram verificadas alterações significativas, seja de níveis de água ou mesmo de velocidades de escoamento. Vale ressaltar que as áreas protegidas pelos diques consistem, em parte, em zonas urbanizadas, onde já não ocorrem ambientais naturais que necessitem de pulsos de cheias para a sua manutenção, conservação ou preservação.

O Quadro 4.5 apresenta as situações comparativas quanto aos aspectos ambientais considerados, entre as alternativas concorrentes.

Quadro 4.5: Aspectos Ambientais–Matriz de Avaliação Comparativa entre Alternativas Concorrentes.

Cidade	Alternativa	Supressão Vegetal	Interf. Biota Local	Alter. Qualidade das Águas	Alter. Dinâmica Fluvial	Modificação na Rede Hidrográfica
Montenegro	Dique junto à cidade	A	A	A	A	A
	Corta-rio e Dique	B	B	B	B	B
São Sebastião do Caí	Dique junto à cidade	A	A	A	A	A
Harmonia	Diques junto à cidade	B	B	B	B	B
	Desapropriação das áreas atingidas	A	A	A	A	A
Pareci Novo	Dique junto à cidade	B	B	B	B	B
	Desapropriação das áreas atingidas	A	A	A	A	A
	Dique Matiel, Bananeira, Várzea	A	A	A	B	A
RS-124	Dique paralelo à rodovia	B	B	B	B	B
	Desapropriação das áreas atingidas	A	A	A	A	A

A – alta viabilidade comparativa; B – baixa viabilidade comparativa; = equivalência de condições.



Em Montenegro, o dique junto à cidade implicará em menor supressão vegetal e interferência com a biota local, relativamente à alternativa de corta-rio e dique, visto que será implantado sobre área urbanizada, onde há pouca vegetação natural e a biota local encontra-se bastante limitada. Em termos de alterações na qualidade das águas, as duas alternativas não representam modificações significativas, embora o aumento da velocidade de escoamento com o corta-rio, possa levar a um acréscimo de turbidez nas águas do rio Caí, a jusante de Montenegro. A alteração na dinâmica fluvial é mais intensa com a alternativa de corta-rio e dique, em razão de interceptação do rio Caí na alça próxima à cidade, com desvio do fluxo de água pelo corta-rio, para níveis de água acima da cota -0,50 m. Nesta alternativa, na alça protegida haverá alteração no regime natural de escoamento fluvial, uma vez que o fluxo e o nível de água serão controlados por comportas, mas sempre garantindo uma vazão mínima de 25 m³/s. Na alternativa com o dique junto à cidade, o rio Caí manterá seu regime natural e haverá alteração nos fluxos dos dois arroios que cruzam a área urbana, desaguando no rio Caí (arroios São Miguel e do Baixio) que serão interceptados pelo dique. Nesses locais foram previstas estruturas de transposição de vazão, o que minimizará essas alterações. Também a alternativa com corta-rio implicará em modificação no traçado do rio Caí, o que não ocorre com a alternativa do dique junto à cidade. Essa alteração de traçado poderá resultar em modificações nos ecossistemas aquáticos e ribeirinhos, porém com magnitude e abrangência limitadas.

A alternativa de dique em São Sebastião do Caí, por se localizar integralmente em área urbanizada, apresenta impactos ambientais limitados: supressão vegetal e interferência com a biota local restritas. Quanto aos impactos nos recursos hídricos, não implicará em alteração de traçado da rede hidrográfica (não há interferência com o rio Caí e com arroio Coitinho); a qualidade das águas não sofrerá alterações e a dinâmica fluvial terá limitada alteração. Os estudos hidrodinâmicos apontam que com a implantação do dique, haverá uma elevação no nível de água no rio Caí, durante a passagem de cheia com recorrência centenária, de cerca de 0,25 m.

Em Harmonia, embora os diques sejam estruturas de pequeno porte e limitado impacto ambiental, a alternativa de desapropriação das áreas atingidas pela cheia centenária apresenta situação mais vantajosa, uma vez que, além de não implicar na execução de qualquer obra ou interferência física, resulta na possibilidade de conversão de áreas atualmente urbanizadas e com ocupação antrópica em zonas verdes (parques, por exemplo), aumentando a cobertura vegetal e o equilíbrio ecológico local.

Situações similares à verificada em Harmonia ocorrem em Pareci Novo e na RS-124, entre as alternativas consideradas e frente aos critérios ambientais avaliados: a alternativa de desapropriação das áreas atingidas pelas cheias é sempre vantajosa em relação à implantação de diques de proteção.

A implantação do dique Matiel-Bananal-Várzea não apresentará impactos ambientais significativos, visto tratar-se de obra de pequeno porte. A supressão vegetal e a interferência sobre a biota local são bastante restritas. Não haverá alteração na qualidade da água, nem de traçado da rede hidrográfica. Apenas ocorrerá alteração na dinâmica fluvial (regime de escoamento do arroio interceptado pelo dique), durante os eventos de cheia, embora a estrutura de transposição de vazão garanta fluxo durante esses eventos.



5 HIERARQUIZAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

5 HIERARQUIZAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Os estudos de viabilidade, realizados sobre as alternativas consideradas para proteção contra cheias no baixo rio Caí, tem por objetivo final e maior a definição de hierarquias de viabilidade global, com vistas a futura definição das alternativas a serem implantadas e seu sequenciamento ótimo.

Neste sentido, no presente capítulo, são apresentadas, inicialmente, as análises integradas e comparativas entre as alternativas consideradas que subsidiam a definição, em momento subsequente, da hierarquização das alternativas.

Importante ressaltar que as alternativas não estruturais relativas ao sistema de alerta de cheias e zoneamento de áreas de passagem de cheias não foram consideradas nesta análise de hierarquização por consistirem em alternativas imprescindíveis, independentes, prioritárias e parcialmente já em operação, no caso do sistema de alerta.

5.1 Análise Integrada e Comparativa das Alternativas

Com base nas avaliações de viabilidade apresentadas nos capítulos anteriores, foi realizada análise comparativa entre as alternativas concorrentes, para cada cidade, de forma integrada. Essa análise tem por objetivo permitir a hierarquização de alternativas concorrentes.

A análise integrada e comparativa foi realizada através da montagem de uma matriz contendo as situações de viabilidade para cada alternativa considerada e para os aspectos avaliados: financeiros, técnicos, sociais e ambientais.

