

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



Elaboração de EIA / RIMA para Análise da Viabilidade Ambiental da Implantação da Barragem do Rio Guapi-Açu com vistas à ampliação da Oferta de Água para a região do Conleste Fluminense, localizado no Município de Cachoeiras de Macacu/RJ

Volume I - Textos

0307CT0022-0
SET/13

SUMÁRIO

1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA CONSULTORA.....	5
1.1 - Identificação do empreendedor.....	5
1.2 - Identificação da empresa consultora	6
1.3 - Dados da equipe técnica multidisciplinar	6
2 - CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	8
2.1 - Localização	8
2.2 - Justificativa	10
2.3 - Objetivo.....	12
2.4 - Cronograma e ações a serem executadas	12
2.5 - Áreas de utilização, estruturas e edificações previstas.....	16
2.6 - Descrição das ações para limpeza do terreno, remoção da vegetação e movimentos de terra	18
2.7 - Localização e dimensionamento preliminar das atividades a serem desenvolvidas no canteiro de obras.....	19
2.7.1 - Portaria.....	19
2.7.2 - Estacionamento	19
2.7.3 - Escritório para equipe técnica/administrativa e da fiscalização.....	19
2.7.4 - Treinamento, ambulatório e SHST	19
2.7.5 - Refeitório.....	19
2.7.6 - Lazer 20	
2.7.7 - Alojamento Médio e Básico.....	20
2.7.8 - Posto de abastecimento.....	20
2.7.9 - Almoxarifado e Pátio do Almoxarifado	20
2.7.10 - Oficina Mecânica.....	20
2.7.11 - Balança Rodoviária	20

2.7.12 - Rampa de Lubrificação	21
2.7.13 - Oficina de Equipamento e pátio da Oficina de Equipamentos	21
2.7.14 - Agregados.....	21
2.7.15 - Central de Concreto	21
2.7.16 - Estoque de Madeira Bruta.....	21
2.7.17 - Central de fôrmas e armação.....	21
2.7.18 - Estoque de madeira beneficiada	22
2.7.19 - Estoque de aço bruto	22
2.7.20 - Central de armação e Estoque de aço beneficiado.....	22
2.7.21 - Cimento a granel	22
2.7.22 - Sanitário	22
2.7.23 - Laboratório	23
2.7.24 - Banheiro Químico.....	23
2.7.25 - Resíduos Gerados	23
2.8 - Layout do canteiro	28
2.9 - Demanda e origem de água e energia.....	30
2.9.1 - Demanda de energia elétrica energia	30
2.9.2 - Demanda de Água	30
2.10 - Origem e estimativa da mão de obra empregada.....	30
2.11 - Previsão de tráfego de veículos na fase de construção	33
2.12 - Sistema de drenagem das águas superficiais que tendem a escoar para a área do empreendimento, bem como das águas que se precipitem diretamente sobre esta área, indicando os pontos de lançamento.....	35
2.13 - Intervenções hidráulicas previstas (canalização, capeamento, construção de pontes, travessias e etc.).....	35
2.14 - Usos e/ou ocupações previstas para o território insular, com vegetação, formadas quando do enchimento do reservatório.....	35

2.15 - Plano de Contingência tendo em vista a possibilidade de floração de algas potencialmente tóxicas	36
2.16 - Levantamento das possíveis áreas de bota-fora visando o possível desassoreamento do reservatório.....	44
2.17 - Custos e Investimentos da Obra.....	45
2.18 - Estudo de Alternativa.....	46
3 - DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....	48
3.1 - Meios Físico e Biótico	48
3.1.1 - Área de Influência Indireta	48
3.1.2 - Área de Influência Direta.....	49
3.1.3 - Área de Intervenção ou Área Diretamente Afetada.....	49
3.2 - Meio Socioeconômico	50
3.2.1 - Área de Influência Indireta	50
3.2.2 - Área de Influência Direta.....	50
3.2.3 - Área de Intervenção (Área Diretamente Afetada)	51
4 - LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS.....	56
4.1 - Legislação Ambiental Aplicável.....	56
4.1.1 - Metodologia Utilizada	56
4.1.2 - Introdução	56
4.1.3 - Legislação Federal:	61
4.1.4 - Legislação Estadual	64
4.2 - Planos e Programas Governamentais	66
4.2.1 - Âmbito Federal.....	66
4.2.2 - Âmbito Estadual.....	72
4.2.3 - Outros Programas Estaduais	73
4.2.4 - Âmbito Municipal.....	73
4.3 - Referências Bibliográficas	78

5 - DIAGNOSTICO AMBIENTAL.....	79
5.1 - Meio Físico.....	79
5.1.1 - Levantamento Topográfico e Áreas de Empréstimo	79
5.1.2 - Área do Reservatório	79
5.1.3 - Geologia da Área de Influência Indireta	79
5.1.4 - Geologia da Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada	100
5.1.5 - Aspectos Geotécnicos da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada	102
5.1.6 - Aspectos Hidrogeológicos da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada	107
5.1.7 - Recursos Minerais da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada	109
5.1.8 - Geomorfologia da Área de Influência Indireta.....	112
5.1.9 - Geomorfologia da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada	135
5.1.10 - Solos da Área de Influência Indireta.....	142
5.1.11 - Solos das Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada.....	168
5.1.12 - Recursos Hídricos	198
5.1.13 - Caracterização Climatológica e Condições Meteorológicas.....	249
5.1.14 - Qualidade dos Solos e Águas Subterrâneas.....	270
5.1.15 - Referências Bibliográficas.....	273

1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA CONSULTORA

Este documento apresenta o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para análise da viabilidade ambiental da implantação da barragem no rio Guapi-Açu com vistas à ampliação da oferta de água para a região do Conleste Fluminense, localizado no município de Cachoeiras de Macacu. Os critérios de sua elaboração seguiram a INSTRUÇÃO TÉCNICA CEAM Nº 18/2012 (RETIFICADA). O EIA está apresentado em 3 volumes com a seguinte divisão:

- Volume I – Contendo os seguintes capítulos: 1. Identificação do Empreendedor e da Empresa Consultora; 2. Caracterização do Empreendimento; 3. Definição da Área de Influência; 4. Legislação Aplicável, Planos e Programas Governamentais e; 5. Diagnóstico Ambiental – Meio Físico.
- Volume II – Contendo os seguintes capítulos: 5. Diagnóstico Ambiental – Meios Biótico e Socioeconômico; 6. Avaliação de Impactos Ambientais; 7. Proposição de Medidas Mitigadoras/Potencializadoras; 8. Prognóstico da Qualidade Ambiental; 9. Plano de Gestão Ambiental e; Anexos. Cadastro Técnico Federal da Equipe Técnica e Currículos da Equipe Técnica.
- Volume III – Mapas em formato A1

1.1 - Identificação do empreendedor

O empreendedor é a SEA (Secretaria de Estado do Ambiente), com sede na rua Venezuela, nº 110, Saúde/Rio de Janeiro.

- CNPJ: 42.498.709/0001-09

Responsável Técnico e Legal – Antônio da Hora

- CPF: 428.753.747-53

- Endereço para Correspondência: Av. Venezuela, nº 110/ Saúde/RJ.

- Telefone para contato: (21)2332-5627

1.2 - Identificação da empresa consultora

A empresa responsável pela elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) é a Ambiental Engenharia e Consultoria Ltda.

- ➔ Endereço: Av. Marechal Floriano, 22 / 9 andar – Centro – Rio de Janeiro – RJ
- ➔ CEP. 20.080-007
- ➔ CNPJ. 22.641.641/0001-68
- ➔ Telefone: (21)3232-1850
- ➔ Email: ambiental@ambientalconsult.com.br
- ➔ Cadastro Técnico no IBAMA nº208076, emitido em 04/09//2013
- ➔ Responsável Técnico: Engenheiro José Eduardo Ramalho Ortigão
- ➔ Responsável Legal e Contato: Engenheiro José Eduardo Ramalho Ortigão

1.3 - Dados da equipe técnica multidisciplinar

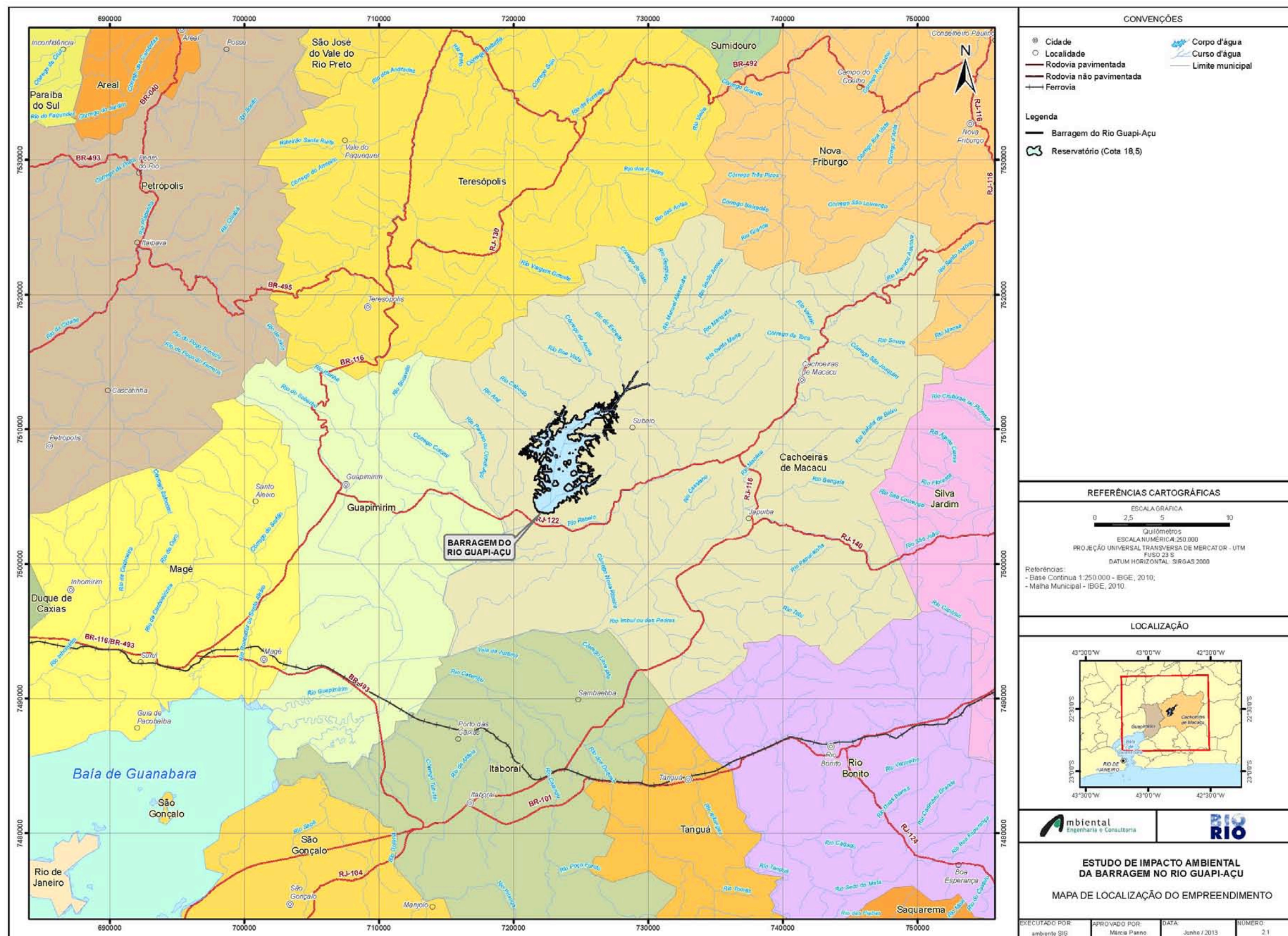
A equipe técnica responsável pela elaboração dos estudos é apresentada no quadro a seguir:

EQUIPE TÉCNICA ALOCADA		
1. Gerenciamento e Cordenação Técnica Geral	Formação	Nome
1.1. Coordenação Geral	Engenheiro Sanitarista	José Eduardo Ramalho Ortigão
1.2. Coordenação Técnica	Bióloga	Marcia Panno
2. Meio Físico		
2.1. Coordenação/Geologia/Geomorfologia	Geólogo	Antônio Ivo Medina
2.2. Solos/Pedologia	Engenheiro Agrônomo	Ari Dêlcio Cavedon
2.3. Clima	Geógrafa	Fernanda Vieira Santos
2.4. Recursos Hídricos/Fitoplâncton	Biólogo	Jorge Rogério Pereira Alves
2.5. Recursos Hídricos/Fitoplâncton	Biólogo	Fernando Neves Pinto
3. Meio Biótico		
3.1 Coordenação/Cobertura Vegetal	Biólogo	Osny Pereira Filho
3.2. Cobertura Vegetal	Biólogo	Marco Aurélio Passos Louzada
3.3 Fauna	Biólogo	Renato Balieiro Pineschi
4. Meio Sócioeconômico		
4.1. Coordenação	Socióloga	Lucia Luiz Pinto
4.2. Infraestrutura Urbana / Uso e Ocupação do Solo	Sociólogo	Andre Limoeiro Roth
4.3. Arqueologia	Arqueóloga	Dorita Maria da Conceição Rodrigues
5. Apoio de Trabalho de Campo		
5.1. Técnico de Campo - Socioeconomia		Glauce Motta Pereira Nunes
5.2. Técnico de Campo - Socioeconomia		Johanne Miranda
5.3. Técnico de Campo - Socioeconomia		Renata Gomes
5.4. Técnico de Campo - Socioeconomia		Claudio Braz de Souza
5.5. Técnico de Campo - Flora		Gabriele Guimarães Barbosa
5.6. Técnico de Campo - Flora		Jailton Paes Costa
5.7. Técnico de Campo - Flora		Tatiana da Rocha Breves
5.8. Técnico de Campo - Flora		Deborah Hottz
5.9. Técnico de Campo - Flora		Jorge Caruso Gomes
5.10. Técnico de Campo - Fauna		Ana Paula Mendes de Souza
5.11. Técnico de Campo - Fauna		Marcelo Cupello da Silva
5.12. Técnico de Campo - Recursos Hídricos/Fitoplâncton		Carolina Coelho da Costa Wait

2 - CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1 - Localização

A barragem será localizada no município de Cachoeiras de Macacu, distrito de Subaio, no estado do Rio de Janeiro. O uso do solo na região é predominantemente agrícola, com presença de sítios e chácaras para fins de lazer. A área do sítio da barragem do Guapi-Açu e do seu reservatório de armazenamento de água atinge um perímetro de aproximadamente 176 km, com uma área equivalente a 20,98 km². A figura 2.1, apresenta a localização da barragem no seu contexto regional.



2.2 - Justificativa

Em função do desenvolvimento econômico e crescimento populacional dos municípios presentes na bacia hidrográfica dos rios Guapi-Macacu, esta região na atualidade já se encontra sob estresse hídrico. Estudos hidrológicos também mostraram que as vazões naturais das bacias hidrográficas locais são insuficientes para atender as demandas plenas da região. Uma prova dessa assertiva são os recorrentes problemas na captação do sistema Imunana-Laranjal que nos períodos muito secos não consegue funcionar a plena carga por falta de água no Canal do Imunana. Esse panorama tende a se agravar com o advento da implantação do Complexo Petroquímico da Petrobrás que deve se constituir em um forte indutor econômico para a região e conseqüentemente concorrendo para a intensificação dos problemas relacionados aos déficits hídricos hoje já ocorrentes. O sistema hídrico Imunana-Laranjal da CEDAE, abastecido pela Bacia Guapi-Macacu, que é responsável pelo fornecimento de água para os municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí e Ilha de Paquetá, atualmente opera em seu limite, cuja vazão é de 6,0 m³/s. Estudos mostraram que para um cenário relativo ao ano de 2035 ocorrerá déficit de **5,0 m³/s** no sistema Imunana, o que corresponde ao não atendimento de cerca de 1.177.000 habitantes. A análise de entrevistas concedidas em 2009 por técnicos da CEDAE do sistema Imunana-Laranjal indicam que o principal conflito com a irrigação ocorre nos períodos de estiagem, quando é possível notar o rebaixamento do nível do canal devido às captações a montante deste. Além da irrigação, outra demanda de água verificada na bacia é para a piscicultura, vide tabela 2.1 a seguir.

Tabela 2.1 – Demanda existente na área em estudo

Pontos de interesse		50% Q7,10 (1/s)	Demanda populacional na bacia (1/s)							Demanda Animal (1/s)							Demanda de Irrigação (1/s)							Demanda Industrial (1/s)							Outorgas(1/s)							Demandas Total							Disponibilidade Hídrica(m³/s)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Municípios	Rio		2010	2015	2020	2025	2030	2035	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2010	2015	2020	2025	2030	2035																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Itaboraí	Imunupia	6.230	861	1.152	1.257	1.362	1.466	1.675	5	5	5	5	5	5	257	273	289	305	321	339	84	94	105	115	126	139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*os valores negativos representam o déficit hídrico para o período em análise.

Estudos mostraram que apenas o eixo Guapi-Açu Jusante, possui um incremento de vazão suficiente para o atendimento da demanda até 2035, conforme alguns cenários apresentados, conforme tabela a seguir.

Tabela 2.2 – Resumo dos dados obtidos, para cada eixo barrável.

Eixo	Bacia	Q _{7.10} (m³/s)	MLT (m³/s)	Q _{reg} (m³/s)	ΔD (m³/s)	50%Q _{7.10} (m³/s)	Q _{95%} (m³/s)	50%Q _{95%} (m³/s)
Caceribu (EA-20)	Caceribu	0,12	0,78	0,49	0,37	0,2**	0,6	0,3*
Tanguá (EA-23)	Caceribu	0,22	1,46	0,76	0,54	0,6**	1,4	0,7*
Guapi-Açu (EA-19)	Macacu	1,92	6,69	2,63	0,71	0,96	2,0	1,0
Soarinho (EA-05)	Macacu	0,20	2,11	1,71	1,51	0,1**	0,3	0,1*
Guapi-Açu (GAJ)	Macacu	3,20	10,05	6,6	5,0	1,6**	3,10	1,55*

*Vazão ecológica segundo os critérios da ANA.

** Vazão ecológica segundo os critérios do INEA.

Em anexo, no final deste capítulo, apresenta-se um detalhamento do estudo das alternativas de eixos barráveis.

Com a implementação da barragem do Guapi-Açu Jusante, a região poderá dispor de um aporte incremental de cerca de **5,0 m³/s**, vazão esta, capaz de zerar o déficit projetado para o cenário estudado.