Ao todo, foram utilizados 27 critérios de viabilidade, assim distribuídos:

- Viabilidade financeira: 3 critérios.
- Viabilidade técnica: 9 critérios, sendo cinco executivos e quatro operacionais.
- Viabilidade social: 10 critérios.
- Viabilidade ambiental: 5 critério.

Em se tratando de análise comparativa, a matriz apresenta, em suas células, as situações relativas em termos de maior ou menor viabilidade. Para valorar as situações comparativas, foi adotado o seguinte sistema:

- Nota +1 para critério de melhor/menor viabilidade comparativa entre alternativas concorrentes.
- Nota - 1 para critério de pior/menor viabilidade comparativa entre alternativas concorrentes.
- Nota 0 quando há indiferença quanto à viabilidade comparativa entre alternativas concorrentes.

No caso das alternativas únicas (São Sebastião do Caí e Matiel-Bananal-Várzea) foram atribuídas notas em função das suas viabilidades absolutas, conforme os já considerados do Quadro 4.2 até o Quadro 4.5.

O Quadro 5.1 apresenta a matriz multicritério de análise comparativa integrada. Na última linha da matriz é apresentada a soma simples (não ponderada) das notas individuais (de cada critério).



Quadro 5.1: Matriz Multicritério de Análise Comparativa e Integrada entre Alternativas Concorrentes

Aspecto	Critério	Município / Alternativa									
		Montenegro		São Sebastião do Caí	Harmonia		Pareci Novo		Matiel- Bananal-Várzea		RS-124
		Dique-Cidade	Corta-rio e Dique	Dique	Dique	Desapropriação	Dique	Desapropriação	Dique	Dique	Desapropriação
Financeiro	Relação B/C	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1
	Custo Unitário	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1
	Custo Implantação	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1
Escore Total Financeiro		-3	3	3	-3	3	3	-3	3	-3	3
Escore Financeiro Normalizado [1]		-1,00	1,00	1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00
Técnico – Executivo	Complexidade Executiva	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1
	Tempo de Execução	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1
	Disponib. Materiais	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1
	Interf. Sistema Drenagem	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1
	Interf. Sistema Viário	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1
Técnico - Operacional	Sistema Operac. Espec.	1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1
	Complexidade Operacional	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1
	Demanda de Energia	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1
	Manutenção Estrutural	1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1
Escore Total Técnico		-3	3	-3	-9	9	-9	9	1	-5	5
Escore Técnico Normalizado [1]		-0,33	0,33	-0,33	-1,00	1,00	-1,00	1,00	0,11	-0,56	0,56
Social	Área beneficiada	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
	Nº Edific. Beneficiadas	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
	População Beneficiada	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
	Área Desapropriada	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1
	Nº Edific. Desapropriadas	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1
	População Removida	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1
	Obstáculo à Visualização	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1
	Obstáculo ao Livre Acesso	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1
	Áreas "Verdes" e Parques	-1	1	-1	-1	1	-1	1	0	0	0
Expansão Malha Urbana	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
Escore Total Social		-8	8	-2	0	0	0	0	8	1	-1
Escore Social Normalizado [1]		-0,80	0,80	-0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,10	-0,10
Ambiental	Supressão vegetal	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1
	Interferência Sobre Biota	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1
	Alteração Qual. das Águas	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1
	Alteração Dinâmica Fluvial	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1
	Alteração Rede Hidrográfica	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1
Escore Total Ambiental		5	-5	5	-5	5	-5	5	3	-5	5
Escore Ambiental Normalizado [1]		1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	0,60	-1,00	1,00
SOMA DOS ESCORES TOTAIS		-9	9	3	-17	17	-11	11	15	-12	12
SOMA DOS ESCORES NORMALIZADOS		-1,13	1,13	1,47	-3,00	3,00	-1,00	1,00	2,51	-2,46	2,46

[1] Escore Normalizado obtido dividindo-se o Escore Total pelo número de critérios considerados no aspecto.

Na matriz multicritério o escore normalizado de cada alternativa foi obtido considerando-se os quatro aspectos (financeiro, técnico, social e ambiental) com a mesma importância ou peso. Entende-se, no entanto, que os aspectos financeiros e sociais devam ter maior importância para o cálculo dos escores totais, relativamente aos aspectos técnicos e ambientais. Esta consideração está baseada no fato de que as situações de viabilidade dos aspectos técnicos acabam por reverter ou repercutir nos aspectos financeiros e que os aspectos ambientais também podem ser revertidos em aspectos financeiros e/ou sociais.

Assim, foram recalculados os escores totais normalizados com base na seguinte ponderação: aspecto financeiro: peso = 3; aspecto técnico: peso = 1; aspecto social: peso = 3; e aspecto ambiental: peso = 1. Os resultados a respeito da matriz multicritério de análise comparativa integrada e dos escores globais finais de cada alternativa, são apresentados no item a seguir, que trata da hierarquização das alternativas.

5.2 Hierarquização das Alternativas

A hierarquização das alternativas concorrentes é um resultado da análise comparativa integrada, sintetizada na matriz multicritério apresentada no item anterior levando em consideração as componentes ambiental, técnica, econômica e financeira.

Duas leituras foram realizadas sobre os resultados da matriz multicritério de análise comparativa integrada: uma considerando todos os aspectos (financeiro, técnico, social e ambiental) com igual importância; e outra considerando ponderação entre os aspectos, conforme os pesos antes referidos.

Os resultados dessa análise comparativa (linear e ponderada) são apresentados no Quadro 5.2, a seguir.

Quadro 5.2: Análise Comparativa de Viabilidade por Aspecto para cada Alternativa Concorrente

Escore Totais Normalizados	Município / Alternativa									
	Montenegro		São Sebastião do Caí	Harmonia		Parei Novo		Matiel-Bananal-Várzea	RS-124	
	Dique-Cidade	Corta-rio e Dique	Dique	Dique	Desapropriação	Dique	Desapropriação	Dique	Dique	Desapropriação
Linear (sem ponderação)	-1,13	1,13	1,47	-3,00	3,00	-1,00	1,00	2,51	-2,46	2,46
Ponderado [1]	-0,59	0,59	0,38	-0,63	0,63	0,13	-0,13	0,76	-0,53	0,53

[1] aspecto financeiro: peso = 3; aspecto técnico: peso = 1; aspecto social: peso = 3; e aspecto ambiental: peso = 1.