2.3 - Objetivo

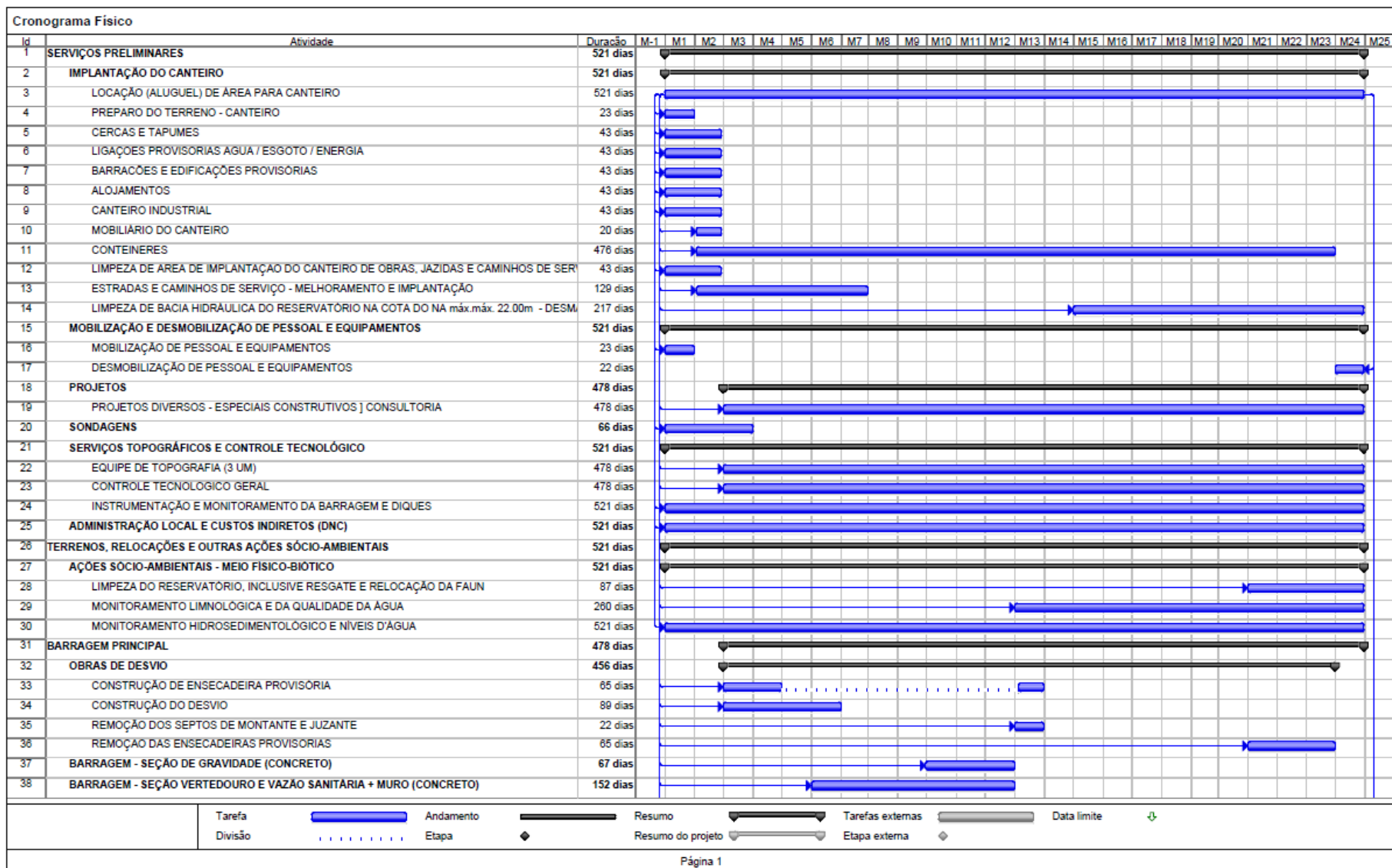
O principal objetivo da barragem do Guapi-Açu é aumentar a Disponibilidade Hídrica, de forma a assegurar, sobretudo, o abastecimento da população, bem como garantir aos demais usuários existentes na bacia, um desenvolvimento sustentável, para os diversos usos dos recursos hídricos.

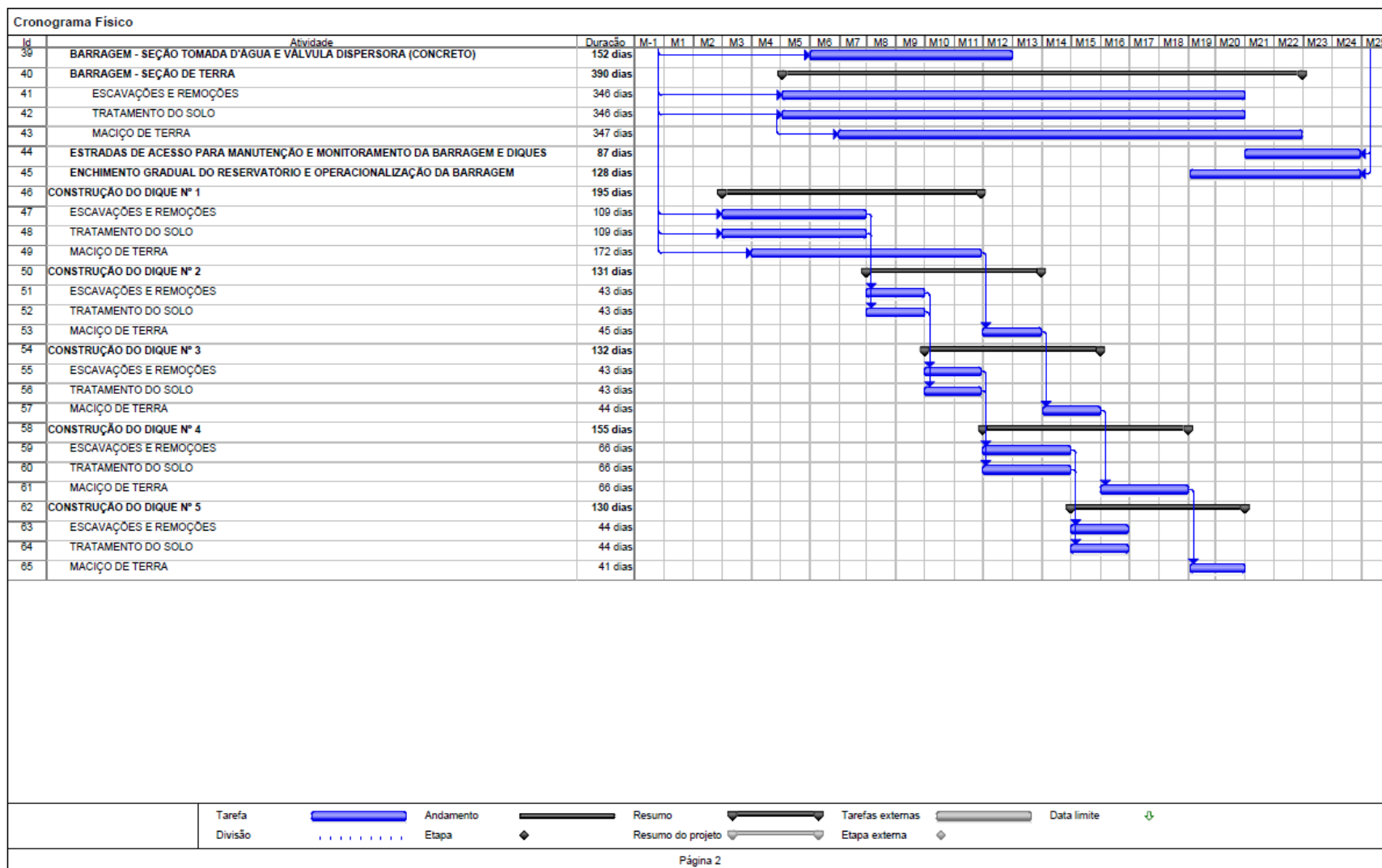
2.4 - Cronograma e ações a serem executadas

Objetivando facilitar o estudo do plano de ataque, a obra será dividida em setores de atuação denominados de **frentes**. As frentes de trabalho atuarão no decorrer do prazo da obra de maneira a liberar as áreas de trabalho em tempo suficiente e adequado. Pode-se dividir as obras em cinco frentes: serviços preliminares, movimento de terra, tratamentos de fundações, estruturas de concreto e serviços complementares.

Com a liberação da ordem de início dos serviços, serão iniciados os trabalhos de implantação do canteiro de obras e mobilização de pessoal e equipamentos. Paralelamente serão executados os trabalhos de levantamento topográficos e investigações geotécnicas necessárias para o detalhamento do projeto executivo. Serão também implantados os caminhos de serviços necessários para a execução das obras. Com isto serão iniciados os trabalhos de implantação de duas ensecadeiras, uma na margem direita e outra na margem esquerda, que possibilitarão os trabalhos de escavação, tratamento de fundações e construção da barragem de terra da margem direita e os trabalhos de construção das estruturas de desvio em concreto na margem esquerda.

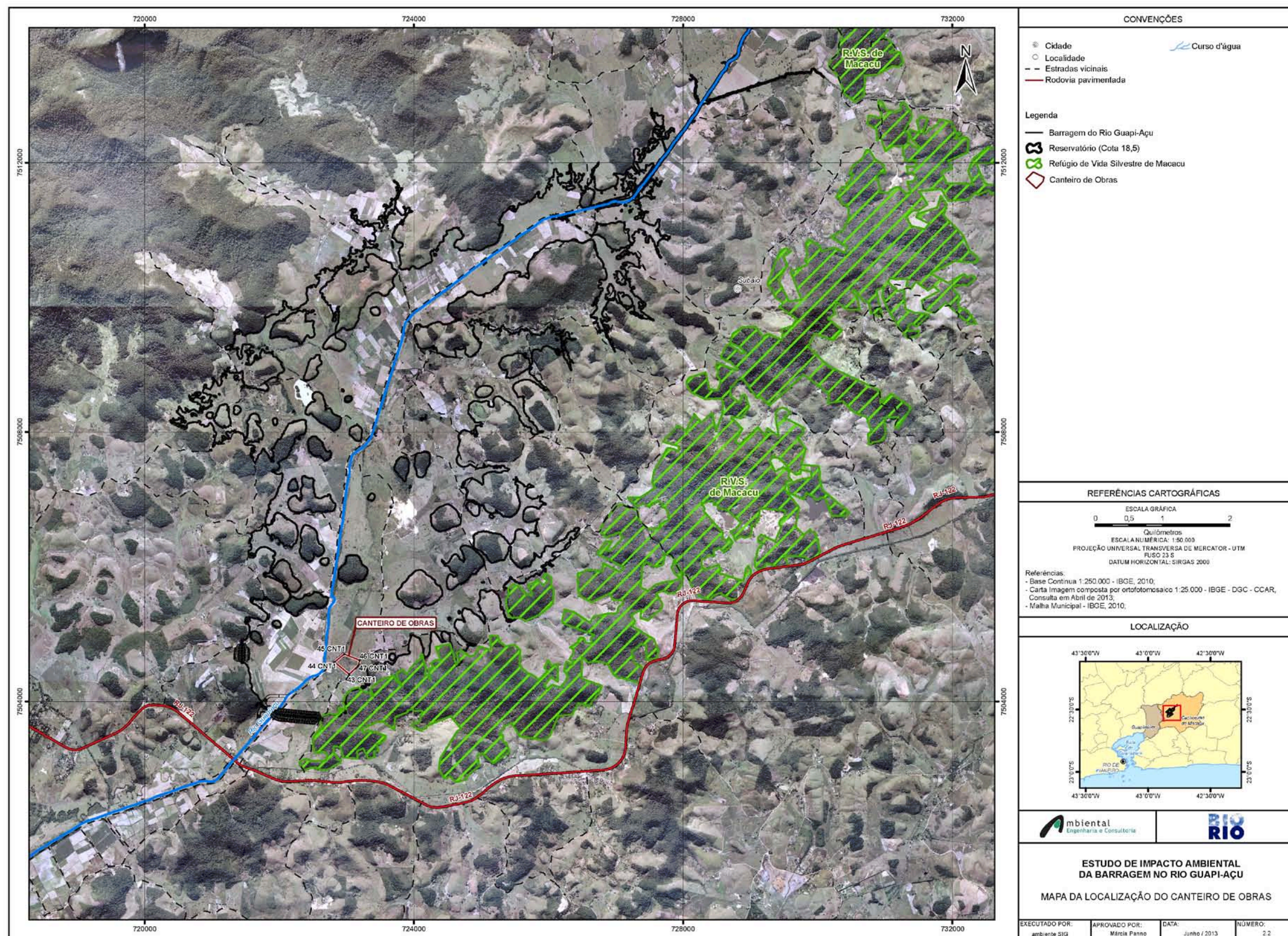
Concluídas estas obras, as ensecadeiras serão relocadas, de forma a desviar o rio pelas estruturas de concreto do canal de desvio, permitindo a construção das estruturas de vertedouro, barragem de gravidade e a complementação da barragem de terra. Paralelamente à conclusão das obras de barramento será realizada a limpeza da área do reservatório. Juntamente com a execução das obras do barramento principal, serão executadas as obras de construção dos diques de contenção, com os serviços de escavação, tratamento das fundações e construção dos maciços. Os diques serão implantados em sequência, do dique 1 ao 9. Estas obras permitirão a retirada das ensecadeiras e o fechamento do canal de desvio para o início do enchimento do reservatório. Complementarmente apresentamos a seguir ilustrações do sequenciamento construtivo do barramento principal e o sequenciamento de implantação dos diques. A seguir é apresentado o cronograma físico da obra.





2.5 - Áreas de utilização, estruturas e edificações previstas.

O canteiro, apresentado na figura 2.2 a seguir, será locado a 22° 33' 46" Sul e 42° 50' 16" Oeste, terá dimensão prevista de 250m x 300m (frente x comprimento). A seguir apresenta-se a planta baixa com a localização exata do canteiro central. Serão construídas estradas para acesso aos diques e também para acesso às jazidas de areia.



2.6 - Descrição das ações para limpeza do terreno, remoção da vegetação e movimentos de terra

Serão desmatadas e limpas áreas das escavações exigidas para as estruturas permanentes e obras complementares, as áreas de jazidas, áreas de empréstimo, área de estocagem e outras áreas a critério do empreendedor. A limpeza consistirá na derrubada e/ou corte e remoção de todas as árvores e outras vegetações, mato, troncos, galhos, entulhos e outros elementos de refugo. Inclui também a remoção de todas as construções e/ou benfeitorias existentes na área a ser limpa. Árvores, tocos, mato e outras vegetações encontradas em áreas onde se fará a limpeza, mas não o destocamento, será cortado no nível da superfície natural do terreno.

Serão destocadas e expurgadas as áreas de jazidas e estradas de acesso. O destocamento consiste na extração de todos os tocos, troncos enterrados, raízes, touceira de raízes e outros materiais inaceitáveis na raspagem e remoção desses materiais. Todo solo de natureza orgânica das áreas destocadas será removido antes da execução de outras atividades especificadas para essa área.

O material oriundo da limpeza e do destocamento será completamente removido do local da obra. As madeiras aproveitáveis e comerciáveis, a critério do empreendedor, serão transportadas e depositadas pela Carioca Christiani-Nielsen Engenharia S.A. em áreas designadas pelo empreendedor. Nestas áreas, a madeira ficará à disposição do empreendedor.

De acordo com sua natureza, os materiais oriundos da limpeza e do destocamento e que possam ser utilizados em trabalhos de terraplanagem serão transportados para as correspondentes áreas de estoque ou lançados diretamente nas áreas de construções, conforme determinação do empreendedor. O material adicional que não for aproveitado em qualquer outra atividade será transportado, colocado nas áreas de bota-fora e, posteriormente, queimado ou enterrado.

2.7 - Localização e dimensionamento preliminar das atividades a serem desenvolvidas no canteiro de obras

2.7.1 - Portaria

O canteiro de obras poderá ser acessado tanto por colaboradores, veículos e visitantes autorizados, veículos de grande porte para abastecimento de materiais ou caminhões betoneira. Desta forma, teremos dois acessos possíveis, um pela portaria, onde haverá uma pequena recepção para atendimento de pessoas físicas e um portão para o acesso de veículos. A portaria terá dimensões de 3,20 m x 3,20m e o portão para acesso a veículos terá largura dimensões 6m x 5m (altura x largura).

2.7.2 - Estacionamento

O estacionamento para veículos de pequeno porte será feito sobre pedra britada em frente ao escritório da equipe técnica/administrativa e Empreendedor. Haverá 20 (vinte) vagas descobertas com dimensões aproximadas de 2,50m x 5,50m. O canteiro conta também com 3 (três) vagas para ônibus e 5 vagas para caminhão 4 (quatro) caminhões betoneira próximo a central de argamassa.

2.7.3 - Escritório para equipe técnica/administrativa e da fiscalização

Os escritórios terão dimensões de 27,00m x 9,70m para a equipe técnica e da fiscalização da obra.

2.7.4 - Treinamento, ambulatório e SHST

Nesta unidade será implantada uma sala para a segurança do trabalho, onde será realizada a distribuição de equipamentos de proteção individual (EPI's) e de proteção coletiva (EPC's). Haverá um espaço para reunião com os colaboradores, treinamento e servirá também como ambulatório.

2.7.5 - Refeitório

O refeitório comportará de forma adequada os números de funcionários dimensionados para o empreendimento. Vai também se adequar as normas de saúde do trabalhador.

2.7.6 - Lazer

Esta unidade compreenderá um salão com mesas de jogos para o entretenimento dos funcionários alojados nos períodos de folga. Contando também com aparelhos de som, DVD e televisão.

2.7.7 - Alojamento Médio e Básico

O alojamento médio comportará até 96 funcionários, agrupados em quartos com quatro beliches cada. O alojamento básico comportará até 384 funcionários.

2.7.8 - Posto de abastecimento

Haverá uma bomba de abastecimento responsável sobre uma cobertura a aproximadamente 4 metros do piso. O combustível abastecerá os equipamentos alocados para execução da obra.

2.7.9 - Almoxarifado e Pátio do Almoxarifado

Esta unidade contará, além do próprio almoxarifado, com um local para armazenagem de materiais em área descoberta. Também contará com área para armazenagem de ferramentas de pequeno e médio porte a serem utilizadas na realização dos serviços.

2.7.10 - Oficina Mecânica

Os efluentes oleosos líquidos provenientes da limpeza do local serão conduzidos, por declividade, até uma caixa separadora sobre o piso. Farão ligação com as instalações da rampa de lubrificação, cuja água sem óleos será conduzida até o corpo receptor.

2.7.11 - Balança Rodoviária

Será instalada de modo a permitir a aferição através de pesagem dos caminhões de transporte de materiais diversos. Este controle será feito através de uma sala de controle próximo a balança.

2.7.12 - Rampa de Lubrificação

Os efluentes oleosos líquidos provenientes da limpeza de equipamentos e utensílios usados na oficina, além da lavagem de veículos e peças para manutenção serão conduzidos até uma caixa separadora de água e óleo, localizada sob o piso de concreto. Eles são direcionados por canaletas.

2.7.13 - Oficina de Equipamento e pátio da Oficina de Equipamentos

Os efluentes oleosos líquidos provenientes da limpeza do local serão conduzidos, por declividade, até uma caixa separadora sobre o piso. Farão ligação com as instalações da rampa de lubrificação, cuja água sem óleos será conduzida até o corpo receptor.

2.7.14 - Agregados

Haverá um espaço para descarregamento e estoque de agregados graúdos e miúdos que serão utilizados em obra.

2.7.15 - Central de Concreto

No canteiro de obras será implantada uma central dosadora de concreto para a produção de todo o concreto a ser utilizado na obra, tanto para as concretagens “in loco” como para a fabricação de peças de concreto pré-moldado. Esta central contará também com uma área destinada ao estacionamento de caminhões betoneiras.

2.7.16 - Estoque de Madeira Bruta

Local destinado para o armazenamento de madeira sem beneficiamento recebida.

2.7.17 - Central de fôrmas e armação

A central de forma será destinada ao beneficiamento e produção de todas as formas a serem utilizadas nas estruturas definitivas das obras. Esta central contará também com área para armazenamento de materiais brutos e beneficiados.

2.7.18 - Estoque de madeira beneficiada

Central destinada ao beneficiamento de madeira para confecção de barrotes, tábuas, ou quaisquer trabalhos de carpintaria.

2.7.19 - Estoque de aço bruto

Local destinado ao aço recebido em obra.

2.7.20 - Central de armação e Estoque de aço beneficiado

Central destinada ao beneficiamento de aço para armação da estrutura e também estoque do mesmo.

2.7.21 - Cimento a granel

Adjacente a usina de concreto serão instalados três silos para armazenagem de cimento a granel.

2.7.22 - Sanitário

No alojamento da equipe de nível básico haverá vasos e mictórios na proporção, no máximo, 01 para cada 20 colaboradores e chuveiro 01 para cada 10 funcionários, ambas proporções estão inseridas no limite imposto pela NR 18 e NR 24

Haverá também sanitário e vestiário de apoio, que servirá tanto para equipe que reside no alojamento, quanto a colaboradores que moram nas cidades de entorno. Que será dimensionado para demanda de funcionários que não residem no canteiro, obedecendo a proporção máxima de um vaso, mictório e lavatório para cada 20 colaboradores e um chuveiro para cada 10 colaboradores.

Serão instalados banheiros químicos nas regiões onde não é viável a instalações hidráulico-sanitárias, cujas observações serão feitas no item 1.6.24 -16.

As instalações das áreas dos sanitários do canteiro de obra estão dimensionadas de acordo com a quantidade prevista nas NR-18 e NR-24 e as instalações sanitárias serão separadas para homens e mulheres.

ÁREA DE VIVÊNCIA	ACESSÓRIOS	QUANTIDADE
Banheiro Masculino Administrativo	Vasos Sanitários Lavatórios Mictórios(Tipo calha)	01 Conjunto para 20 Funcionários
Banheiro Feminino Administrativo	Vasos Sanitários Lavatórios	01Conjunto para 20 Funcionários
Banheiro Masculino Operacional	Vasos Sanitários Mictórios Lavatórios.	01Conjunto para 20 Funcionários
	Chuveiros (Quentes)	01 para cada grupo de 10 Funcionários
Setor de Saúde	Vaso Sanitário	01
	Lavatórios	01
Vestiário	Armários pessoais	1 para cada funcionário (produção)

2.7.23 - Laboratório

Neste laboratório, serão realizados os testes correntes de controle de qualidade da obra. Testes específicos serão realizados por empresas contratadas, com reconhecida atuação no mercado, ou pela própria equipe da Carioca Christiani Nielsen Engenharia S.A.

2.7.24 - Banheiro Químico

Serão alocados banheiros químicos em regiões onde houver colaboradores em serviço e que estiverem distantes do canteiro central. As cabines sanitárias serão locadas à empresa terceirizada que ficará responsável por sua manutenção, coleta e destinação de dejetos.

2.7.25 - Resíduos Gerados

Os resíduos gerados no canteiro de obra seguirão normas e procedimentos ambientais.

Os resíduos serão armazenados separadamente e destinados por empresa licenciada e o monitoramento será feito pela contratada através de inventários e relatórios mensais.

Para os resíduos gerados na obra é estabelecido um plano de gerenciamento, onde são considerados a geração, o manuseio, classificação, segregação, quantificação, armazenamento temporário, transporte e disposição final, e atividades que promovem a prática de redução (através da racionalização de recursos naturais), reutilização e reciclagem dos resíduos.

O Gerenciamento dos Resíduos deverá passar por três etapas bem definidas: a seleção / coleta, o armazenamento temporário e o destino final. Todas as operações de manuseio, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final de resíduos, deverão ser executados de acordo com este plano e estar em conformidade com a legislação vigente. A classificação de resíduos sólidos segue os princípios da ABNT NBR 10004:2004, em:

Resíduos Classe I - Perigosos.

Resíduos Classe II - Não Perigosos

Resíduos Classe II A – Não Inertes.

Resíduos Classe II B – Inertes.

➡ Seleção/coleta

A coleta dos resíduos deve ser feita separando-os de acordo com a sua classificação, que respeitará os diferentes tipos de resíduos. A coleta seletiva dos resíduos deve ocorrer conforme específicos na Resolução Conama 275/01 (quadro abaixo).

Todos os resíduos gerados serão previamente separados por tipo, acondicionados em recipientes devidamente identificados e depositados na em baias construídas no canteiro conforme norma vigente para cada tipo de resíduo armazenado, para que os mesmos sejam coletados de acordo com a sua classificação, para posterior envio a empresas especializadas em tratamento/destinação final de resíduos.

Papel	AZUL
Plástico	VERMELHO
Madeira	PRETO
Vidro	VERDE
Metal	AMARELO
Orgânico	MARROM
Perigosos	LARANJA
Saúde	BRANCO
Não recicláveis	CINZA

➡ Armazenamento temporário dos resíduos

O armazenamento temporário dos resíduos deve ser feito em local sinalizado, de fácil acesso, com dispositivos de combate a incêndio, afastado de águas superficiais e áreas alagadas, em conformidade com os requisitos legais, os resíduos são armazenados em baias

Os recipientes (bombonas ou tambores) contendo resíduos deverão ser identificados com placas como nome dos resíduos e respectivas cores.

Os resíduos perigosos gerados pelas frentes de serviço deverão ser armazenados em locais específicos e com providos de contenção adequada ao volume, serão destinados às empresas especializadas em tratar/dispor tal resíduo, sendo que a mesma estará devidamente legalizada com a legislação vigente e previamente aprovada pela Empreendedor.

O transporte de Produtos Perigosos deve ser efetuado atendendo o Decreto Federal N°96044/88 e Portaria 204/97 do Ministério do Transporte.

➡ Destino final

Os resíduos podem ter três destinos: a reutilização, a reciclagem ou o descarte em local devidamente licenciado. Aqueles que não puderem ser reciclados ou reutilizados deverão ser destinados a um aterro sanitário ou industrial, devidamente credenciado e licenciado por órgão ambiental competente. O controle dessa destinação dá através de formulários.

➡ Resíduos de Saúde

De acordo com a RDC ANVISA 306/04 e a Resolução CONAMA 358/2005, são definidos como geradores de RSS (Resíduos do Serviço de Saúde) todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana. A classificação dos RSS estabelecida em legislações vigentes se dá com base na composição e características biológicas, físicas e químicas e tem por finalidade propiciar o adequado gerenciamento desses resíduos.

Os resíduos são classificados em cinco grupos distintos:

➡ GRUPO A: Resíduos com Risco Biológico

São resíduos com a possível presença de agentes biológicos que por suas características de maior virulência ou concentração podem apresentar risco de infecção.

➡ GRUPO B: Resíduos com Risco Químico

São resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

➡ GRUPO C: Resíduos Radioativos

Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

➡ GRUPO D: Resíduos Comuns

São todos aqueles que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente. Suas características são similares aos dos resíduos domésticos comuns.

➡ GRUPO E: Resíduos Perfuro-cortantes ou Escarificantes

Materiais perfuro-cortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, tubos capilares, micropipetas, lâminas e lamínulas, espátulas e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório e outros similares.

➡ Resíduos de Construção Civil

Com base na Resolução CONAMA No. 307 de 2002, os resíduos da construção civil são aqueles provenientes da realização da atividade de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, etc. Estes resíduos são classificados utilizando-se os seguintes critérios:

- ➡ Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- ➡ Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
- ➡ Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.
- ➡ Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

2.8 - Layout do canteiro

O canteiro será locado a 22° 33' 46" Sul e 42° 50' 16" Oeste, terá dimensão prevista de 250m x 300m (Frente x Comprimento). A figura 2.3 a seguir representa o layout do canteiro de obras assim como o caminho que esgoto e água utilizada em algum processo da obra fará até Estação de Tratamento de Esgoto ou corpo receptor.

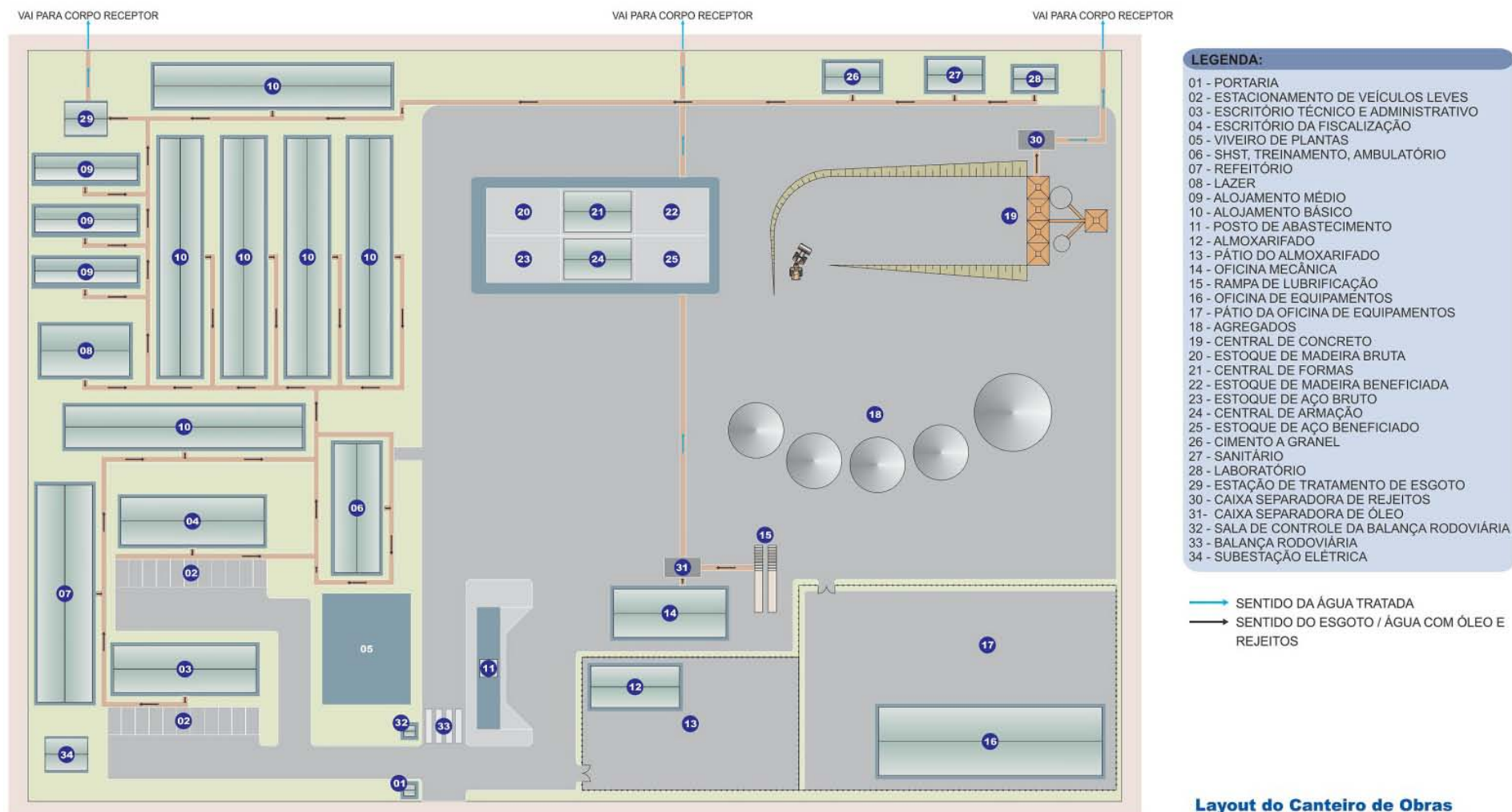


Figura 2.3. Layout do canteiro de obras

2.9 - Demanda e origem de água e energia

2.9.1 - Demanda de energia elétrica energia

Fora estimado da demanda de potência em 300 kVA em tensão de 380/220 Volts, com previsão de montagem da subestação simplificada conforme as normas pertinentes. O fornecimento de energia elétrica será feito através da concessionária da região.

2.9.2 - Demanda de Água

A água será proveniente de um poço artesiano com profundidade entre 100m a 150m com vazão aproximada de 10 m³/h e painel de comando para bomba submersa. A água obtida no poço será armazenada em um reservatório de água para 80.000 l e será distribuída para as instalações dos canteiros e técnico-administrativas. A água potável para consumo dos colaboradores do canteiro será fornecida em galões por uma empresa contratada.

2.10 - Origem e estimativa da mão de obra empregada

A mão de obra direta será obtida, preferencialmente, tanto na cidade de Cachoeiras de Macacu quanto das cidades circunvizinhas: Itaboraí, Itaboraí, Guapimirim, Teresópolis, Nova Friburgo, Silva Jardim e Rio Bonito. A construtora responsável cederá um veículo para deslocamento da mão de obra até o canteiro de obras em um local definido pela mesma.

A mão de obra indireta será constituída pelos contratos da construtora e pela empresa fiscalizadora, que contará com sua própria mão de obra. A seguir apresenta-se uma tabela com a programação de mão de obra necessária a cada mês, durante a execução da obra. A maior demanda de mão de obra será de 692 colaboradores, sendo esses 109, mão de obra indireta e 583 mão de obra direta. O planejamento da necessidade de mão de obra direta e indireta no decorrer da execução da obra é explícito na tabela 2.3 a seguir:

Tabela 2.3 - Cronograma de mão de obra indireta

Categoria Profissional	Pico	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
SUPERVISOR DE OBRAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SECRETÁRIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COORDENADOR DE PROJETO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO SENIOR	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO JUNIOR	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
TÉCNICO DE EDIFICAÇÕES	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
MESTRE DE OBRAS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ENCARREGADO	8	2	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4
FEITOR	11	3	3	8	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	8	8
ELETRICISTA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
BOMBEIRO HIDRÁULICO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOLDADOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CARPINTEIRO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PEDREIRO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
SERVENTE	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
OPERADOR DE EQUIPAMENTOS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ENGENHEIRO COORDENADOR TÉCNICO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ENGENHEIRO TÉCNICO SENIOR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TÉCNICO DE EDIFICAÇÕES	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
DESENHISTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
APONTADOR	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
ESCRITURÁRIO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ENGENHEIRO QSMS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MÉDICO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TÉCNICO DE ENFERMAGEM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TÉCNICO QSMS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
AUXILIAR TÉCNICO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
GERENTE ADMINISTRATIVO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ENCARREGADO FINANCEIRO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ENCARREGADO DE PESSOAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COMPRADOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AUXILIAR DE ESCRITÓRIO	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ALMOXARIFE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AUXILIAR DE ALMOXARIFADO	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Categoria Profissional	Pico	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
MOTORISTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PROFESSORA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ENCARREGADO DE TRANSPORTES	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ENCARREGADO DE ALOJAMENTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ENCARREGADO DE SERVIÇOS GERAIS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
VIGIA	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
AJUDANTE	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL	109	93	93	106	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	106	100

Tabela 2.3 - Cronograma de mão de obra direta

Categoria Profissional	Pico	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
OPERADOR DE EQUIPAMENTOS	81	3	3	48	63	53	61	59	56	62	59	70	74	81	62	61	60	54	57	52	48	35	34	16	6
MOTORISTA	166	5	5	110	134	79	91	112	111	114	119	146	154	166	127	104	104	88	100	88	85	103	83	43	3
SERVENTE	236	30	30	150	188	125	145	163	158	166	169	205	217	236	180	157	156	134	149	132	126	127	107	53	12
ARMADOR	52	7	7	33	42	28	32	36	35	37	37	46	48	52	40	35	35	30	33	29	28	28	24	12	3
PEDREIRO	21	3	3	14	17	11	13	15	14	15	15	19	20	21	16	14	14	12	13	12	11	12	10	5	1
CARPINTEIRO	18	2	2	12	15	10	11	13	12	13	13	16	17	18	14	12	12	10	12	10	10	10	8	4	1
GREIDISTA	8	1	1	5	6	4	5	5	5	5	5	7	7	8	6	5	5	4	5	4	4	4	3	2	
MONTADOR	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
TOTAL	583	51	51	373	466	311	359	404	392	413	418	510	538	583	446	389	387	333	370	328	313	320	270	135	26

2.11 - Previsão de tráfego de veículos na fase de construção

Os caminhões vão trafegar em pistas executadas em solos argilosos arenosos construídos com inclinação de 2% para evitar acúmulo de água, com largura de seção transversal em torno de 7,50m. Serão escavadas valetas conduzindo as águas provenientes da pista de tráfego para bacias de sedimentação com posterior encaminhamento para corpo hídrico existente. Serão monitorados os gases expelidos pelos veículos movidos a diesel. Serão utilizados caminhões pipa para a umectação da pista a fim de controlar a expansão de partículas em suspensão devido tráfego de equipamentos. Caso ocorra de algum veículo trafegar fora do *site* do empreendimento os mesmos deverão ser lonados a fim de evitar dispersão do material ao longo da via.

Os caminhões que entrarem no empreendimento serão verificados quanto ao vazamento existente, caso ocorra não poderão acessar a área do empreendimento.