Observa-se, do Quadro 5.2, que:

- **Para Montenegro:** a alternativa com corta-rio associado ao dique é a que apresenta maior viabilidade global, tanto na análise linear quanto na ponderada. Em termos específicos, essa alternativa apresenta melhor desempenho nos aspectos financeiro, técnico e social.
- **Para São Sebastião do Caí:** a alternativa de dique no entorno da cidade foi avaliada em termos absolutos; apresenta desempenho positivo de viabilidade em termos financeiro e ambiental; já os aspectos técnico e social não são francamente vantajosos, embora em termos de relação população beneficiada/população removida há uma nítida vantagem, podendo-se dizer, assim, que também socialmente há viabilidade nessa solução. Em termos globais, o resultado da avaliação de viabilidade é positivo, tanto para a análise linear, quanto para a ponderada.
- **Para Harmonia:** a alternativa de desapropriação das áreas atingidas pelas cheias mostra melhor desempenho em todas as análises globais e específicas; somente no aspecto social há igualdade de condições com a alternativa de dique, em termos comparativos.

- **Para Pareci Novo:** em termos específicos, a alternativa com dique apresenta melhor desempenho apenas no aspecto financeiro, havendo igualdade na questão social e desvantagem nos aspectos técnico e ambiental. Essa situação resulta em melhor desempenho global para a alternativa de desapropriação na análise linear; já na análise ponderada (mais adequada para fins da hierarquização), a alternativa de dique mostra melhor viabilidade.
- **Para Matiel-Bananal-Várzea:** a alternativa de dique apresenta desempenho positivo em qualquer critério ou aspecto considerado na análise específica e os melhores escores em termos globais (tanto lineares quanto ponderados), demonstrando tratar-se de uma solução com alta viabilidade, inclusive por atender à forte demanda da comunidade local.
- **Para RS-124:** a alternativa de desapropriar as áreas atingidas pelas cheias mostra melhor viabilidade, em termos específicos, nos aspectos financeiro, técnico e ambiental, sendo o dique a melhor alternativa em termos sociais. Pela análise global, a alternativa de desapropriação apresenta melhor desempenho tanto na análise linear quanto na ponderada. No entanto, a avaliação dessas alternativas, em termos financeiros é limitada, visto que não foram considerados os benefícios relativos à garantia de trânsito na rodovia durante os alagamentos, o que pode tornar a alternativa de dique mais vantajosa neste aspecto. Uma variante da alternativa de dique, seria a elevação do greide da rodovia RS-124, até a cota de proteção do dique. Essa variante exige articulação com o órgão responsável pela rodovia (DAER) para verificação da sua viabilidade técnica e financeira no âmbito rodoviário.

Assim, a hierarquização entre alternativas concorrentes apresenta o seguinte resultado, sendo importante ressaltar que a alternativa de retenção de águas a montante, através de barragens de laminação de cheias, foi considerada a alternativa de pior desempenho geral:

- **Para Montenegro:**
 - 1º) Corta-rio associado ao dique de proteção.
 - 2º) Dique de proteção junto à cidade.
 - 3º) Convivência com as cheias.
 - 4º) Desapropriação das áreas atingidas pelas cheias e remoção da população.
 - 5º) Corta-rio.
- **Para São Sebastião do Caí:**
 - 1º) Dique de proteção contornando a cidade.
 - 2º) Convivência com as cheias.
 - 3º) Desapropriação das áreas atingidas pelas cheias e remoção da população.
 - 4º) Rebaixamento da calha do rio Caí.
- **Para Harmonia:**
 - 1º) Convivência com as cheias.
 - 2º) Desapropriação das áreas urbanas atingidas pelas cheias.
 - 3º) Diques de proteção junto à cidade.
- **Para Pareci Novo:**
 - 1º) Dique de proteção junto à área urbana.

- 2º) Convivência com as cheias.
- 3º) Desapropriação das áreas urbanas atingidas pelas cheias.

– **Para Matiel-Bananal-Várzea:**

- 1º) Dique de proteção.
- 2º) Convivência com as cheias.
- 3º) Desapropriação das áreas urbanas atingidas pelas cheias.

– **Para RS-124:**

- 1º) Dique de proteção.
- 2º) Convivência com as cheias.
- 3º) Desapropriação das áreas urbanas atingidas pelas cheias.

Dificuldade na definição da hierarquia, sendo o dique de proteção paralelo à rodovia mais viável no aspecto social. Sugere-se avaliação junto ao órgão responsável pela rodovia (DAER) no sentido de estudar a possibilidade de elevação do greide da rodovia, que passaria a funcionar como um dique de proteção.

É importante comentar, que a hierarquização estabelecida não define, necessariamente, quais alternativas serão selecionadas para futura implantação, servindo apenas de referencial técnico. Entende-se que a definição final será resultado de análises políticas, institucionais e estratégicas, subsidiadas pelas informações contidas neste relatório.

Ainda, em termos de análise integrada, mostram-se no Quadro 5.3 os resultados da modelagem hidrodinâmica conjunta para cinco alternativas previamente selecionadas, uma em cada cidade, além da RS-124, com o objetivo de verificar a situação do rio Caí quando todas alternativas estiverem implantadas. O dique Matiel-Bananal-Várzea, está incorporado de forma indireta nesta simulação, visto que a modelagem desconsiderou área além da restituição, o que, em termos práticos, retrata a existência de um “dique” próximo à localização da solução proposta. Em vermelho destaca-se a elevação no nível da cheia e em verde a diminuição neste nível.

Quadro 5.3: Níveis de Água de Cheia (TR=100anos) Alcançados nos Municípios para os Cenários Atual, com Alternativa de Proteção Individual Local e nos Outros Municípios Integrada (todas as alternativa)

Cidade	Alternativa	Níveis de Água (m) - TR 100 anos					
		Atual	Local da Alternativa	Efeito da Alternativas Outras Cidades			Todas Alternativas Juntas
Harmonia	Dique	15,60/14,03	=	SSC =	PN =	MN =	+ 0,07/0,21m
	Corta-rio		- 0,77m				-
São Sebastião do Caí	Diques [1]	13,07	+ 0,26m	H + 0,25m	PN =	MN =	+0,17m
	Rebaixamento		- 0,02m				-
Parei Novo	Diques	11,46	=	H =	SSC =	MN =	-0,35m
Montenegro	Dique-cidade	10,68/10,25	+ 0,18m	H - 0,05m	SSC - 0,09m	PN - 0,47m	-
	Corta-rio		- 0,79m				-
	Corta-rio + Dique		- 0,50m				-0,50m

[1] incluindo o dique da RS-124.