Tabela 2.4. Cronograma de utilização de equipamentos

Equipamento	Pico	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
TRATOR DE ESTEIRAS CAT D6	22			14	18	15	17	16	15	16	15	18	20	22	17	17	17	15	16	14	13	9	9	6	2
PÁ CARREGADEIRA PC-950F- II	2			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
CAMINHÃO BASCULANTE 14 M³	144			100	124	72	84	96	92	92	100	124	132	144	108	88	88	72	84	72	72	88	68	40	
ROLO COMPACTADOR CA250PD	13			5	7	7	8	9	9	10	9	11	11	13	9	9	9	9	9	8	7	4	4		
ESCAVADEIRA DE ESTEIRAS CAT320DL	18			11	18	15	18	10	6	7	8	10	12	15	9	10	9	6	7	6	6	5	4	5	
MOTONIVELADORA CAT-120	14			8	10	8	9	11	11	13	12	13	13	14	12	11	11	10	10	10	9	6	6	1	
ESCAVADEIRA DE ESTEIRAS CAT 330DL	10			4	4	3	4	7	8	8	8	10	10	9	8	7	7	7	8	7	7	4	3		
CAMINHÃO PIPA	14			6	6	4	4	10	12	14	12	14	14	14	12	10	10	10	10	10	8	8	8		
TRATOR DE PNEUS + GRADE DE DISCOS	7			3	3	2	2	5	6	7	6	7	7	7	6	5	5	5	5	5	4	4	4		
PICK-UP 4X4 L200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LANCHA DE RESGATE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TRATOR ESTEIRA D-4E PS/DD	2	2	2	2	2	2	2																		
VIBRADOR DE IMERSAO	28			28	28	28	28	28	28	28	28	28	28												
RETROSCAV. CASE 580H/MF86/FB80	1	1	1																			1	1	1	1
ROLO COM.PNEUS CP22	1																					1	1	1	1
CAMINHÃO BASC. TRUCADO 8m3	4	4	4																			2	2	2	2
COMPACTADOR PLACAS - CM 20	1																					1	1	1	1

2.12 - Sistema de drenagem das águas superficiais que tendem a escoar para a área do empreendimento, bem como das águas que se precipitem diretamente sobre esta área, indicando os pontos de lançamento.

A primeira obra de engenharia a ser implantada são as estruturas de desvio do rio. A área de intervenção, principalmente nos locais onde será implantado o maciço da barragem, será protegida por canais de cintura que direcionarão o fluxo da contribuição pluvial ao rio Guapi-Açu. Este coletará a contribuição da bacia de montante e conduzirá as águas pelas estruturas de desvio do rio.

2.13 - Intervenções hidráulicas previstas (canalização, capeamento, construção de pontes, travessias e etc.)

Será executado um ponto de tomada d'água para abastecer o caminhão pipa, este poço estará afastado 200m da margem do rio. Será tomado o cuidado para comprometer a vazão mínima do rio.

No canteiro de obras a rede de abastecimento de água potável será executada em tubos de PVC enterrados no solo na profundidade média de 0,30 m.

Caso haja necessidade a fim de melhor condução das águas proveniente das drenagens das pistas de acesso serão construídos bueiros em tubos de concreto armado, tomando o cuidado de executar dissipadores de energia com objetivo de evitar erosões em função da concentração das águas pelos bueiros.

Será executado um estudo da viabilidade de se executar pontes provisórias sobre o rio existente. A ponte terá a finalidade de diminuir a extensão percorrida pelos veículos evitando a dispersão de gases expelidos em função dos motores a diesel.

2.14 - Usos e/ou ocupações previstas para o território insular, com vegetação, formadas quando do enchimento do reservatório.

Todas as áreas internas ao reservatório, inclusive aquelas que virão a se tornar área insular, estão em processo de desapropriação, por Decreto Estadual. Assim, pode-se garantir que o território insular não sofrerá intervenção de nenhuma ordem, sem supressão de vegetação após o enchimento do reservatório. Os animais existentes em fuga para esses nichos, também, serão alvos do programa de salvamento da fauna local.

2.15 - Plano de Contingência tendo em vista a possibilidade de floração de algas potencialmente tóxicas

A presença de cianotoxinas na água de consumo humano implica em sérios riscos à saúde pública, considerando que possuem características hidrossolúveis e passam pelo sistema de tratamento convencional, sendo também resistentes à fervura. Sendo assim, o monitoramento das cianobactérias e consequentemente das cianotoxinas nos mananciais de água para abastecimento público é imprescindível para identificar os locais com risco potencial.

O presente documento tem por objetivo apresentar um Plano de Contingência de Cianobactérias que se justifica pelo fato do empreendimento deste Estudo de Impacto Ambiental possuir como principal utilização o abastecimento de água para consumo humano. Todas as informações apresentadas foram baseadas na publicação da CETESB “Manual de Cianobactérias Planctônicas: Legislação, Orientações Para o Monitoramento e Aspectos Ambientais”.

a) Introdução

No Brasil, a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A portaria em vigor exige que os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas de abastecimento supridos por mananciais superficiais monitorem as cianobactérias no ponto de captação de água mensalmente, quando o número de células de cianobactérias não exceder 10.000 células/mL e semanalmente, quando o número de células de cianobactérias exceder este valor. Também exige que sempre que o número de cianobactérias no ponto de captação exceder 20.000 células/mL seja realizada a análise semanal das cianotoxinas. Nesse caso, é exigida a análise de microcistinas e saxitoxinas, devido ao seu efeito agudo e carcinogênico. Em relação à cilindrospermopsina, a Portaria do Ministério da Saúde recomenda essa análise sempre que for detectada a presença de gêneros potencialmente produtores, observando o valor máximo aceitável de 1,0µg/L. Também existe recomendação para a análise da presença de anatoxina-a(s) quando for detectada a presença de

gêneros de cianobactérias produtoras no ambiente, porém sem estabelecimento de Limites Máximos Admissíveis – LMA (tabela 2.5).

Tabela 2.5. Limites máximos admissíveis para cianotoxinas segundo a Portaria 2914/2011.		
Parâmetros	Condição	Limites Máximos Admissíveis
Microcistina	Análise obrigatória em água para consumo humano	1,0 µg/L
Saxitoxinas (STX)		3,0 µg/L de equivalente STX
Cilindrospermopsina	Recomendação de análise em água para consumo humano quando forem observadas cianobactérias produtoras	1,0 µg/L
Anatoxina-a(s)		Não foi estabelecido valor

Fonte: Ministério da Saúde - Portaria 2914/2011.

Um aspecto bastante preocupante do efeito das cianotoxinas na saúde humana está relacionado ao uso das águas para fins recreacionais. Estudos de avaliação de risco à saúde humana em águas recreacionais, planos de monitoramento e ações mitigadoras em ambientes impactados por cianobactérias devem ser implementados pelos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos. Há carência de estudos epidemiológicos com informações sobre os efeitos agudos e crônicos das cianotoxinas em humanos para embasar avaliações de risco que possam protegê-los. Valores máximos permitidos-VMP de cianotoxinas em águas recreacionais são mais difíceis de estabelecer em função das muitas vias de exposição pelos usuários. No Brasil, a Resolução CONAMA 274/2000, do Ministério do Meio Ambiente, que define os critérios para a classificação de águas destinadas à recreação de contato primário (aquela de contato direto e prolongado com a água: natação, mergulho, esqui-aquático, na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada), não contempla valores orientadores para florações de cianobactérias. No entanto, seu texto considera passíveis de interdição, pelos órgãos de controle ambiental, trechos dos corpos d'água em que ocorra toxicidade ou formação de nata decorrente de florações de algas, e estabelece como uma das condições impróprias para banho a ocorrência de floração de algas e/ou outros organismos que oferecem risco à saúde humana.

Apenas a inspeção visual adotada na Resolução CONAMA 274/2000 não oferece garantias à população de uma exposição segura. Considera-se a ocorrência de uma floração quando o número de células de cianobactérias ultrapassa 10.000 céls/mL;

entretanto, dependendo da espécie, não ocorre nenhuma alteração de coloração ou formação de espumas. Neste caso, a população pode estar sendo exposta ao risco sem o conhecimento das autoridades de saúde pública.

O manual da OMS considera três vias de exposição às cianobactérias em águas recreacionais: contato direto de partes expostas do corpo (incluindo ouvidos, olhos, boca, garganta e áreas cobertas com roupa de banho que podem capturar e concentrar células), a ingestão acidental e a inalação de água contendo células de cianobactérias.

Na tabela 2.6 são apresentados os valores orientadores para proteção humana em águas recreacionais.

Tabela 2.6. Valores orientadores para a proteção da saúde humana em águas recreacionais.	
Probabilidade de efeito adverso à saúde	
Níveis	Valores orientadores ou situações
Baixa - Nível 1	
Microcistina (µg/L)	2-4 (valor esperado)*
Clorofila a (µg/L)	10
Células de cianobactérias (cél./mL)	20.000
Riscos à Saúde	Efeitos adversos agudos (ex. irritações da pele e sintomas gastrointestinais) são pouco prováveis
Ações Recomendadas	Sinalização e informação às autoridades pertinentes
Moderada - Nível 2	
Microcistina (µg/L)	20 (valor esperado)*
Clorofila a (µg/L)	50
Células de cianobactérias (cél./mL)	100.000
Riscos à Saúde	Efeitos adversos agudos resultam em irritações na pele e sintomas gastrointestinais em baixas frequências; potencial para efeitos crônicos, quando algumas espécies estão presentes.
Ações Típicas	Procurar natas, restringir banhos, sinalizar o local, alertando para riscos moderados, informar autoridades locais e posteriormente investigar os perigos.
Alta - Nível 3	
Microcistina (µg/L)	Sem valores
Clorofila a (µg/L)	Sem valores
Células de cianobactérias (cél./mL)	nata, milhões de células
Riscos à Saúde	Potencial para envenenamentos agudos severos; Potencial para enfermidades crônicas, dependendo da espécie presente; Efeitos adversos agudos: irritações cutâneas e enfermidades gastrintestinais

Tabela 2.6. Valores orientadores para a proteção da saúde humana em águas recreacionais.

Probabilidade de efeito adverso à saúde	
Níveis	Valores orientadores ou situações
Ações Típicas	Ações imediatas para prevenir contato com nata, sinalizar o local, alertando para riscos altos, informar às autoridades locais.

Fonte: Modificado de WHO (2003).

*Valores esperados para essa concentração de células e clorofila a, caso as cianobactérias presentes sejam produtoras de cianotoxinas.

b) Plano de Trabalho

A Organização Mundial de Saúde recomenda que as entidades gestoras do sistema de abastecimento público de água desenvolvam planos para garantir a qualidade da água, incorporando metodologias de monitoramento e um plano de contingência para gestão de riscos relativos à presença de cianobactérias.

➡ Prevenção de Florações de Cianobactérias

As ações de prevenção do processo de eutrofização nos mananciais de abastecimento são extremamente importantes e devem se basear no controle dos fatores que contribuem para o processo, a saber:

- Regulamentação do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica;
- Ordenamento da ocupação territorial;
- Adoção de boas práticas na agricultura e pecuária;
- Controle da erosão e do uso de fertilizantes e herbicidas;
- Preservação das matas ciliares;
- Tratamento em nível terciário do esgoto doméstico e efluentes industriais brutos;
- Avaliação do regime de operação de reservatórios, como o tempo de residência e o fluxo da água, que podem influenciar as condições hidrodinâmicas;
- Monitoramento e registro das populações de cianobactérias.

➡ Monitoramento Preventivo

Os efeitos adversos da ocorrência das cianobactérias devem ser avaliados, incluindo seu importante papel na estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos como produtores primários, fixadores de nitrogênio atmosférico e bioindicadores de qualidade da água.

O monitoramento de cianobactérias pode contemplar diferentes níveis de complexidade. Uma simples inspeção visual do corpo d'água, com mudança de coloração ou formação de natas, já indica a necessidade de um monitoramento mais sistemático. Variáveis como o fósforo total e a clorofila *a* também podem ser monitoradas, como prevenção e um indício para o aparecimento de florações. A presença de toxinas só é avaliada após a constatação da presença de células de cianobactérias em densidade significativa no ambiente (acima de 10.000 céls./mL). É importante ressaltar que a bacia hidrográfica, assim como os fenômenos naturais ou antrópicos afetando esta bacia, devem ser avaliados em sua totalidade.

A frequência do monitoramento está relacionada ao tempo de divisão celular das cianobactérias. Apesar da Portaria 2914/2011 exigir uma frequência mensal quando as concentrações estão abaixo de 10.000 céls./mL, recomenda-se o monitoramento quinzenal em uma primeira avaliação do ambiente. Os monitoramentos em períodos mais curtos podem ser necessários para avaliar tendências de florações já estabelecidas ou seu deslocamento vertical na coluna d'água em diferentes horários. A predominância de diferentes espécies de cianobactérias está relacionada às condições ecológicas, hidrológicas e ao manejo do local estudado.

No monitoramento é importante avaliar a variabilidade do conteúdo de cianotoxinas ao longo do desenvolvimento das cianobactérias, pois a toxicidade cumulativa das microcistinas representa um perigo potencial. Se a concentração de toxinas mostra pouca variação durante várias semanas, ou meses, de florações para certas espécies chave, predições podem ser baseadas em contagens de células. Assim, as análises de toxinas, que tem um custo mais elevado ou uma complexidade analítica maior, podem ser realizadas esporadicamente.

Para fins de abastecimento público, o monitoramento deve ser na tomada de água, em perfil vertical, para acompanhar o deslocamento das cianobactérias pela coluna d'água. Pontos dispersos pelo manancial podem ser interessantes para avaliar

potenciais fatores responsáveis pela produção das florações e seu deslocamento em função de ventos e fatores hidrodinâmicos.

➡ Plano de Contingência para a Barragem do Guapi-Açu

➔ Apresentação

O presente plano de contingência tem por objetivo estabelecer ações de gerenciamento e monitoramento estipulando uma sequência de respostas na ocorrência de floração de algas tóxicas.

➔ Metodologia

A metodologia será dividida em duas etapas: monitoramento visual e monitoramento analítico

O monitoramento visual incluirá inspeções de cor e odor do local, observação de natas, presença de partículas na água, verificação da ocorrência ou não de mortandade de peixes, e outras informações do local que possam ser importantes para a avaliação final. Preferencialmente o monitoramento visual deverá ser feito semanalmente.

O monitoramento analítico será efetuado a partir de coletas mensais de amostras de água. Para tanto, além do local de tomada d'água deverão ser implementados outros pontos de coleta ao longo da área do reservatório. Recomenda-se que estes pontos sejam concomitantes com os pontos amostrais do Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas de maneira a correlacionar as informações dos parâmetros físico-químicos com os resultados obtidos na amostragem das algas.

A coleta d'água deverá ser realizada com auxílio de garrafas de profundidade, distribuída ao longo da coluna d'água (diferentes profundidades). Visando complementar as informações qualitativas deverão também ser realizadas amostragens com rede de 20 µm. Após as coletas os organismos serão fixados e transportados para o laboratório.

Em laboratório deverão ser realizadas análises qualitativas e quantitativas das algas. Para análise quantitativa poderá ser utilizada com câmara de Utermohl. A análise

qualitativa será efetuada a partir da identificação dos organismos com auxílio de bibliografia especializada.

→ Ações

Dependendo do resultado obtido deverão ser implementadas diferentes ações descritas a seguir:

A OMS, por meio do guia *“Toxic Cyanobacteria in Water: aguide to their public health consequences, monitoring and management”*, apresenta alguns valores de referência a serem utilizados em programas de monitoramento e estabeleceu três níveis de alerta relativos ao uso da água para abastecimento público e orientações a serem seguidas após a identificação de cianobactérias nos corpos d’água. A Portaria 2914/2011 se baseou nesses dados da OMS para definir os valores de referência no Brasil.

Deverá se entrar em **nível de vigilância** quando no monitoramento, for detectada uma colônia ou cinco filamentos de cianobactéria em 1 ml da amostra de água, o monitoramento deve ser semanal quando a contagem de células de cianobactérias exceder 10.000 céls/mL ou forem detectados gosto e odor. As medidas mitigadoras encontram-se listadas abaixo:

- Aumentar a frequência de coletas para pelo menos semanal;
- Inspecionar a entrada de água na captação, para observar a presença de natas de cianobactérias;
- Aplicar medidas corretivas necessárias;
- Realizar tratamento adequado para remoção do gosto/odor;
- Avaliar as ações implementadas e a tomada de decisão em função desses resultados.

Se o número de células de cianobactérias diminuir, volta-se ao monitoramento regular; se esse resultado não for atingido, deve-se passar ao Alerta de Nível 1.

O **Alerta de Nível 1** se instala a partir da confirmação de uma floração de cianobactérias potencialmente nocivas, que podem causar problemas ao abastecimento de água. A OMS considera que os limites para esse nível de alerta são valores superiores a 2.000 céls./mL ou 1,0µg/L de clorofila *a*, assumindo que a espécie é considerada potencialmente tóxica pela literatura (como *Microcystis*

aeruginosa, *Dolichospermum (Anabaena) circinalis*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, entre outras). Nesse caso, as ações envolvem:

- Coleta de amostras para testes de toxicidade e confirmação da identificação das cianobactérias envolvidas na floração e também efetuar coletas na água já tratada, para confirmação da não contaminação e eficiência de remoção.
- Verificação da eficiência do processo de contenção da floração.
- Alerta às autoridades locais;
- Manutenção do monitoramento, pelo menos semanal. Se possível, coletar amostras em outros locais próximos para estabelecer variabilidades.

Se após três amostras sucessivas for diagnosticada tendência de estabilização da floração, ou se as espécies envolvidas no evento não forem tóxicas, o Alerta de Nível 1 é mantido, até que a floração desapareça.

Para um **Alerta de Nível 2** o número de células de cianobactérias igual ou superior a 100.000 cels/mL ou 50 µg/L de clorofila a, com presença de toxinas confirmada por análises químicas ou bioensaios, descrevem uma floração tóxica estabelecida. Essas condições são indicativas de um aumento significativo no risco de efeitos adversos à saúde humana pelo abastecimento de água não tratada, ou tratada por um sistema ineficiente, mesmo se a exposição for de curta duração. O uso de algicidas nesse caso pode agravar o problema, podendo aumentar a concentração de toxinas na água em função da lise celular. As medidas imediatas nesse caso incluem o aumento da frequência de monitoramento de amostras e dos testes de toxicidade, além da análise da água tratada para toxinas livres relacionadas à espécie dominante da floração. Caso a análise não esteja disponível, a água deve ser considerada imprópria para consumo. As autoridades locais devem ser notificadas, e a população deve ser orientada. O uso de placas indicativas do problema é recomendado.

As medidas corretivas envolvem também a intervenção no ponto de captação (manejo da captação de água bruta) e a remoção desses organismos e compostos

no sistema de tratamento de água. Devem também ser avaliados o uso de aeradores ou misturas artificiais da coluna d'água e a utilização de barreiras mecânicas para isolamento das natas. A remoção de cianobactérias e cianotoxinas nas estações de tratamento deve ser feita de forma cuidadosa e planejada. Os processos de tratamento de água para abastecimento público devem remover as células viáveis sem promover a sua lise, além de remover a fração dissolvida das cianotoxinas.

Outra ação muito importante é a de prevenir as florações de algas tóxicas. Esta ação deverá ser feita ao longo do período de operação do empreendimento de acordo com as características da região. Neste contexto pode-se citar:

- Adoção de boas práticas na agricultura e pecuária;
- Controle da erosão e do uso de fertilizantes e herbicidas;
- Preservação das matas ciliares;
- Tratamento em nível terciário do esgoto doméstico e efluentes industriais brutos;
- Avaliação do regime de operação do reservatório, como o tempo de residência e o fluxo da água, que podem influenciar as condições hidrodinâmicas;
- Monitoramento e registro das populações de cianobactérias.