O mapa apresentado no Anexo 7.1 mostra o impacto conjunto das alternativas estruturais consideradas na simulação integrada, em termos de alteração nos níveis de água relativamente à situação da cheia centenária sem nenhuma intervenção estrutural.

Através da verificação das influências de cada alternativa nos níveis de água ao longo do trecho simulado, é possível definir, inclusive e por critério estritamente técnico, a sequência de implantação das intervenções ao longo do rio Caí, de forma a maximizar e antecipar resultados positivos quanto à proteção e minimização das cheias.

Conforme o Quadro 5.3, uma hierarquização de implantação tecnicamente adequada e considerando as alternativas modeladas, seria a seguinte:

- 1º) implantação do corta-rio associado ao dique de proteção em **Montenegro**, em razão de que essa solução já provoca rebaixamento nos níveis de água a montante, durante as cheias.
- 2º) implantação dos diques em **São Sebastião do Caí** e **Matiel-Bananal-Várzea**.
- 3º) implantação do dique em **Pareci Novo**.
- 4º) implantação do dique em **Harmonia**, embora a viabilidade global aponte nitidamente para a solução de convivência com as cheias ou mesmo a desapropriação das áreas atingidas pelas cheias conforme apontado pela análise de viabilidade global. Os diques em Harmonia foram simulados apenas por se tratarem de intervenções estruturais, não implicando em que essa alternativa deva, necessariamente, ser escolhida.
- 5º) implantação do dique da RS-124, embora essa alternativa ainda não esteja com a sua viabilidade global totalmente definida.

É importante ressaltar, conforme já comentado anteriormente, que as alternativas não estruturais de sistema de alerta e zoneamento devem ser implementadas prioritariamente, sendo inclusive independentes das alternativas estruturais e com capacidade de apresentar resultados (mesmo que limitados) no curto prazo. Os custos dessas intervenções não estruturais são relativamente reduzidos:

- Sistema de Alerta: R\$ 350.000,00;
- Zoneamento: R\$ 100.000,00.

A possibilidade de não realizar intervenções estruturais e conviver com as cheias e seus respectivos prejuízos (situação atual). O custo da convivência com as cheias (prejuízos financeiros) foram calculados e apresentados no Quadro 2.7 deste relatório. Apenas para exemplificar essa situação, são apresentados a seguir os custos aproximados (prejuízos) das cheias com recorrência de 5 anos (probabilidade de ocorrer, em média, uma vez a cada cinco anos):

- Montenegro: R\$ 21.000.000,00 por evento;
- São Sebastião do Caí: R\$ 2.000.000,00 por evento;
- Harmonia: R\$ 75.000,00 por evento;
- Pareci Novo: R\$ 385.000,00 por evento;
- Matiel-Bananal-Várzea: R\$ 163.000,00; e
- RS-124: R\$ 95.000,00 por evento.

Assim, em um único evento com alta probabilidade de ocorrência em curto prazo, o custo global das perdas financeiras é estimado em 24 milhões de reais.



6 EQUIPE TÉCNICA

6 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica principal que será utilizada para o desenvolvimento dos serviços está descrita neste capítulo, onde apresenta-se a relação da equipe e suas atribuições e formas de inter-relação com a Contratante.

6.1 Relação da Equipe Técnica

Os membros da equipe técnica, profissionais experientes nas especialidades requeridas para a execução dos serviços, estão nominados no Quadro 6.1. O mesmo quadro indica a função e a formação acadêmica de cada um dos integrantes da equipe de nível superior.

Quadro 6.1: Relação da Equipe Técnica

Profissional	Formação	Função
Jairo F. Barth	Eng. Civil	Coordenador Geral
Josiane Gomes	Eng. Agrícola	Esp. em planejamento ambiental
Milton Dupont	Eng. Civil	Esp. em levantamento aerofotogramétrico
Franco Turco Buffon	Eng. Civil	Esp. em hidrologia
Silvana M. da Rosa	Eng. Agrônoma	Esp. em avaliação de uso e ocupação do solo
Luiz Carlos Campos	Eng. Civil	Esp. em estruturas hidráulicas
Fernando Fagundes	Eng. Civil	Esp. em gestão de recursos hídricos
Cristian Sanabria	Sociólogo	Esp. em Comunicação Social
Sidnei Gusmão Agra	Eng. Civil	Esp. em modelagem hidrológica e hidráulica
Henrique Kotzian	Eng. Civil	Esp. em hidrologia e hidráulica
Carolina Schreiner Heck	Eng. Ambiental	Planejamento ambiental

6.2 Organograma Funcional da Equipe Técnica

O Consórcio apresenta uma estrutura organizacional que, além de propiciar o desenvolvimento eficaz, técnico e administrativo dos serviços, assegure o controle, pela contratante, dos aspectos relevantes do desenvolvimento e implementação dos trabalhos. A organização proposta viabiliza:

- Comprometimento corporativo, suporte e supervisão, assegurados pelo Consórcio, com autoridade e autonomia para assegurar o envolvimento da mesma e o aporte de seus recursos no que for necessário ao cumprimento das metas deste contrato;
- Coordenação dos trabalhos, por meio de um Coordenador Geral, com longa experiência em condução de equipes e no relacionamento direto com corporações. Este profissional, além de garantir a interface entre a SOP e os membros da equipe técnica, que terá a responsabilidade de acompanhar e garantir o atendimento a todos os requisitos do contrato, mobilizando adequadamente os recursos necessários para tanto;
- Consultoria técnica da mais alta qualidade, garantida pela correta alocação de profissionais do Consórcio Técnico, com capacitações e conhecimentos suficientes para responder às demandas específicas dos trabalhos, e
- Fornecimento de consultoria especializada para apoio à Equipe Técnica, por meio da mobilização de profissionais especializados nas diversas áreas envolvidas, sempre que requerido.