2.16 - Levantamento das possíveis áreas de bota-fora visando o possível desassoreamento do reservatório

O levantamento georreferenciado com as localidades das áreas de bota fora, empréstimo de solo, localidade do reservatório, encontra-se apresentado no Volume de Mapas deste EIA.

2.17 - Custos e Investimentos da Obra

RESUMO GERAL DOS CUSTOS		
ITEM	DESCRIÇÃO	TOTAL
1	Serviços Preliminares	39.019.377,45
1,01	Implantação Do Canteiro	8.060.397,39
1,02	Mobilização E Desmobilização De Pessoal E Equipamentos	741.071,84
1,03	Assessorias e Consultorias Especiais	1.854.891,00
1,04	Sondagens	807.248,00
1,05	Serviços Topográficos E Controle Tecnológico	5.015.223,56
1,06	Administração Local E Custos Indiretos	22.216.480,38
1,07	Aluguel Carros para Fiscalização	324.065,28
2	Terrenos Relocações E Outras Ações Sócio-Ambientais	3.880.870,89
2,01	Terrenos, Desapropriações E Relocações (Fora Do Escopo)	0,00
2,02	Ações Sócio-Ambientais-Meio Físico-Biótico	3.880.870,89
2,03	Ações Sócio-Ambientais - Meio Sócio - Econômico - Cultural	0,00
3	Barragem Principal	133.635.887,27
3,01	Obras De Desvio	19.733.552,23
3,02	Barragem - Seção De Gravidade (Concreto)	1.553.090,32
3,03	Barragem - Seção Vertedouro E Vazão Sanitária + Muro (Concreto)	22.684.253,70
3,04	Barragem - Seção Tomada D'água E Válvula Dispersora (Concreto)	19.349.815,88
3,05	Barragem - Seção De Terra	65.537.417,40
3,06	Estradas De Acesso Para Manutenção E Monitoramento De Barragem E Diques	4.260.047,99
3,07	Enchimento Gradual Do Reservatório E Operacionalização Da Barragem	517.709,75
4	Construção Do Dique Nº1	14.028.637,01
4,01	Escavações E Remoções	3.732.608,08
4,02	Tratamento Do Solo	153.646,55
4,03	Maciço De Terra	10.142.382,38
5	Construção Do Dique Nº2	2.035.372,12
5,01	Escavações E Remoções	486.247,23
5,02	Tratamento Do Solo	21.801,19
5,03	Maciço De Terra	1.527.323,70
6	Construção Do Dique Nº3	2.764.111,73
6,01	Escavações E Remoções	302.744,33
6,02	Tratamento Do Solo	23.358,42
6,03	Maciço De Terra	2.438.008,98
7	Construção Do Dique Nº4	6.151.056,07
7,01	Escavações E Remoções	1.159.937,08
7,02	Tratamento Do Solo	62.289,14
7,03	Maciço De Terra	4.928.829,85
8	Construção Do Dique Nº5	4.000.816,99
8,01	Escavações E Remoções	683.588,90
8,02	Tratamento Do Solo	33.220,87
8,03	Maciço De Terra	3.284.007,22
TOTAL DO ORÇAMENTO		205.516.129,53

2.18 - Estudo de Alternativa

Foram estudados os reservatórios propostos no rio Guapi-Açu (Eixo EA-19) e o Guapi-Açu Jusante (GAJ). Além destes, foram estudados os reservatórios EA-05 no rio Soarinho, EA-20 no rio Caceribu e o EA-23 no rio Tanguá.

O estudo de desenvolvimento de alternativas para aumento da disponibilidade hídrica, elaborado pela COHIDRO, está apresentado no anexo 1, ao final deste capítulo.

Diante das alternativas estudadas, pode-se constatar que a barragem do Guapi-Açu Jusante foi a única que mostrou aporte para disponibilizar a vazão suficiente para atender a demanda futura. A alternativa de não implantação do empreendimento está apresentada no Capítulo 8 – Prognóstico da Qualidade Ambiental.

Anexo 1 – Estudo de Alternativas de Barramento

DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS PARA AUMENTO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Sumário

1. APRESENTAÇÃO	1
2. DEFINIÇÃO DOS EIXOS BARRÁVEIS	2
3. SÉRIES DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS NOS EIXOS BARRÁVEIS	5
4. PREENCHIMENTO DAS SÉRIES DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS NOS EIXOS BARRÁVEIS	8
5. DIMENSIONAMENTO DAS VAZÕES CARACTERÍSTICAS DOS BARRAMENTOS	15
5.1. DEFINIÇÃO DAS VAZÕES DE PICO	15
5.2. DEFINIÇÃO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	20
5.3. DEFINIÇÃO DAS CHUVAS INTENSAS	20
5.4. DEFINIÇÃO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO SINTÉTICO	21
6. GERAÇÃO DOS HIDROGRAMAS DE CHEIAS E DETERMINAÇÃO DE SUAS VAZÕES MÁXIMAS	37
7. CRITÉRIOS PARA REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES E ESTIMATIVAS DOS VOLUMES ÚTEIS	45
7.1. DETERMINAÇÃO DA ALTURA DE UMA BARRAGEM	45
7.2. BALANÇO HÍDRICO EM UMA BARRAGEM	47
7.3. DETERMINAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE AJUSTE ÀS CURVAS COTA X ÁREA VOLUME	48
7.4. DETERMINAÇÃO DOS VOLUMES DOS RESERVATÓRIOS	54
7.4.1. Determinação do Volume Útil dos Reservatórios	54
7.4.2. Determinação do Volume Morto dos Reservatórios	54
7.5. DETERMINAÇÃO DA EVAPORAÇÃO PARA A REGIÃO	55
7.6. DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DEFLUENTE DO RESERVATÓRIO	56
7.7. DETERMINAÇÃO DO NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO NORMAL E DA ÁREA TOTAL DO ESPELHO D'ÁGUA DOS RESERVATÓRIOS DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DEFLUENTE DO RESERVATÓRIO	57
8. DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES MÁXIMAS REGULARIZADAS	58
8.1. DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES REGULARIZADAS EM FUNÇÃO DAS FALHAS NO ABASTECIMENTO	59
9. ESTUDO DE AMORTECIMENTO DE CHEIAS E DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO DE VERTEDOURO	60
9.1. DIMENSIONAMENTO DO CANAL DE DESVIO	66
9.1.1. Cálculo Hidráulico	69
10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	70
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

1. APRESENTAÇÃO

Este documento refere-se à elaboração de alternativas para o aumento da disponibilidade hídrica nas Bacias dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu, que é parte integrante do projeto denominado de “*ESTUDO DE DISPONIBILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUAPI-MACACU E CACERIBU NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO*”, e visa fazer o diagnóstico dos Recursos Hídricos Disponíveis, Estudos Hidrológicos, Balanço Oferta x Demanda, Proposição de Alternativas de Barramentos para Aumento da Disponibilidade Hídrica, e Estimativa de Custo das intervenções propostas nas bacias, com o objetivo de estabelecer possíveis intervenções, de forma a assegurar, sobretudo, o abastecimento da população, bem como garantir aos demais usuários existentes na bacia, um desenvolvimento sustentável, para os diversos usos dos recursos hídricos.

Diante da importância da região hidrográfica, são necessárias alternativas que viabilizem o aumento da disponibilidade hídrica regional, com cerca de 2,5 milhões de pessoas para abastecer e, ainda se considerarmos a implantação do COMPERJ, que será um forte indutor para o crescimento da região, será necessário que sejam estudadas novas alternativas, visto que, atualmente, já há um comprometimento da demanda local.

2. DEFINIÇÃO DOS EIXOS BARRÁVEIS

Com o objetivo de aumentar a disponibilidade hídrica, nas bacias em estudo, foi feita uma análise das melhores alternativas, que possibilitem o abastecimento da população local, e ainda prever o impacto da implantação do COMPERJ na região. Esse estudo visa verificar os impactos relativos aos usos dos recursos hídricos, bem como o crescimento populacional local.

Alguns pontos foram analisados no Estudo de Impacto Ambiental do COMPERJ (CONCREMAT, 2007). Alguns, logo foram descartados. Na região em estudo, foram propostas as seguintes alternativas (Tabela 2.1):

Tabela 2.1 – Alternativas Propostas

Eixos Barráveis	Rios	Latitude	Longitude
EA-19*	Guapi-Açu	-22.4927778	-42.80944
EA-23*	Tanguá	-22.7561111	-42.69
EA-20*	Caceribu	-22.6977778	-42.7
EA-05*	Soarinho	-22.6158333	-42.72028
GAJ**	Guapi-Açu	-22.56	-42.84583

* Alternativas propostas em ECOLOGUS-AGRAR (2003) e CONCREMAT (2007)

** Alternativa proposta no âmbito do Projeto Macacu (2010).

Foram estudados os reservatórios propostos no rio Guapi-Açu (Eixo EA-19) e o Guapi-Açu Jusante (GAJ). Além destes, foram estudados os reservatórios EA-05 no rio Soarinho, EA-20 no rio Caceribu e o EA-23 no rio Tanguá.

As alternativas propostas para o barramento são verificadas na Figura 2.1, onde são apontadas as cinco alternativas propostas com relação aos recursos hídricos disponíveis.

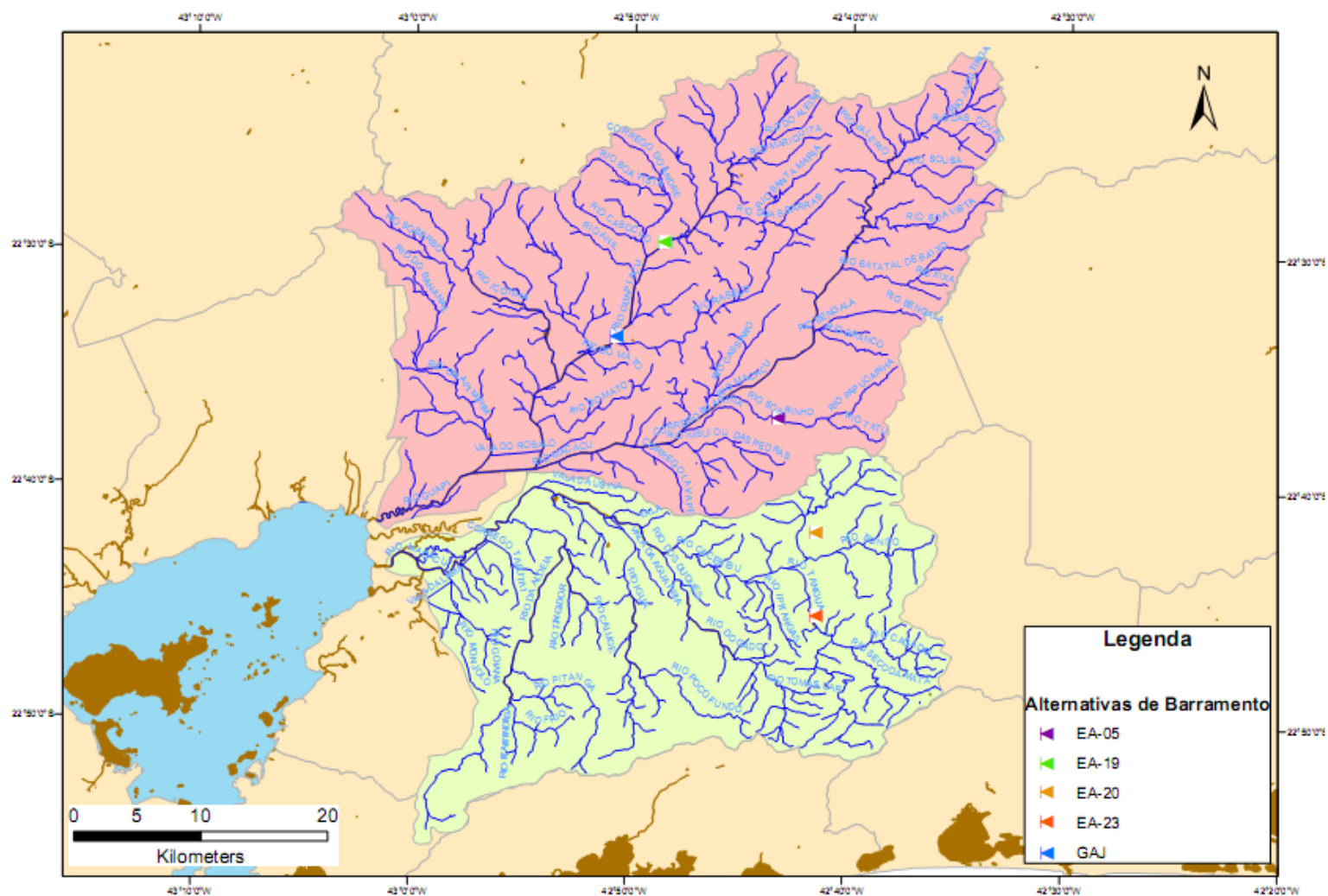


Figura 2.1 – Localização dos eixos barráveis.

As características dos eixos barráveis estão expostas na Tabela 2.2. A partir dessas informações, foram determinadas as vazões de projeto, para os eixos barráveis, bem como demais informações necessárias para o estudo.

Tabela 2.2 – Características fisiográficas levando-se em consideração os eixos barráveis

Nome dos Eixos	Caracterização dos Parâmetros							
	Área (km ²)	Perímetro (km)	Extensão (km)	Desnível (m)	Precipitação média (mm)	Declividade (m/m)	Índice de Comp.	Fator de forma
EA-05	42,65	21,42	12,18	240	1,80	0,023553	1,35	0,19
EA-19	184,41	60,67	20,22	1180	2,20	0,082097	1,25	0,45
EA-20	45,00	34,56	11,49	680	1,60	0,059182	1,44	0,34
EA-23	103,23	47,17	12,53	200	1,30	0,015962	1,30	0,66
GAJ	295,00	82,17	29,11	1180	2,20	0,057025	1,34	0,35

3. SÉRIES DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS NOS EIXOS BARRÁVEIS

Na a geração das séries de vazões médias mensais, em cada um dos locais propostos para os eixos barráveis, as séries históricas foram preenchidas e estendidas em postos fluviométricos considerados nas proximidades. Foi utilizada a relação entre áreas de drenagem, para a estimativa das vazões nos pontos de interesse. A estação para correlação foi tomada como referência, aquela que estivesse no mesmo curso do eixo barrável, ou mais próximo. Assim, a descrição da correlação é apresentada a seguir (Tabela 3.1):

Tabela 3.1 – Equações de transferência de dados, para os pontos de interesses.

Barramento	Equação de transferência	Posto Base	Área de drenagem do posto base (km²)	Área de drenagem do barramento (km²)
Soarinho (EA-05)	$Q_{soarinho} = \left(\frac{A_{soarinho.}}{A_{59235000}} \right) \cdot Q_{59235000}$	59235000	151,2	42,67
Guapi-Açu Jusante (GAJ)	$Q_{GAJ} = \left(\frac{A_{Guapi-Açu Jusante.}}{A_{59245000}} \right) \cdot Q_{59245000}$	59245000	355,2	295
Guapi-Açu (EA-19)	$Q_{GA(EA-19)} = \left(\frac{A_{Guapi-Açu(EA-19).}}{A_{59245000}} \right) \cdot Q_{59245000}$	59245000	355,2	184,41
Caceribu (EA-20)	$Q_{Caceribu} = \left(\frac{A_{Caceribu}}{A_{59500014}} \right) \cdot Q_{59500014}$	59500014	395	45
Tanguá (EA-23)	$Q_{Tanguá} = \left(\frac{A_{Tanguá}}{A_{59500014}} \right) \cdot Q_{59500014}$	59500014	395	103,24

Para a transferência das vazões médias mensais para os eixos barráveis, foi necessário o preenchimento de falhas existentes em alguns postos base. Foram utilizadas, para o preenchimento das séries, estações com área de drenagem compatível com a bacia.

As séries utilizadas para a obtenção das vazões e as falhas existentes estão expostas a seguir:

Tabela 3.2 –Dados de vazão da estação existente 59235000.