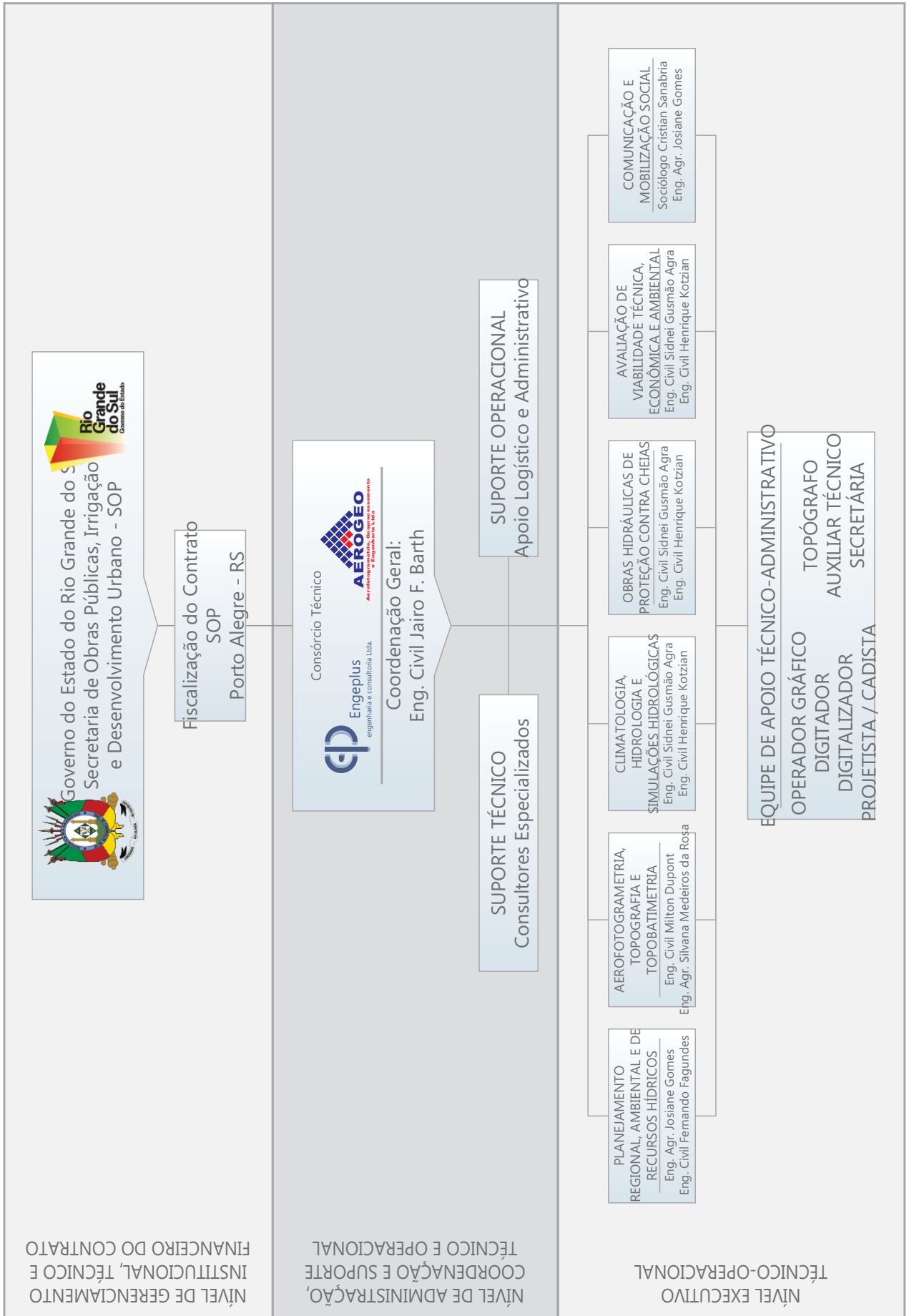
A Figura 6.1 a seguir apresenta o Organograma Funcional da equipe técnica, onde se define a estrutura organizacional básica, discriminando os vários níveis de atuação e os responsáveis pelas principais atividades, bem como pelo apoio técnico, administrativo e

operacional. Conforme se pode observar no Organograma Funcional, a estrutura de trabalho estará composta pelos seguintes níveis hierárquicos principais:

- **Nível de Gerenciamento Institucional, Técnico e Financeiro do Contrato:** representado pela Secretaria de Obras Públicas, Irrigação e Desenvolvimento Urbano - SOP;
- **Nível de Administração, Coordenação Geral e Suporte Técnico-Operacional:** representado pelas empresas integrantes do Consórcio, Engeplus e Aerogeo, Coordenação Geral, consultores especializados e apoio logístico e administrativo;
- **Nível Executivo, Técnico e Operacional:** representado pelos núcleos setoriais de trabalho e equipe de apoio técnico e administrativo.

A seguir, estão descritos os principais componentes do Organograma, cabendo observar que os núcleos setoriais de trabalho, estabelecidos para atender todas as especialidades envolvidas nos estudos, serão compostos por profissionais subordinados à Coordenação Geral, que será responsável pela integração das atividades das áreas, que serão avaliadas, validadas e aprovadas pelos membros da célula de trabalho. A coordenação também será responsável pela garantia da qualidade dos produtos parciais e final, pela alocação de recursos humanos e materiais em tempo hábil em suas equipes e, principalmente, pela orientação técnica e metodológica e pelo controle dos prazos.

- **Coordenação Geral:** nível de relacionamento e decisão, tendo por atribuição a coordenação e a articulação interna da equipe, formação dos núcleos setoriais de trabalho, manutenção da interface contínua com a equipe da Contratante durante a execução dos serviços. Deverá, portanto, assegurar que as decisões políticas e estratégicas do trabalho sejam seguidas, em todas as suas etapas, bem como coordenar as práticas de gerenciamento técnico. Esta Coordenação se reportará à Fiscalização Técnica do Contrato designada pela SOP para acompanhar toda a execução dos serviços.
- **Suporte Técnico - Consultores Técnicos Especializados:** os trabalhos contarão, sempre que necessário, com o apoio de Consultores Técnicos Especializados, cuja mobilização estará sujeita à comunicação prévia à SOP, reforçando a atuação da equipe em assuntos de maior complexidade.
- **Suporte Operacional – Apoio Logístico e Administrativo:** o Consórcio Técnico disponibilizará seus setores operacionais para o atendimento das necessidades dos trabalhos, fornecendo o apoio nas áreas de Planejamento e Controle, CPD/Suporte de Informática, Apoio Técnico e Administrativo e Controle de Qualidade, as quais serão demandadas pelo Coordenador Geral.
- **Núcleos Setoriais de Trabalho:** conforme ilustrado no Organograma, são seis os núcleos setoriais do projeto e cada um deles será responsável por um grupo de atividades a ser desenvolvidas, como descrito a seguir:
 - *Planejamento Regional, Ambiental e de Recursos Hídricos*
 - *Aerofotogrametria, Topografia e Topobatimetria*
 - *Climatologia, Hidrologia e Simulações Hidrológicas*
 - *Obras Hidráulicas de Proteção Contra Cheias*
 - *Avaliação de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental*
 - *Comunicação e Mobilização Social*
- **Equipe de Apoio Técnico e Administrativo:** constituída por profissionais técnicos e administrativos conforme relacionado no Organograma Funcional, tem por incumbência providenciar o atendimento de todas as necessidades de apoio, tanto em termos de programação e controle, como provimento de materiais, equipamentos e serviços.