Vazão Média mensal (m³/s)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual
1932	14,7	8,91	9,63	5,86	8,63	8,3	4,78	5,74	3,28	6,6	9,13	14,8	8,36
1933	19,5	9,93	8,97	9,2	7,82	6,01	5,06	4,7	4,3	6,47	12,5	17,7	9,35
1934	25,8	10,6	11,3	9,11	9,48	6,45	4,81	4,69	3,94	3,92	4,84	8,62	8,63
1935	11,8	22,6	8,58	7,31	5,96	3,85	3,25	3,99	7,17	9,85	9,42	11,6	8,78
1936	6,91	8,98	14,5	9,83	5,72	3,7	2,81	2,97	3,62	8,62	5,36	8,62	6,8
1937	7,78	11,8	10,8	12,2	7,56	6,28	4,44	5,94	4,72	5,37	7,6	10,1	7,88
1938	8,25	5,46	6,64	11,5	8,54	4,68	3,94	2,63	3,04	3,66	7,04	8,94	6,19
1939	12,7	13,7	15,1	7,55	5,32	3,42	2,7	1,99	1,91	3,49	7,44	6,6	6,83
1940	5,66	5,41	13,9	9,07	4,33	4,79	3,75	2,65	7,13	8,54	12,6	19,6	8,12
1941	24,7	8,29	12,6	14	10,4	7,48	11,3	7,73	6,41	15,3	13,2	30,1	13,46
1942	29,9	21,4	15,6	10,9	9,02	8,09	7,78	11,5	10,4	17,1	19,8	24,7	15,52
1943	16,5	31,2	22,3	14,3	12,2	9,12	10,6	7,31	6,53	5,97	8,88	15	13,33
1944	16,5	31,2	22,3	14,3	12,2	9,12	10,6	7,31	6,53	5,97	8,88	15	13,33
1945	23,3	13	13,6	14,6	11,5	12,3	9,58	6,45	6,92	6,17	14,8	23,7	12,99
1946	22,4	11,3	15,1	14	9,03	8,34	5,48	4,27	4,09	7,71	12,7	13,5	10,66
1947	14,2	16,2	23,8	16,2	11,8	8,5	9,47	9,17	8,45	11,7	11,4	23,7	13,72
1948	12,3	16,4	21,2	13,3	10,1	7,06	6,61	7,04	6,97	7,6	12,5	22,6	11,97
1949	19,5	24,9	15,8	8,19	4,66	6,06	5	4,02	4,48	6,19	12,2	13,3	10,36
1950	18,9	16	8,45	10,6	6,62	5,13	3,52	2,95	2,56	4,14	6,36	10,3	7,96
1951	10,1	11,7	18,5	12,2	7,33	5,21	3,39	2,82	2,22	2,41	3,87	12,1	7,65
1952	18,9	28,5	13,1	8,67	8,03	5,21	5,55	4,64	6,49	5,48	12	19,5	11,34
1953	7,67	12,2	7,43	11,8	8,38	4,9	4,16	3,26	3,84	3,48	12,8	12,2	7,68
1954	6,03	4,81	4,48	6,1	6,04	3,37	3,35	5,25	4,01	3,24	3,97	8,28	4,91
1955	14,4	6,66	5,88	7,92	5,94	5,33	3,19	2,37	2,24	2,6	8,26	9,88	6,22
1956	9,86	6,9	8,65	7,84	7,69	5,83	4,67	4,96	3,2	2,99	6,76	10,2	6,63
1957	10,2	10,1	13,2	15,7	7,48	6,26	5,19	4,29	7,35	7,1	10,1	18,1	9,59
1958	8,83	8,43	7,87	10,2	8,91	6,72	4,11	2,49	2,51	3,42	6,37	6,79	6,39
1959	7,63	3,73	8,22	5,15	3,98	3,5	2,28	3,41	1,51	1,83	8,51	10,9	5,05
1960	10,6	13,3	18,4	8,46	6,93	5,02	4,08	4,58	4,18	3,14	4,8	5,95	7,45
1961	17,2	16,7	13,2	13,5	12	9,59	8,01	5,51	3,95	2,88	3,97	7,18	9,47
1962	16,3	16,9	8,03	4,83	5,12	4,8	3,58	2,96	3,96	6,41	9,81	12,9	7,97
1963	9,1	9,71	7,03	5,36	4,07	3,34	3,13	2,61	2,05	2,49	4,18	5,19	4,86
1964	12,8	19	14	12,7	8,69	7,15	8,24	6,72	6,08	5,24	6,77	20	10,62
1965	24,3												
1966		6,41	8,39	10,6	9,81	7,96	8,44	9,08	9,24	11	16,9	13,2	10,09
1967	18,8	18,2	16,3	14,3	11	5,85	6,21	4,28	4,36	4,15	6,3	11,8	10,13
1968	10,1	9,88	12,5	8,12	6,01	5,18	5,04	4,86	4,79	4,24	5,36	7,61	6,97
1969	7,36	6,72	8,88	7,14	4,46	3,83	3,2	3,14	2,27	5,47	9,05	9,65	5,93
1970	8,16	3,67	3,58	3	2,28	2,26	2,65	2,23	3,24	4,97	6,75	3,77	3,88
1971	2,75	3,99	5,51	7,24	7,81	5,6	4,43	4,66	4,86	5,76	10,5	20,4	6,96
1972	9,13	9,77	12,7	10,7	6,77	4,36	3,96	4,17	3,12	7,15	9,39	8,2	7,45
1973	7,43	12,5	9,19	6,65	8,38	3,72	5,92	4,64	4,8	4,59	11,7	7,71	7,27
1974	8,6	6,13	4,82	5,5	4,14	4,71	3,13	2,55	2,59	3,45	4,56	6,45	4,72
1975	7,07	7,78	6,93	6,55	4,94	3,76	3,3	2,3	2,47	4,51	5,89	5,32	5,07
1976	9,93	7,22	5,63	4,37	4,55	3,56	4,3	4,47	4,64	6,43	4,49	13,6	6,1
1977	11,6	6,69	4,79	7,76	5,11	3,1	2,36	1,99	2,27	1,91	5,46	9,7	5,23
1978	11,5	8	5,89	5,92	6,03	5,04	3,41	3,11	2,64	2,07	5,64	4,54	5,32

Tabela 3.3 – Dados de vazão da estação existente 59245000

Vazão Média mensal (m³/s)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual
1969								4,93	2,99	9,11	19,2	23,4	11,9
1970	22,3	13,1	9,35	7,38	5,13	4,45	3,88	4,47	9,14	13,8	20,1	12	10,4
1971	7,53	11,3	12,6	12,2	11,6	11,2	6,4	7,47	10,9	9,38	21,4	33	12,9
1972	14	20,8	19,4	15,8	7,52	5,04	4,9	5,68	3,36	9,45	16,5	12	11,2
1973	16,7	23,6	16,2	10	16,7	7,05	5,13	3,34	6,15	10,9	30,2	21,4	13,9
1974	14,2	8,18	12,8	14	5,98	6,15	3,57	3,02	4,7	12	8,18	20,5	9,4
1975	25,1	22,9	13,5	12,8	10,1	7,96	5,56	3,45	5,3	11,7	23,1	12,6	12,8
1976	13,3	16,6	13,6	10,2	9,22	7,35	8,01	7,83	9,18	13,2	13,3	18,3	11,7
1977	16,1	7,96	6,21	9,49	5,31	3,57	3,11	4,71	5,57	7,23	25,1	31,8	10,5
1978	27,4	13,8	10,4	9,75	9,08	6,48	5,36	4,66	4,33	3,79	12,5	8,95	9,7

Tabela 3.4 – Dados de vazão da estação existente 59500014.

Vazão Média mensal (m³/s)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,8	8,8
1999	9,7		3,5	1,8	1,6	2	0,9	0,9	0,6	0,9	4,5	3,7	2,7
2000	6,3	5,6	-	-	0,8	0,6	0,9	-	4,5	0,8	-	-	2,8
2001	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	-	-	0,5
2002	3,6	5,1	1	0,5	1,5	0,6	0,5	0,4	2,1	0,4	5,5	4,4	2,1
2003	3,8	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2	3,2
2006	3,6	2,3	1,3	3,2	1,4	1	0,6	0,6	0,5	0,6	1,3	1,6	1,5

4. PREENCHIMENTO DAS SÉRIES DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS NOS EIXOS BARRÁVEIS

Segundo o estudo da CPRM (2002), a região em estudo está inserida na bacia 59, a qual faz parte de uma região homogênea, que possui características semelhantes, com algumas exceções.

Foram tomados como referência para o preenchimento das séries em questão, estações com uma série mais completa, e sem muitas falhas no mesmo período. Desta forma, foi escolhida a seguinte estação para o preenchimento das falhas:

Tabela 4.1 – Posto escolhido para o preenchimento das falhas nas estações vizinhas.

Código	Nome	Município	Latitude	Longitude	Área de Drenagem (km²)	Período
59125000	Galdinópolis	Nova Friburgo	-22°22'90"	-42°22'46"	101	1950 - 2010

Os dados da estação 59125000 utilizados para a correlação com as estações existentes em cada eixo barrável estão expostos seguir:

Tabela 4.2 – Estação 59125000 utilizada para correlacionar as vazões dos eixos barráveis.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Media Anual
1951	5,99	6,56	10,70	6,79	4,30	3,34	2,46	1,99	1,36	1,37	1,28	4,72	4,24
1952	8,35	25,60	10,80	6,40	4,08	3,25	3,00	2,77	2,83	2,51	5,95	7,77	6,94
1953	4,36	5,52	3,85	4,32	4,53	2,94	2,28	1,89	1,93	1,52	5,55	5,33	3,67
1954	3,41	2,48	2,53	3,67	3,80	2,62	2,40	2,18	1,61	1,44	1,36	2,77	2,52
1955	6,90	3,09	2,65	3,70	2,60	2,62	1,66	1,31	1,18	1,29	4,78	6,12	3,16
1956	5,99	2,96	4,39	3,43	3,54	2,78	2,52	2,43	1,59	1,83	3,40	5,92	3,40
1957	4,86	4,73	6,59	9,57	4,47	3,28	2,64	1,75	2,13	2,07	3,69	11,20	4,75
1958	4,81	4,15	4,72	4,89	5,11	3,63	2,65	1,96	2,19	2,21	7,55	5,18	4,09
1959	6,29	3,64	6,83	4,66	3,66	3,02	2,10	3,40	1,78	1,54	4,43	4,95	3,86
1960	6,55	9,16	11,60	6,76	3,85	2,77	2,82	3,87	2,36	2,36	3,84	5,99	5,16
1961	17,40	17,00	11,80	8,00	5,54	3,86	3,35	2,27	1,75	1,36	2,09	5,41	6,65
1962	9,04	16,40	8,34	5,85	4,29	2,93	2,43	1,79	1,75	2,79	5,37	7,90	5,74
1963	5,75	7,46	4,62	3,83	2,69	2,47	1,77	1,46	1,11	1,19	1,73	1,71	2,98
1964	5,39	9,28	6,56	5,88	3,70	2,89	3,39	2,09	1,75	2,36	4,56	12,40	5,02
1965	13,20	14,90	6,99	5,24	4,38	2,97	2,38	2,04	1,64	2,92	4,29	6,12	5,59
1966	19,10	4,76	6,28	11,00	4,83	2,94	2,61	1,95	1,65	2,46	6,74	5,98	5,86
1967	16,70	17,00	11,50	7,13	4,62	3,23	4,01	2,13	1,83	1,56	2,40	10,20	6,86
1968	17,00	10,10	16,50	7,57	3,86	2,53	2,15	2,21	2,27	2,06	2,35	4,60	6,10
1969	6,57	5,55	7,28	5,74	3,52	2,89	2,50	1,89	1,41	2,26	4,49	6,39	4,21
1970	7,10	3,51	2,92	2,50	1,77	1,54	1,64	1,36	1,57	2,12	4,57	3,32	2,83
1971	2,62	4,87	7,52	5,85	3,96	2,93	2,54	2,24	4,00	3,56	9,22	14,30	5,30
1972	5,22	5,02	7,20	4,47	3,04	2,32	1,96	1,76	1,94	2,85	3,19	4,54	3,63
1973	5,63	10,42	4,75	3,66	4,01	2,52	2,29	1,92	2,02	2,71	5,80	4,64	4,20
1974	6,52	3,70	4,27	4,59	3,09	2,73	1,95	1,67	1,53	2,03	1,95	4,08	3,18
1975	7,26	4,83	3,86	4,20	3,55	2,72	2,25	1,74	1,72	2,70	3,02	3,55	3,45
1976	3,49	4,60	3,78	3,09	2,81	2,08	2,03	2,04	2,10	2,86	3,70	7,96	3,38
1977	6,71	4,03	3,01	4,80	2,99	2,21	1,87	1,63	1,71	1,70	4,74	9,37	3,73
1978	16,66	7,38	4,22	4,26	3,30	2,53	2,07	1,85	1,50	1,54	2,95	3,13	4,28
1979	8,87	19,97	13,76	8,05	3,87	2,60	2,78	2,07	2,39	2,07	4,17	6,49	6,42
1980	14,37	11,21	3,57	3,69	2,41	1,99	1,74	1,82	1,82	3,04	4,88	11,02	5,13
1981	12,85	9,21	8,43	9,56	4,59	2,94	2,63	1,96	1,65	1,78	3,05	12,80	5,95
1982	11,44	7,07	14,57	12,42	5,24	3,40	2,51	3,23	2,32	3,46	2,64	5,01	6,11
1983	9,90	5,04	6,12	5,12	4,32	5,17	2,98	2,28	4,44	4,27	5,32	6,50	5,12
1984	5,10	3,68	4,13	5,34	3,53	2,41	1,99	1,92	1,65	1,69	2,83	3,72	3,17
1985	10,41	9,79	9,80	5,69	3,91	2,77	2,15	1,87	1,80	1,75	3,25	3,82	4,75
1986	5,51	5,19	4,47	4,12	3,02	2,24	2,19	1,75	1,85	1,55	2,27	3,87	3,17
1987	6,82	5,37	5,26	4,32	3,28	2,97	2,14	1,78	1,75	1,52	2,27	4,31	3,48
1988	3,31	7,74	4,47	3,96	3,70	3,14	2,51	1,93	1,60	2,28	4,16	3,86	3,55
1989	7,27	4,37	5,53	5,93	4,15	3,41	2,75	2,11	2,03	2,16	2,35	5,11	3,93
1990	2,79	2,45	3,38	4,88	3,57	2,51	2,29	1,99	2,24	2,40	3,26	2,71	2,87
1991	10,88	8,68	5,43	5,29	3,77	3,04	2,31	1,94	2,43	2,63	2,29	3,39	4,34
1992	7,24	4,08	2,82	2,49	2,39	1,72	1,69	1,47	2,61	3,23	4,17	8,95	3,57
1993	4,54	3,30	3,73	3,75	3,00	2,58	1,97	1,61	1,89	2,06	1,74	2,33	2,71
1994	6,93	3,65	9,04	9,87	4,24	3,09	2,39	1,92	1,61	1,76	2,49	7,39	4,53
1995	3,74	5,48	3,24	2,64	2,59	2,03	1,81	1,54	1,91	2,16	2,94	3,84	2,83
1996	4,69	4,11	4,30	3,85	2,93	2,44	1,94	1,74	2,56	2,00	4,96	4,78	3,36
1997	12,57	4,70	5,25	3,80	3,07	2,63	1,96	1,93	1,55	1,77	2,78	3,28	3,77
1998	5,84	9,65	4,98	4,66	3,13	2,51	2,14	1,86	1,78	2,88	4,25	4,29	4,00
1999	4,93	3,74	5,03	4,73	3,13	2,71	2,10	1,97	1,47	1,97	3,14	4,21	3,26
2000	7,90	5,22	6,29	4,83	2,90	2,09	2,00	2,55	3,14	2,13	3,36	5,23	3,97
2001	5,51	3,99	3,47	3,23	2,71	2,07	1,85	1,52	1,52	1,52	2,35	3,45	2,77
2002	4,53	6,72	4,47	3,29	3,01	2,33	1,99	1,65	2,31	1,68	3,69	9,89	3,80
2003	8,47	4,70	4,37	3,25	2,73	2,14	1,87	1,94	1,88	2,18	3,70	8,66	3,83
2004	12,47	7,91	5,20	5,78	4,11	3,14	3,47	2,80	2,11	2,51	4,28	7,25	5,09
2005	8,20	14,18	12,13	5,60	4,41	3,18	2,97	2,22	2,28	1,97	4,16	8,23	5,79
2006	4,49	4,00	4,12	6,11	3,88	3,03	2,31	2,09	1,97	2,36	3,72	6,46	3,71
2007	17,79	7,23	4,29	3,94	3,57	2,89	2,34	1,87	1,58	1,63	2,47	5,29	4,57
2008	6,29	8,71	7,83	7,00	4,20	3,03	2,34	2,02	2,06	2,25	3,92	5,91	4,63
2009	12,73	9,85	5,71	5,90	3,85	2,68	2,23	2,27	3,85	7,41	10,04	5,97	6,04

xxx – dados preenchidos através da media histórica para o posto

A Tabela 4.3 apresenta a descrição das correlações entre as séries dos postos selecionados, para o preenchimento das falhas.

Tabela 4.3 – Correlação das vazões para o preenchimento das falhas existentes

Estação	Equação de transferência
59235000	$Q_{59235000} = Q_{59125000} * 1.145517 + 2.702583 \quad R^2 = 0,92$
59245000	$Q_{59245000} = Q_{59125000} * 0.089667 + 2.509663 \quad R^2 = 0,82$
59500014	$Q_{59500014} = Q_{59125000} * 0,890274 - 0,56148 \quad R^2 = 0,84$

As séries geradas após o preenchimento das falhas, para os barramentos estão expostas a seguir:

Tabela 4.4 – Estação 59235000, dados de vazão correlacionado.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Media
1932	14,70	8,91	9,63	5,86	8,63	8,30	4,78	5,74	3,28	6,60	9,13	14,80	8,36
1933	19,50	9,93	8,97	9,20	7,82	6,01	5,06	4,70	4,30	6,47	12,50	17,70	9,35
1934	25,80	10,60	11,30	9,11	9,48	6,45	4,81	4,69	3,94	3,92	4,84	8,62	8,63
1935	11,80	22,60	8,58	7,31	5,96	3,85	3,25	3,99	7,17	9,85	9,42	11,60	8,78
1936	6,91	8,98	14,50	9,83	5,72	3,70	2,81	2,97	3,62	8,62	5,36	8,62	6,80
1937	7,78	11,80	10,80	12,20	7,56	6,28	4,44	5,94	4,72	5,37	7,60	10,10	7,88
1938	8,25	5,46	6,64	11,50	8,54	4,68	3,94	2,63	3,04	3,66	7,04	8,94	6,19
1939	12,70	13,70	15,10	7,55	5,32	3,42	2,70	1,99	1,91	3,49	7,44	6,60	6,83
1940	5,66	5,41	13,90	9,07	4,33	4,79	3,75	2,65	7,13	8,54	12,60	19,60	8,12
1941	24,70	8,29	12,60	14,00	10,40	7,48	11,30	7,73	6,41	15,30	13,20	30,10	13,46
1942	29,90	21,40	15,60	10,90	9,02	8,09	7,78	11,50	10,40	17,10	19,80	24,70	15,52
1943	16,50	31,20	22,30	14,30	12,20	9,12	10,60	7,31	6,53	5,97	8,88	15,00	13,33
1944	16,50	31,20	22,30	14,30	12,20	9,12	10,60	7,31	6,53	5,97	8,88	15,00	13,33
1945	23,30	13,00	13,60	14,60	11,50	12,30	9,58	6,45	6,92	6,17	14,80	23,70	12,99
1946	22,40	11,30	15,10	14,00	9,03	8,34	5,48	4,27	4,09	7,71	12,70	13,50	10,66
1947	14,20	16,20	23,80	16,20	11,80	8,50	9,47	9,17	8,45	11,70	11,40	23,70	13,72
1948	12,30	16,40	21,20	13,30	10,10	7,06	6,61	7,04	6,97	7,60	12,50	22,60	11,97
1949	19,50	24,90	15,80	8,19	4,66	6,06	5,00	4,02	4,48	6,19	12,20	13,30	10,36
1950	18,90	16,00	8,45	10,60	6,62	5,13	3,52	2,95	2,56	4,14	6,36	10,30	7,96
1951	10,10	11,70	18,50	12,20	7,33	5,21	3,39	2,82	2,22	2,41	3,87	12,10	7,65
1952	18,90	28,50	13,10	8,67	8,03	5,21	5,55	4,64	6,49	5,48	12,00	19,50	11,34
1953	7,67	12,20	7,43	11,80	8,38	4,90	4,16	3,26	3,84	3,48	12,80	12,20	7,68
1954	6,03	4,81	4,48	6,10	6,04	3,37	3,35	5,25	4,01	3,24	3,97	8,28	4,91
1955	14,40	6,66	5,88	7,92	5,94	5,33	3,19	2,37	2,24	2,60	8,26	9,88	6,22
1956	9,86	6,90	8,65	7,84	7,69	5,83	4,67	4,96	3,20	2,99	6,76	10,20	6,63
1957	10,20	10,10	13,20	15,70	7,48	6,26	5,19	4,29	7,35	7,10	10,10	18,10	9,59
1958	8,83	8,43	7,87	10,20	8,91	6,72	4,11	2,49	2,51	3,42	6,37	6,79	6,39
1959	7,63	3,73	8,22	5,15	3,98	3,50	2,28	3,41	1,51	1,83	8,51	10,90	5,05
1960	10,60	13,30	18,40	8,46	6,93	5,02	4,08	4,58	4,18	3,14	4,80	5,95	7,45
1961	17,20	16,70	13,20	13,50	12,00	9,59	8,01	5,51	3,95	2,88	3,97	7,18	9,47
1962	16,30	16,90	8,03	4,83	5,12	4,80	3,58	2,96	3,96	6,41	9,81	12,90	7,97
1963	9,10	9,71	7,03	5,36	4,07	3,34	3,13	2,61	2,05	2,49	4,18	5,19	4,86
1964	12,80	19,00	14,00	12,70	8,69	7,15	8,24	6,72	6,08	5,24	6,77	20,00	10,62
1965	24,30	19,77	10,71	8,71	7,72	6,10	5,43	5,04	4,58	6,05	7,62	2,70	9,06
1966	24,58	6,41	8,39	10,60	9,81	7,96	8,44	9,08	9,24	11,00	16,90	13,20	11,30
1967	18,80	18,20	16,30	14,30	11,00	5,85	6,21	4,28	4,36	4,15	6,30	11,80	10,13
1968	10,10	9,88	12,50	8,12	6,01	5,18	5,04	4,86	4,79	4,24	5,36	7,61	6,97
1969	7,36	6,72	8,88	7,14	4,46	3,83	3,20	3,14	2,27	5,47	9,05	9,65	5,93
1970	8,16	3,67	3,58	3,00	2,28	2,26	2,65	2,23	3,24	4,97	6,75	3,77	3,88
1971	2,75	3,99	5,51	7,24	7,81	5,60	4,43	4,66	4,86	5,76	10,50	20,40	6,96
1972	9,13	9,77	12,70	10,70	6,77	4,36	3,96	4,17	3,12	7,15	9,39	8,20	7,45
1973	7,43	12,50	9,19	6,65	8,38	3,72	5,92	4,64	4,80	4,59	11,70	7,71	7,27
1974	8,60	6,13	4,82	5,50	4,14	4,71	3,13	2,55	2,59	3,45	4,56	6,45	4,72
1975	7,07	7,78	6,93	6,55	4,94	3,76	3,30	2,30	2,47	4,51	5,89	5,32	5,07
1976	9,93	7,22	5,63	4,37	4,55	3,56	4,30	4,47	4,64	6,43	4,49	13,60	6,10
1977	11,60	6,69	4,79	7,76	5,11	3,10	2,36	1,99	2,27	1,91	5,46	9,70	5,23
1978	11,50	8,00	5,89	5,92	6,03	5,04	3,41	3,11	2,64	2,07	5,64	4,54	5,32
1979	6,08	6,29	12,86	25,58	18,47	11,92	7,13	5,68	5,89	5,07	5,44	5,08	9,62
1980	7,48	10,14	19,17	15,54	6,79	6,93	5,46	4,98	4,70	4,78	4,79	6,18	8,08
1981	8,29	15,32	17,42	13,25	12,36	13,65	7,97	6,07	5,72	4,95	4,60	4,74	9,53
1982	6,19	17,36	15,81	10,80	19,39	16,93	8,70	6,60	5,58	6,41	5,36	6,66	10,48
1983	5,72	8,44	14,04	8,48	9,71	8,56	7,65	8,62	6,12	5,31	7,78	7,59	8,17
1984	8,79	10,15	8,55	6,92	7,44	8,82	6,75	5,46	4,98	4,90	4,59	4,64	6,83
1985	5,94	6,97	14,62	13,92	13,93	9,22	7,18	5,87	5,16	4,84	4,77	4,70	8,09
1986	6,42	7,08	9,02	8,65	7,83	7,42	6,17	5,27	5,21	4,71	4,83	4,47	6,42
1987	5,30	7,13	10,52	8,86	8,72	7,66	6,46	6,10	5,16	4,74	4,71	4,44	6,65
1988	5,30	7,64	6,49	11,57	7,82	7,23	6,95	6,30	5,58	4,91	4,54	5,31	6,64
1989	7,46	7,13	11,03	7,70	9,04	9,50	7,46	6,61	5,86	5,12	5,03	5,18	7,26
1990	5,39	8,56	5,90	5,51	6,57	8,29	6,79	5,58	5,33	4,98	5,27	5,45	6,14
1991	6,44	5,81	15,17	12,65	8,93	8,76	7,02	6,18	5,35	4,92	5,49	5,72	7,70
1992	5,32	6,58	11,00	7,37	5,93	5,55	5,44	4,68	4,64	4,38	5,69	6,40	6,08
1993	7,48	12,96	7,90	6,48	6,98	7,00	6,14	5,66	4,96	4,55	4,87	5,06	6,67

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Media
1994	4,69	5,37	10,64	6,88	13,06	14,00	7,56	6,24	5,44	4,90	4,55	4,71	7,34
1995	5,55	11,17	6,99	8,98	6,42	5,73	5,67	5,03	4,77	4,46	4,89	5,18	6,24
1996	6,08	7,10	8,07	7,42	7,63	7,11	6,06	5,50	4,93	4,69	5,64	4,99	6,27
1997	8,39	8,18	17,11	8,09	8,72	7,06	6,22	5,72	4,94	4,91	4,47	4,73	7,38
1998	5,89	6,46	9,39	13,76	8,40	8,05	6,28	5,58	5,16	4,83	4,74	6,00	7,04
1999	7,57	7,61	8,35	6,99	8,46	8,12	6,29	5,81	5,11	4,96	4,39	4,96	6,55
2000	6,30	7,53	11,75	8,69	9,91	8,24	6,02	5,10	4,99	5,62	6,31	5,14	7,13
2001	6,55	8,70	9,01	7,27	6,68	6,41	5,81	5,07	4,82	4,45	4,44	4,45	6,14
2002	5,40	6,66	7,89	10,40	7,82	6,48	6,15	5,37	4,99	4,59	5,35	4,63	6,31
2003	6,93	14,04	12,41	8,08	7,70	6,43	5,83	5,15	4,85	4,93	4,86	5,20	7,20
2004	6,95	12,63	16,99	11,76	8,65	9,32	7,41	6,29	6,68	5,91	5,12	5,58	8,61
2005	7,60	11,01	12,10	18,95	16,60	9,11	7,75	6,34	6,10	5,25	5,31	4,96	9,26
2006	7,47	12,13	7,85	7,28	7,42	9,71	7,15	6,17	5,35	5,09	5,09	5,09	7,15
2007	5,40	10,10	23,09	7,62	7,22	6,79	6,01	5,38	4,84	4,52	4,57	5,54	7,59
2008	8,77	9,91	12,68	11,67	10,72	7,51	6,18	5,38	5,02	5,06	5,27	7,19	7,95
2009	11,48	17,29	13,99	9,24	9,46	7,11	5,38	5,02	5,30	7,12	11,19	14,20	9,73

xxx- valores obtidos através de correlação

Tabela 4.5 – Estação 59245000, dados de vazão correlacionado.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Media Anual
1950									4,8	5,9	8,7	15,7	8,8
1951	20,9	22,9	37,3	23,7	15,0	11,6	8,6	6,9	4,7	4,8	4,5	16,4	14,8
1952	29,1	89,2	37,6	22,3	14,2	11,3	10,5	9,7	9,9	8,7	20,7	27,1	24,2
1953	15,2	19,2	13,4	15,1	15,8	10,2	7,9	6,6	6,7	5,3	19,3	18,6	12,8
1954	11,9	8,6	8,8	12,8	13,2	9,1	8,4	7,6	5,6	5,0	4,7	9,7	8,8
1955	24,0	10,8	9,2	12,9	9,1	9,1	5,8	4,6	4,1	4,5	16,7	21,3	11,0
1956	20,9	10,3	15,3	12,0	12,3	9,7	8,8	8,5	5,5	6,4	11,8	20,6	11,8
1957	16,9	16,5	23,0	33,4	15,6	11,4	9,2	6,1	7,4	7,2	12,9	39,0	16,5
1958	16,8	14,5	16,4	17,0	17,8	12,7	9,2	6,8	7,6	7,7	26,3	18,1	14,2
1959	21,9	12,7	23,8	16,2	12,8	10,5	7,3	11,8	6,2	5,4	15,4	17,3	13,4
1960	22,8	31,9	10,4	23,6	13,4	9,7	9,8	13,5	8,2	8,2	13,4	20,9	15,5
1961	20,6	29,2	11,1	27,9	19,3	13,5	11,7	7,9	6,1	4,7	7,3	18,9	14,9
1962	31,5	27,2	29,1	20,4	15,0	10,2	8,5	6,2	6,1	9,7	18,7	27,5	17,5
1963	20,0	26,0	16,1	13,3	9,4	8,6	6,2	5,1	3,9	4,1	6,0	6,0	10,4
1964	18,8	32,3	22,9	20,5	12,9	10,1	11,8	7,3	6,1	8,2	15,9	43,2	17,5
1965	26,0	21,9	24,4	18,3	15,3	10,4	8,3	7,1	5,7	10,2	15,0	15,0	14,8
1966	26,6	16,6	21,9	38,3	16,8	10,2	9,1	6,8	5,8	8,6	23,5	20,8	17,1
1967	18,2	19,2	10,1	24,8	16,1	11,3	14,0	7,4	6,4	5,4	8,4	35,5	14,7
1968	19,2	35,2	17,5	26,4	13,5	8,8	7,5	7,7	7,9	7,2	8,2	16,0	14,6
1969	22,9	19,3	25,4	20,0	12,3	10,1	8,7	4,9	3,0	9,1	19,2	23,4	14,9
1970	22,3	13,1	9,4	7,4	5,1	4,5	3,9	4,5	9,1	13,8	20,1	12,0	10,4
1971	7,5	11,3	12,6	12,2	11,6	11,2	6,4	7,5	10,9	9,4	21,4	33,0	12,9
1972	14,0	20,8	19,4	15,8	7,5	5,0	4,9	5,7	3,4	9,5	16,5	12,0	11,2
1973	16,7	23,6	16,2	10,0	16,7	7,1	5,1	3,3	6,2	10,9	30,2	21,4	13,9
1974	14,2	8,2	12,8	14,0	6,0	6,2	3,6	3,0	4,7	12,0	8,2	20,5	9,4
1975	25,1	22,9	13,5	12,8	10,1	8,0	5,6	3,5	5,3	11,7	23,1	12,6	12,8
1976	13,3	16,6	13,6	10,2	9,2	7,4	8,0	7,8	9,2	13,2	13,3	18,3	11,7
1977	16,1	8,0	6,2	9,5	5,3	3,6	3,1	4,7	5,6	7,2	25,1	31,8	10,5
1978	27,4	13,8	10,4	9,8	9,1	6,5	5,4	4,7	4,3	3,8	12,5	9,0	9,7
1979	28,0	13,5	9,0	9,7	7,2	8,3	7,2	14,5	22,6	50,1	39,1	12,4	18,5
1980	12,9	8,4	6,9	6,1	6,3	6,3	10,6	17,0	38,4	44,8	32,1	29,4	18,3
1981	33,3	16,0	10,2	9,2	6,8	5,8	6,2	10,6	44,6	39,9	24,6	50,8	21,5
1982	43,3	18,3	11,8	8,7	11,3	8,1	12,1	9,2	17,5	34,5	17,6	21,3	17,8
1983	17,8	15,1	18,0	10,4	7,9	15,5	14,9	18,5	22,7	17,8	12,8	14,4	15,5
1984	18,6	12,3	8,4	6,9	6,7	5,7	5,9	9,9	13,0	36,3	34,1	34,2	16,0
1985	19,8	13,6	9,6	7,5	6,5	6,3	6,1	11,3	13,3	19,2	18,1	15,6	12,2
1986	14,4	10,5	7,8	7,6	6,1	6,5	5,4	7,9	13,5	23,8	18,7	18,3	11,7
1987	15,1	11,4	10,3	7,5	6,2	6,1	5,3	7,9	15,0	11,5	27,0	15,6	11,6
1988	13,8	12,9	10,9	8,8	6,7	5,6	7,9	14,5	13,5	25,4	15,2	19,3	12,9
1989	20,7	14,5	11,9	9,6	7,3	7,1	7,5	8,2	17,8	9,7	8,5	11,8	11,2
1990	17,0	12,4	8,8	8,0	6,9	7,8	8,4	11,4	9,4	37,9	30,2	18,9	14,8
1991	18,4	13,1	10,6	8,1	6,8	8,5	9,2	8,0	11,8	25,2	14,2	9,8	12,0
1992	8,7	8,3	6,0	5,9	5,1	9,1	11,2	14,5	31,2	15,8	11,5	13,0	11,7
1993	13,1	10,4	9,0	6,9	5,6	6,6	7,2	6,1	8,1	24,1	12,7	31,5	11,8
1994	34,4	14,8	10,8	8,3	6,7	5,6	6,1	8,7	25,8	13,0	19,1	11,3	13,7
1995	9,2	9,0	7,1	6,3	5,4	6,6	7,5	10,3	13,4	16,3	14,3	15,0	10,0
1996	13,4	10,2	8,5	6,8	6,1	8,9	7,0	17,3	16,7	43,8	16,4	18,3	14,4
1997	13,2	10,7	9,2	6,8	6,7	5,4	6,2	9,7	11,4	20,3	33,6	17,3	12,6
1998	16,3	10,9	8,7	7,5	6,5	6,2	10,0	14,8	14,9	17,2	13,0	17,5	12,0
1999	16,5	10,9	9,5	7,3	6,9	5,1	6,9	11,0	14,7	27,5	18,2	21,9	13,0
2000	16,8	10,1	7,3	7,0	8,9	11,0	7,4	11,7	18,2	19,2	13,9	12,1	12,0
2001	11,3	9,5	7,2	6,4	5,3	5,3	5,3	8,2	12,0	15,8	23,4	15,6	10,4
2002	11,5	10,5	8,1	6,9	5,7	8,1	5,9	12,9	34,5	29,5	16,4	15,2	13,8
2003	11,3	9,5	7,4	6,5	6,8	6,6	7,6	12,9	30,2	43,5	27,6	18,1	15,7
2004	20,1	14,3	10,9	12,1	9,7	7,4	8,8	14,9	25,3	28,6	49,4	42,3	20,3
2005	19,5	15,4	11,1	10,3	7,7	7,9	6,9	14,5	28,7	15,7	13,9	14,4	13,8
2006	21,3	13,5	10,6	8,1	7,3	7,3	7,3	8,2	22,5	62,0	15,0	13,7	16,4
2007	12,4	10,1	8,2	6,5	5,5	5,7	8,6	18,4	21,9	30,4	27,3	24,4	14,9
2008	14,6	10,6	8,2	7,0	7,2	7,8	13,7	26,7	44,4	34,3	19,9	20,6	17,9
2009	13,4	8,2	7,0	7,9	13,4	25,8	35,0	17,7	13,8	26,6	21,8	20,3	17,6

xxx- valores obtidos através de correlação

Tabela 4.6 – Estação 59000014, dados de vazão correlacionado.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Media Anual
1950									0,66	0,94	1,67	3,44	1,68
1951	4,77	5,28	8,96	5,48	3,27	2,41	1,63	1,21	0,65	0,66	0,58	3,64	3,21
1952	6,87	22,22	9,05	5,13	3,07	2,33	2,11	1,90	1,96	1,67	4,73	6,35	5,62
1953	3,32	4,35	2,87	3,28	3,47	2,06	1,47	1,12	1,16	0,79	4,38	4,18	2,70
1954	2,47	1,65	1,69	2,70	2,82	1,77	1,57	1,38	0,87	0,72	0,65	1,90	1,68
1955	5,58	2,19	1,80	2,73	1,75	1,77	0,92	0,60	0,49	0,59	3,69	4,89	2,25
1956	4,77	2,07	3,35	2,49	2,59	1,91	1,68	1,60	0,85	1,07	2,46	4,71	2,46
1957	3,76	3,65	5,30	7,96	3,42	2,36	1,79	1,00	1,33	1,28	2,72	9,41	3,66
1958	3,72	3,13	3,64	3,79	3,99	2,67	1,80	1,18	1,39	1,41	6,16	4,05	3,08
1959	5,04	2,68	5,52	3,59	2,70	2,13	1,31	2,46	1,02	0,81	3,38	3,84	2,87
1960	5,27	7,59	9,76	5,45	2,87	1,90	1,95	2,88	1,54	1,54	2,86	4,77	4,03
1961	14,92	14,57	9,94	6,56	4,37	2,87	2,42	1,46	1,00	0,65	1,30	4,25	5,36
1962	7,48	14,03	6,86	4,65	3,26	2,05	1,60	1,03	1,00	1,92	4,22	6,47	4,55
1963	4,56	6,08	3,55	2,85	1,83	1,64	1,01	0,74	0,43	0,50	0,98	0,96	2,09
1964	4,24	7,70	5,28	4,67	2,73	2,01	2,46	1,30	1,00	1,54	3,50	10,47	3,91
1965	11,19	12,70	5,66	4,10	3,34	2,08	1,56	1,25	0,90	2,04	3,26	0,56	4,05
1966	16,44	3,67	5,03	9,23	3,74	2,06	1,76	1,17	0,91	1,63	5,44	4,76	4,65
1967	14,30	14,57	9,67	5,78	3,55	2,31	3,01	1,33	1,07	0,83	1,57	8,52	5,54
1968	14,57	8,43	14,12	6,18	2,87	1,69	1,35	1,41	1,46	1,27	1,53	3,53	4,87
1969	5,29	4,38	5,92	4,55	2,57	2,01	1,66	1,12	0,69	1,45	3,43	5,13	3,18
1970	5,76	2,56	2,04	1,66	1,01	0,81	0,90	0,65	0,84	1,33	3,51	2,39	1,95
1971	1,77	3,77	6,13	4,65	2,96	2,05	1,70	1,43	3,00	2,61	7,64	12,17	4,16
1972	4,08	3,91	5,85	3,42	2,14	1,50	1,19	1,01	1,17	1,97	2,28	3,48	2,67
1973	4,45	8,71	3,66	2,70	3,01	1,68	1,48	1,15	1,23	1,85	4,60	3,56	3,17
1974	5,24	2,73	3,24	3,52	2,18	1,86	1,17	0,92	0,80	1,24	1,18	3,07	2,26
1975	5,90	3,73	2,87	3,17	2,60	1,86	1,44	0,98	0,97	1,84	2,13	2,60	2,51
1976	2,54	3,53	2,80	2,19	1,93	1,29	1,24	1,26	1,30	1,98	2,73	6,52	2,44
1977	5,41	3,03	2,12	3,71	2,10	1,40	1,11	0,89	0,96	0,95	3,65	7,78	2,76
1978	14,27	6,01	3,19	3,23	2,38	1,69	1,28	1,08	0,78	0,81	2,07	2,22	3,25
1979	7,33	17,22	11,69	6,60	2,88	1,75	1,92	1,28	1,56	1,28	3,15	5,21	5,16
1980	12,23	9,41	2,62	2,72	1,58	1,21	0,99	1,06	1,06	2,14	3,78	9,24	4,00
1981	10,87	7,63	6,94	7,94	3,53	2,05	1,78	1,19	0,91	1,02	2,15	10,83	4,74
1982	9,62	5,73	12,41	10,49	4,10	2,46	1,67	2,32	1,50	2,52	1,79	3,90	4,87
1983	8,25	3,93	4,89	3,99	3,29	4,04	2,09	1,47	3,39	3,24	4,17	5,22	4,00
1984	3,98	2,71	3,12	4,19	2,58	1,58	1,21	1,14	0,90	0,94	1,96	2,75	2,26
1985	8,70	8,15	8,16	4,50	2,92	1,90	1,35	1,10	1,04	0,99	2,33	2,84	3,67
1986	4,35	4,06	3,42	3,10	2,13	1,43	1,38	0,99	1,09	0,81	1,46	2,88	2,26
1987	5,51	4,22	4,12	3,29	2,36	2,08	1,35	1,02	0,99	0,79	1,46	3,27	2,54
1988	2,38	6,32	3,42	2,96	2,74	2,23	1,67	1,15	0,86	1,47	3,14	2,87	2,60
1989	5,91	3,32	4,36	4,72	3,13	2,47	1,89	1,31	1,24	1,36	1,53	3,99	2,94
1990	1,92	1,62	2,45	3,78	2,62	1,68	1,48	1,21	1,43	1,58	2,34	1,85	2,00
1991	9,12	7,16	4,28	4,15	2,79	2,14	1,50	1,16	1,61	1,78	1,47	2,45	3,30
1992	5,88	3,07	1,95	1,65	1,57	0,97	0,95	0,74	1,76	2,31	3,15	7,41	2,62
1993	3,48	2,37	2,76	2,78	2,11	1,73	1,19	0,87	1,12	1,27	0,98	1,51	1,85
1994	5,60	2,69	7,49	8,22	3,21	2,19	1,57	1,14	0,88	1,00	1,65	6,02	3,47
1995	2,77	4,31	2,32	1,79	1,74	1,25	1,05	0,81	1,14	1,37	2,06	2,86	1,95
1996	3,61	3,10	3,27	2,86	2,04	1,61	1,17	0,98	1,72	1,22	3,86	3,70	2,43
1997	10,63	3,62	4,11	2,82	2,17	1,78	1,18	1,15	0,82	1,01	1,91	2,36	2,80
1998	4,63	8,03	3,87	3,59	2,22	1,67	1,34	1,09	1,02	2,00	3,22	3,25	3,00
1999	3,83	2,77	3,47	1,75	1,56	1,95	0,90	0,92	0,62	0,88	4,53	3,68	2,24
2000	6,25	5,57	5,04	3,74	0,82	0,63	0,87	1,71	4,49	0,76	2,43	4,10	3,03
2001	4,34	2,99	2,53	2,32	1,85	1,28	1,08	0,48	0,52	0,52	1,53	2,51	1,83
2002	3,55	5,06	0,95	0,49	1,51	0,61	0,52	0,43	2,07	0,43	5,54	4,42	2,13
2003	3,75	3,62	3,32	0,79	1,87	1,34	1,11	1,17	1,12	1,38	2,74	7,15	2,45
2004	10,54	6,48	4,06	4,58	3,09	2,23	2,53	1,93	1,32	1,67	3,25	5,89	3,96
2005	6,74	12,06	10,24	4,42	3,36	2,27	2,08	1,42	1,46	1,19	3,14	3,22	4,30
2006	3,62	2,29	1,25	3,20	1,36	1,03	0,64	0,61	0,49	0,55	1,34	1,61	1,50
2007	15,28	3,26	2,95	2,61	2,01	1,52	1,10	0,85	0,89	1,64	4,15	4,15	3,37
2008	5,04	7,19	6,40	5,67	3,17	2,14	1,52	1,24	1,27	1,44	2,93	6,26	3,69
2009	10,77	8,21	4,52	4,69	2,86	1,82	1,52	1,24	1,46	2,87	6,04	8,37	4,53