Especificação:

Organograma Funcional da Equipe técnica

Figura Nº:

5.1





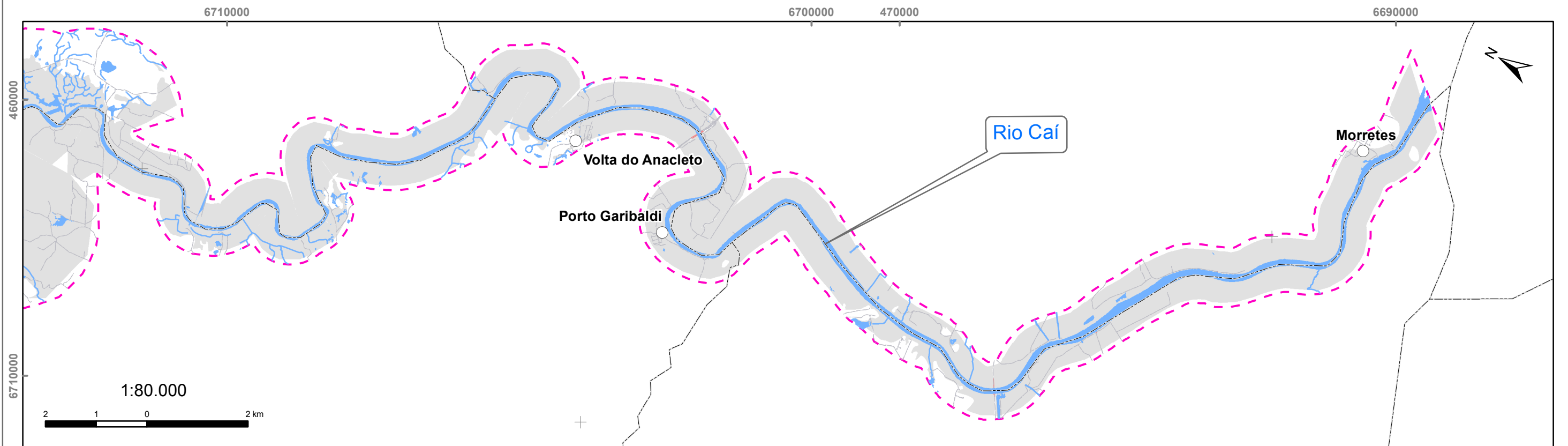
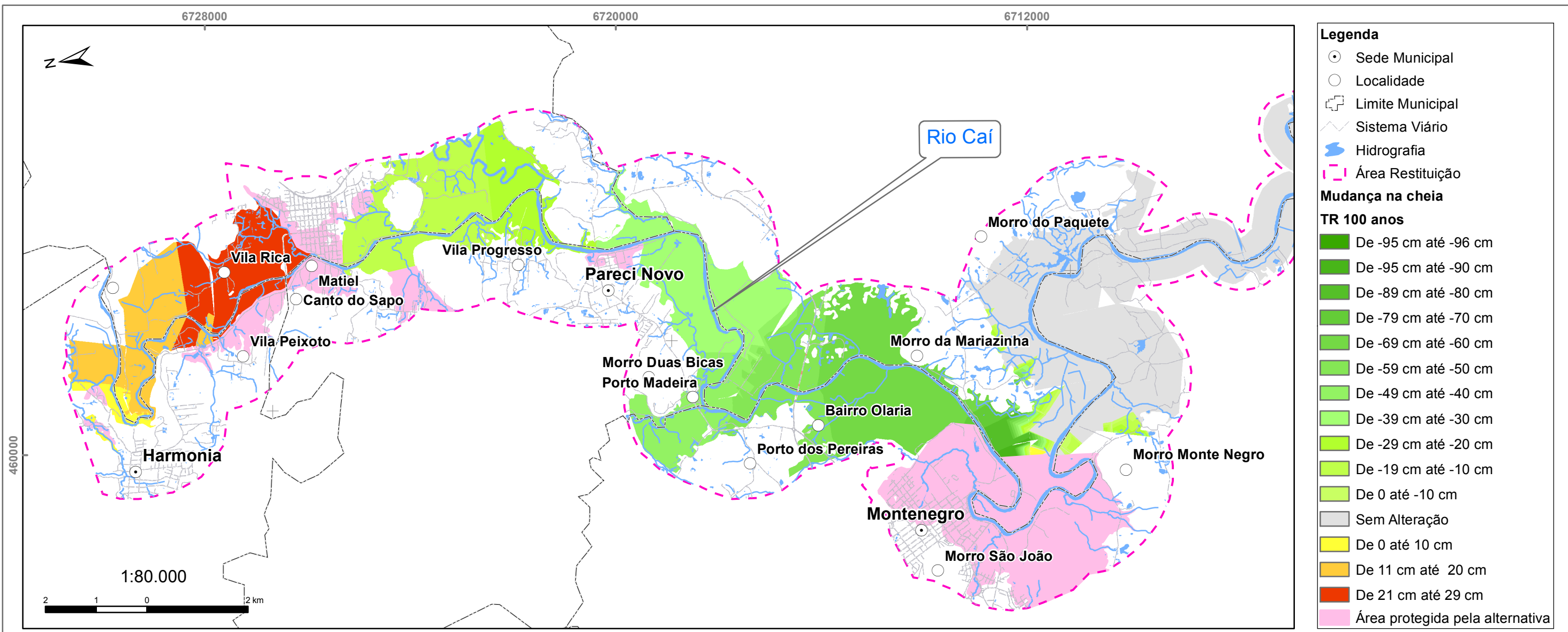
7 ANEXOS



7 ANEXOS

Seguem em sequências os elementos que complementam o presente relatório.

- Anexo 7.1: Mapa de alteração do nível da cheia centenário devido a implantação do conjunto de alternativas estruturais
- Anexo 7.2: Planilha de Custos Descontados



Especificação:
Alteração nos níveis da água da cheia centenária devido à implantação do conjunto das alternativas estruturais

Figura Nº:
7.1





7.2 Planilha de Custo Descontado

Ano	Montenegro				São Sebastião do Caí		Harmonia				Parei Novo				Matiel, Bananal e Várzea		RS-124			
	Dique		Dique + Corta-rio		Dique		Dique		Desapropriação		Dique		Desapropriação		Dique		Dique		Desapropriação	
	Custos (R\$)	Custos Descontados (R\$)	Custos (R\$)	Custos Descontados (R\$)	Custos (R\$)	Custos Descontados (R\$)	Custos (R\$)	Custos Descontados (R\$)	Custos (R\$)	Custos Descontados (R\$)	Custos (R\$)	Custos Descontados (R\$)	Custos (R\$)	Custos Descontados (R\$)	Custos (R\$)	Custos Descontados (R\$)	Custos (R\$)	Custos Descontados (R\$)	Custos (R\$)	Custos Descontados (R\$)
0	54.919.822,80	54.919.822,80	44.404.724,41	44.404.724,41	38.383.705,54	38.383.705,54	8.644.895,45	8.644.895,45	3.099.000,00	3.099.000,00	9.250.978,55	9.250.978,55	14.540.500,00	14.540.500,00	6.028.177,99	6.028.177,99	19.199.418,49	19.199.418,49	5.711.900,00	5.711.900,00
1	274.599,11	260.869,15	222.023,62	210.922,44	191.918,53	182.322,60	43.224,48	41.063,26	0	0	46.254,89	43.942,15	0	0	46.254,89	43.942,15	95.997,09	91.197,24	0	0
2	274.599,11	247.825,70	222.023,62	200.376,32	191.918,53	173.206,47	43.224,48	39.010,09	0	0	46.254,89	41.745,04	0	0	46.254,89	41.745,04	95.997,09	86.637,37	0	0
3	274.599,11	235.434,41	222.023,62	190.357,50	191.918,53	164.546,15	43.224,48	37.059,59	0	0	46.254,89	39.657,79	0	0	46.254,89	39.657,79	95.997,09	82.305,51	0	0
4	274.599,11	223.662,69	222.023,62	180.839,63	191.918,53	156.318,84	43.224,48	35.206,61	0	0	46.254,89	37.674,90	0	0	46.254,89	37.674,90	95.997,09	78.190,23	0	0
5	274.599,11	212.479,56	222.023,62	171.797,64	191.918,53	148.502,90	43.224,48	33.446,28	0	0	46.254,89	35.791,15	0	0	46.254,89	35.791,15	95.997,09	74.280,72	0	0
6	274.599,11	201.855,58	222.023,62	163.207,76	191.918,53	141.077,76	43.224,48	31.773,96	0	0	46.254,89	34.001,59	0	0	46.254,89	34.001,59	95.997,09	70.566,68	0	0
7	274.599,11	191.762,80	222.023,62	155.047,37	191.918,53	134.023,87	43.224,48	30.185,27	0	0	46.254,89	32.301,51	0	0	46.254,89	32.301,51	95.997,09	67.038,35	0	0
8	274.599,11	182.174,66	222.023,62	147.295,01	191.918,53	127.322,67	43.224,48	28.676,00	0	0	46.254,89	30.686,44	0	0	46.254,89	30.686,44	95.997,09	63.686,43	0	0
9	274.599,11	173.065,93	222.023,62	139.930,26	191.918,53	120.956,54	43.224,48	27.242,20	0	0	46.254,89	29.152,12	0	0	46.254,89	29.152,12	95.997,09	60.502,11	0	0
10	274.599,11	164.412,63	222.023,62	132.933,74	191.918,53	114.908,71	43.224,48	25.880,09	0	0	46.254,89	27.694,51	0	0	46.254,89	27.694,51	95.997,09	57.477,00	0	0
11	274.599,11	156.192,00	222.023,62	126.287,06	191.918,53	109.163,28	43.224,48	24.586,09	0	0	46.254,89	26.309,79	0	0	46.254,89	26.309,79	95.997,09	54.603,15	0	0
12	274.599,11	148.382,40	222.023,62	119.972,70	191.918,53	103.705,11	43.224,48	23.356,78	0	0	46.254,89	24.994,30	0	0	46.254,89	24.994,30	95.997,09	51.873,00	0	0
13	274.599,11	140.963,28	222.023,62	113.974,07	191.918,53	98.519,86	43.224,48	22.188,94	0	0	46.254,89	23.744,58	0	0	46.254,89	23.744,58	95.997,09	49.279,35	0	0
14	274.599,11	133.915,12	222.023,62	108.275,36	191.918,53	93.593,87	43.224,48	21.079,50	0	0	46.254,89	22.557,35	0	0	46.254,89	22.557,35	95.997,09	46.815,38	0	0
15	274.599,11	127.219,36	222.023,62	102.861,60	191.918,53	88.914,17	43.224,48	20.025,52	0	0	46.254,89	21.429,48	0	0	46.254,89	21.429,48	95.997,09	44.474,61	0	0
16	274.599,11	120.858,39	222.023,62	97.718,52	191.918,53	84.468,46	43.224,48	19.024,25	0	0	46.254,89	20.358,01	0	0	46.254,89	20.358,01	95.997,09	42.250,88	0	0
17	274.599,11	114.815,47	222.023,62	92.832,59	191.918,53	80.245,04	43.224,48	18.073,03	0	0	46.254,89	19.340,11	0	0	46.254,89	19.340,11	95.997,09	40.138,34	0	0
18	274.599,11	109.074,70	222.023,62	88.190,96	191.918,53	76.232,79	43.224,48	17.169,38	0	0	46.254,89	18.373,10	0	0	46.254,89	18.373,10	95.997,09	38.131,42	0	0
19	274.599,11	103.620,96	222.023,62	83.781,41	191.918,53	72.421,15	43.224,48	16.310,91	0	0	46.254,89	17.454,45	0	0	46.254,89	17.454,45	95.997,09	36.224,85	0	0
20	274.599,11	98.439,92	222.023,62	79.592,34	191.918,53	68.800,09	43.224,48	15.495,37	0	0	46.254,89	16.581,73	0	0	46.254,89	16.581,73	95.997,09	34.413,61	0	0
21	274.599,11	93.517,92	222.023,62	75.612,73	191.918,53	65.360,09	43.224,48	14.720,60	0	0	46.254,89	15.752,64	0	0	46.254,89	15.752,64	95.997,09	32.692,93	0	0
22	274.599,11	88.842,02	222.023,62	71.832,09	191.918,53	62.092,08	43.224,48	13.984,57	0	0	46.254,89	14.965,01	0	0	46.254,89	14.965,01	95.997,09	31.058,28	0	0
23	274.599,11	84.399,92	222.023,62	68.240,48	191.918,53	58.987,48	43.224,48	13.285,34	0	0	46.254,89	14.216,76	0	0	46.254,89	14.216,76	95.997,09	29.505,36	0	0
24	274.599,11	80.179,93	222.023,62	64.828,46	191.918,53	56.038,10	43.224,48	12.621,07	0	0	46.254,89	13.505,92	0	0	46.254,89	13.505,92	95.997,09	28.030,10	0	0
25	274.599,11	76.170,93	222.023,62	61.587,04	191.918,53	53.236,20	43.224,48	11.990,02	0	0	46.254,89	12.830,62	0	0	46.254,89	12.830,62	95.997,09	26.628,59	0	0
26	274.599,11	72.362,38	222.023,62	58.507,69	191.918,53	50.574,39	43.224,48	11.390,52	0	0	46.254,89	12.189,09	0	0	46.254,89	12.189,09	95.997,09	25.297,16	0	0
27	274.599,11	68.744,26	222.023,62	55.582,30	191.918,53	48.045,67	43.224,48	10.820,99	0	0	46.254,89	11.579,64	0	0	46.254,89	11.579,64	95.997,09	24.032,30	0	0
28	274.599,11	65.307,05	222.023,62	52.803,19	191.918,53	45.643,39	43.224,48	10.279,94	0	0	46.254,89	11.000,66	0	0	46.254,89	11.000,66	95.997,09	22.830,69	0	0
29	274.599,11	62.041,70	222.023,62	50.163,03	191.918,53	43.361,22	43.224,48	9.765,95	0	0	46.254,89	10.450,62	0	0	46.254,89	10.450,62	95.997,09	21.689,15	0	0
30	274.599,11	58.939,61	222.023,62	47.654,88	191.918,53	41.193,16	43.224,48	9.277,65	0	0	46.254,89	9.928,09	0	0	46.254,89	9.928,09	95.997,09	20.604,70	0	0
31	274.599,11	55.992,63	222.023,62	45.272,13	191.918,53	39.133,50	43.224,48	8.813,77	0	0	46.254,89	9.431,69	0	0	46.254,89	9.431,69	95.997,09	19.574,46	0	0
32	274.599,11	53.193,00	222.023,62	43.008,53	191.918,53	37.176,82	43.224,48	8.373,08	0	0	46.254,89	8.960,10	0	0	46.254,89	8.960,10	95.997,09	18.595,74	0	0
33	274.599,11	50.533,35	222.023,62	40.858,10	191.918,53	35.317,98	43.224,48	7.954,42	0	0	46.254,89	8.512,10	0	0	46.254,89	8.512,10	95.997,09	17.665,95	0	0
34	274.599,11	48.006,68	222.023,62	38.815,19	191.918,53	33.552,08	43.224,48	7.556,70	0	0	46.254,89	8.086,49	0	0	46.254,89	8.086,49	95.997,09	16.782,65	0	0
35	274.599,11	45.606,35	222.023,62	36.874,43	191.918,53	31.874,48	43.224,48	7.178,87	0	0	46.254,89	7.682,17	0	0	46.254,89	7.682,17	95.997,09	15.943,52	0	0
36	274.599,11	43.326,03	222.023,62	35.030,71	191.918,53	30.280,75	43.224,48	6.819,92	0	0	46.254,89	7.298,06	0	0	46.254,89	7.298,06	95.997,09	15.146,35	0	0
37	274.599,11	41.159,73	222.023,62	33.279,18	191.918,53	28.766,72	43.224,48	6.478,93	0	0	46.254,89	6.933,16	0	0	46.254,89	6.933,16	95.997,09	14.389,03	0	0
38	274.599,11	39.101,74	222.023,62	31.615,22	191.918,53	27.328,38	43.224,48	6.154,98	0	0	46.254,89	6.586,50	0	0	46.254,89	6.586,50	95.997,09	13.669,58	0	0
39	274.599,11	37.146,66	222.023,62	30.034,46	191.918,53	25.961,96	43.224,48	5.847,23	0	0	46.254,89	6.257,17	0	0	46.254,89	6.257,17	95.997,09	12.986,10	0	0
40	274.599,11	35.289,32	222.023,62	28.532,73	191.918,53	24.663,86	43.224,48	5.554,87	0	0	46.254,89	5.944,32	0	0	46.254,89	5.944,32	95.997,09	12.336,79	0	0
41	274.599,11	33.524,86	222.023,62	27.106,10	191.918,53	23.430,67	43.224,48	5.277,13	0	0	46.254,89	5.647,10	0	0	46.254,89	5.647,10	95.997,09	11.719,95	0	0
42	274.599,11	31.848,61	222.023,62	25.750,79	191.918,53	22.259,14	43.224,48	5.013,27	0	0	46.254,89	5.364,74	0	0	46.254,89	5.364,74	95.997,09	11.133,96	0	0
43	274.599,11	30.256,18	222.023,62	24.463,25	191.918,53	21.146,18	43.224,48	4.762,61	0	0	46.254,89	5.096,51	0	0	46.254,89	5.096,51	95.997,09	10.577,26	0	0
44	274.599,11	28.743,37	222.023,62	23.240,09	191.918,53	20.088,87	43.224,48	4.524,48	0	0	46.254,89	4.841,68	0	0	46.254,89	4.841,68	95.997,09	10.048,40	0	0
45	274.599,11	27.306,21	222.023,62	22.078,09	191.918,53	19.084,43	43.224,48	4.298,25	0	0	46.254,89	4.599,60	0	0	46.254,89	4.599,60	95.997,09	9.545,98	0	0
46	274.599,11	25.940,90	222.023,62	20.974,18	191.918,53	18.130,21	43.224,48	4.083,34	0	0	46.254,89	4.369,62	0	0	46.254,89	4.369,62	95.997,09	9.068,68		