xxx- valores obtidos através de correlação

5. DIMENSIONAMENTO DAS VAZÕES CARACTERÍSTICAS DOS BARRAMENTOS

Depois da estimativa do déficit hídrico, previsto até o ano de 2030 de acordo com o crescimento populacional, com e sem o COMPERJ, é necessário a adoção de alternativas que visem o aumento da disponibilidade hídrica na região. A implantação de reservatórios na região mostra-se como alternativa mais promissora, para o suprimento do déficit hídrico. As alternativas de barramento estão expostas nos itens anteriores.

Foram desenvolvidos estudos para a definição das cotas das cristas das estruturas civis (vertedouro e barragem de terra), os níveis d'água máximos normal, bem como os volumes úteis dos reservatórios e a dimensão das estruturas vertentes.

5.1. DEFINIÇÃO DAS VAZÕES DE PICO

Para a determinação dos níveis d'água máximos normal, e máximo maximorum, é necessário a determinação das vazões de pico, ou as vazões de projeto.

Caso o aproveitamento esteja inserido em uma bacia que não dispõe de dados ou que os mesmos sejam escassos e exista dificuldade em se conseguir dados de bacias circunvizinhas, os eventos extremos podem ser calculados a partir da aplicação de um hidrograma sintético.

A metodologia para a determinação das vazões de projeto será feita pela utilização do método do Hidrograma Unitário Triangular, desenvolvido pelo U.S. Soil Conservation Service (SCS), do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. A determinação desses hidrogramas é feita de forma triangular, de tal forma que a área do hidrograma, corresponde ao deflúvio da bacia.

A Figura 5.1, a seguir, apresenta a forma do hidrograma unitário triangular (HUT), bem como os parâmetros que o caracterizam.

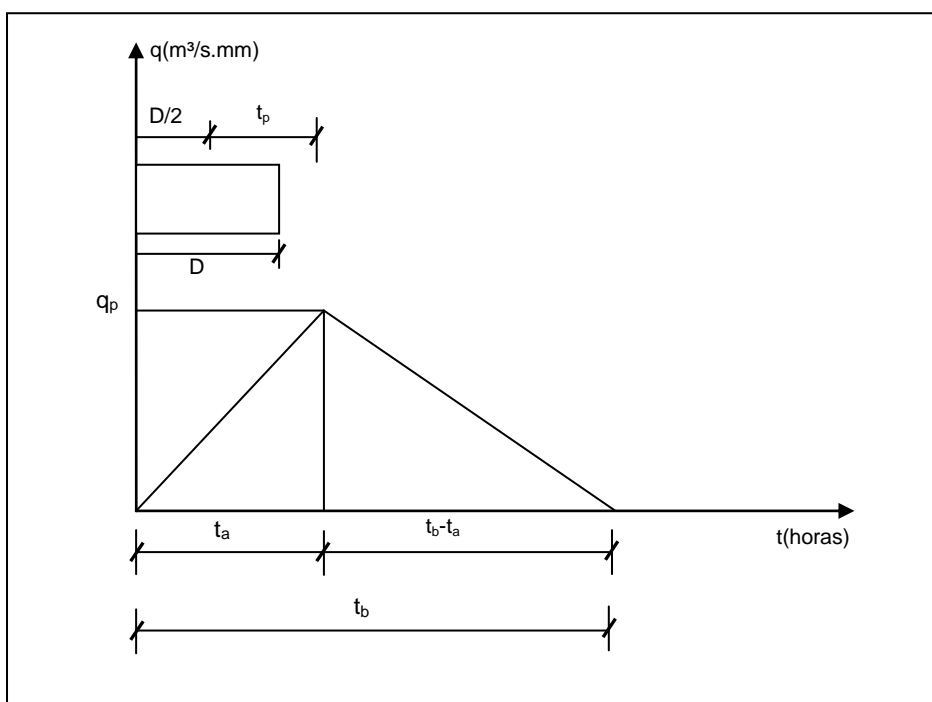


Figura 5.1 – Método do Hidrograma Triangular Sintético

A formulação dos respectivos parâmetros está exposta a seguir:

$$t_p = 0.6 * t_c$$

$$t_a = \frac{D}{2} + t_p \quad e \quad \frac{1}{5} t_c \leq D \leq \frac{1}{3} t_c$$

$$t_b = 2.67 * t_a$$

$$q_p = 0,0208 * \frac{A}{t_a}$$

Onde:

t_c – é o tempo de concentração da bacia, em horas;

t_p – é o tempo de retardamento da bacia ou tempo decorrido entre o centro de gravidade da chuva até o pico do HUT, em horas;

t_a – é o tempo de ascensão do HUT, em horas;

t_b – é o tempo de base ou duração do HUT, em horas;

q_p – é a vazão máxima ou pico do HUT, em m³/s.mm;

D – é a duração da chuva unitária, em horas;

A – é a área da bacia, em km².

Como na maioria dos casos a chuva é definida em um local ou posto, deve-se distribuí-la uniformemente por toda a bacia. Para o seu cálculo, sugere-se a adoção das equações de chuvas intensas definidas pelo Eng^o Otto Pfafstetter em seu livro “Chuvas Intensas no Brasil”. A transformação da chuva pontual em distribuída é possível através da aplicação da seguinte expressão:

$$P = P_o(1 - W * \log \frac{A}{A_o})$$

Onde:

P – chuva distribuída, em mm;

P_o – chuva pontual, em mm;

A – área da bacia em estudo, em km²;

A_o – área da Bacia, em km², para a qual se tem, $P = P_o$;

W – fator de correlação.

De modo geral, $A_o = 25$ km² e W , segundo Taborga, para o Brasil é igual a 0,10. Efetuando-se as devidas substituições, a equação pode ser assim reescrita:

$$P = P_o(1 - 0,10 * \log \frac{A}{25})$$

Definida a chuva distribuída, é necessária a caracterização da capacidade de infiltração do solo, da cobertura vegetal e do tipo de ocupação da bacia onde se insere o aproveitamento em estudo. Este parâmetro é definido por:

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Onde:

S – é a retenção potencial do solo, em mm;

CN ou “*curve number*” – é em função do tipo de ocupação da bacia, cujos valores são tabelados. Conforme as tabelas (Tabela 5.1 e Tabela 5.2) a seguir:

Tabela 5.1 – Valores do CN para as áreas rurais.

Uso do Solo	Superfície	A	B	C	D
Solo lavrado	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	76	84	88
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	84
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras/Estradas de terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	De superfície Dura	74	84	90	92
Florestas	Muita esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas de alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

Tabela 5.2 – Valores do CN para as áreas urbanas.

Uso do Solo	Superfície	A	B	C	D
Zonas cultivadas	Sem conservação do solo	72	81	88	91
	Com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos baldios	Em más condições	68	79	86	89
	Em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições		30	58	71	78
Bosques ou zonas florestais	Cobertura ruim	45	66	77	83
	Cobertura boa	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golf, cemitérios, boas condições	Com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
	Com relva de 50 a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios		89	92	94	95
Zonas industriais		81	88	91	93
Zonas residenciais	Área dos lotes(m²)	Percentual médio de área impermeável (%)			
	<500	65	77	85	90
	1000	38	61	75	83
	1300	30	57	72	81
	2000	25	54	70	80
	4000	20	51	68	79
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc		98	98	98	98
Arruamentos e estradas	Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
	Paralelepípedos	76	85	89	91
	Terra	72	82	87	89

O tipo de solo foi considerado entre as classes C e D, pelas recomendações da Tabela 5.3, considerando apenas as vazões características das bacias.

Tabela 5.3 – Condições de uso e ocupação do solo

Grupo do solo	Condições
Grupo A	Solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila.
Grupo B	Solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundos do que o tipo A e com permeabilidade superior à média.
Grupo C	Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo percentagem considerável de argila e pouco profundo.
Grupo D	Solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial

Para a construção do hidrograma, falta definir a precipitação efetiva, que representa a parcela da chuva que gera o escoamento superficial. A precipitação efetiva, P_e , é função da chuva distribuída e do valor de S e é definida pela seguinte equação:

$$P_e = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S} \quad \text{para } P > 0,2 S;$$

$$P_e = 0 \quad \text{para } P < 0,2 S;$$

5.2. DEFINIÇÃO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração de cada sub-bacia foi estimado pela Fórmula do DNOS recomendada pelo DNIT para Grandes Bacias, o qual é definido como sendo a máxima duração necessária para que uma gota de água, caindo na superfície da bacia, encontre sua seção de saída.

$$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K I^{0,4}}$$

Onde:

t_c – tempo de concentração, em minutos;

A – área da bacia, em ha;

L – comprimento do curso d'água, em m; e

I – declividade, em %.

5.3. DEFINIÇÃO DAS CHUVAS INTENSAS

Com a finalidade de obter a intensidade de chuva, para os diferentes tempos de retorno, foi utilizado o software PLUVIO 1.0, que permite interpolar os dados de postos pluviométricos próximos e obter a intensidade de chuva para cada sub-bacia em questão. A principal forma de caracterização das chuvas intensas é por meio da equação de intensidade-duração e frequência da precipitação (IDF). Assim a equação IDF, para cada sub-bacia em estudo têm o seguinte formato:

$$i = \frac{K \cdot T^a}{(t + b)^c}$$

Onde:

i – intensidade máxima da precipitação, mm/h;
 T – período de retorno, anos;
 t – duração da precipitação em min; e
 K, a, b, c - são parâmetros relativos à localidade.

5.4. DEFINIÇÃO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO SINTÉTICO

Foram simuladas as vazões de projeto para 100, 500 e 1000 anos de tempo de retorno. Assim sendo, definiu-se o nível máximo do reservatório, a partir da qual irá definir a cota da crista da barragem, desprezando-se os efeitos do vento. Os resultados estão expostos a seguir, respectivamente:

- (EA-05) – Soarinho.
- (EA-19) – Guapi-Açu.
- (EA-20) – Caceribu.
- (EA-23) – Tanguá.
- (GAJ) – Guapi-Açu Jusante.

Tabela 5.4 – Características físicas dos eixos barráveis.

Barramento	Rio	Latitude	Longitude	Área (km ²)	Desnível (m)	Comprimento do Rio (km)	CN
Guapi-Açu (EA-19)	Guapi-Açu	22°29'34"	42°48'34"	184,4	1180	20,2	50
Tanguá (EA-23)	Tanguá	22°45'22"	42°41'24"	103,2	200	12,5	50
Caceribu (EA-20)	Caceribu	22°41'52"	42°41'25"	45	680	11,5	50
Soarinho (EA-05)	Soarinho	22°36'57"	42°43'13"	42,7	240	12,2	50
Guapi-Açu Jusante	Guapi-Açu	22°33'36"	42°50'45"	295	1200	29,1	50

Tabela 5.5 - (EA-05) Soarinho (TR = 100 anos).

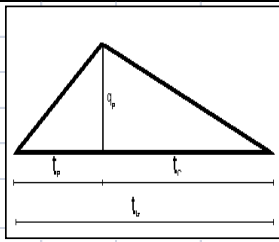
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso D'água => Soarinho										
Bacia Hidrográfica : Guapi-Açu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>			Área da Bacia	Comp. Talv.	Dif. De Nível		Valor de CN	Valor de TR	Valor de K	Fator de Dist. da Chuva
			A(km²)	L(km)	ΔH (m)			(anos)		na área
			42,7	12,2	240,0		50	100	4	0,98
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	4027,08	a=>	0,226		b=>	27,265	C=>	1,0		
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{4027,08T^{0,226}}{(t + 27,265)^{1,0}}$			$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)$				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>			2,56							
ΔD = 0,2 Tc (hora) =>			0,51							
Tp = 0,5 ΔD + 0,6 Tc (hora) =>			1,79							
TR = 1,67 Tp (hora) =>			2,99							
Tb = 2,67 Tp (hora) =>			4,78							
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p}$ (m³/s/cm)			49,62							
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>			$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN + 203,2}$					RELAÇÃO P/P0 =>		0,98
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,51	14,1		98,2		96,2		6,88	0,69	0,69	
1,02	28,3		128,4		125,8		17,11	1,71	1,02	
1,53	42,4		143,1		140,3		23,30	2,33	0,62	
2,04	45,5		151,8		148,8		27,27	2,73	0,40	
2,55	37,0		157,5		154,4		30,01	3,00	0,27	
3,06	28,5		161,6		158,4		32,01	3,20	0,20	
3,57	20,1		164,7		161,4		33,53	3,35	0,15	
4,08	11,6		167,0		163,7		34,73	3,47	0,12	
4,59	3,2		168,9		165,5		35,69	3,57	0,10	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA									VAZÃO
(hora)	0,69	1,02	0,62	0,40	0,27	0,20	0,15	0,12	0,10	(m³/s)
0,51	9,73									9,73
1,02	19,46	14,46								33,93
1,53	29,19	28,93	8,74							66,86
2,04	31,30	43,39	17,48	5,61						97,79
2,55	25,47	46,52	26,22	11,23	3,88					113,33
3,06	19,65	37,86	28,11	16,84	7,75	2,83				113,05
3,57	13,82	29,21	22,88	18,06	11,63	5,66	2,15			103,40
4,08	8,00	20,55	17,65	14,70	12,47	8,48	4,30	1,69		87,83
4,59	2,17	11,89	12,42	11,34	10,15	9,10	6,45	3,38	1,36	68,25
Q máxima => 113,3 m³/s										

Tabela 5.6 – (EA-05) Soarinho (TR = 500 anos).

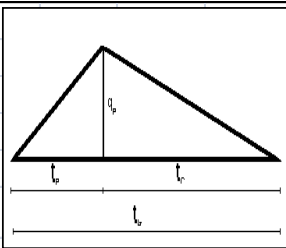
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso D'água => Soarinho										
Bacia Hidrográfica : Guapi-Açu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>	Área da Bacia A(km²)	Comp. Talv. L(km)	Dif. De Nível ΔH (m)		Valor de CN	Valor de TR (anos)	Valor de K	Fator de Dist. da Chuva na área		
	42,7	12,2	240,0		50	500	4	0,98		
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	4027,08	a=>	0,226	b=>	27,265	C=>	1,0			
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{4027,08 T^{0,226}}{(t + 27,265)^{1,0}}$			$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)$				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>			2,56							
ΔD = 0,2 Tc (hora) =>			0,51							
Tp = 0,5 ΔD + 0,6 Tc (hora) =>			1,79							
TR = 1,67 Tp (hora) =>			2,99							
Tb = 2,67 Tp (hora) =>			4,78							
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p}$ (m³/s/cm)			49,62							
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>			$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN + 203,2}$				RELAÇÃO P/P0 =>		0,98	
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,51	14,1		141,2		138,4		22,46	2,25	2,25	
1,02	28,3		184,7		181,0		44,15	4,42	2,17	
1,53	42,4		205,9		201,8		56,29	5,63	1,21	
2,04	45,5		218,4		214,0		63,86	6,39	0,76	
2,55	37,0		226,7		222,1		69,01	6,90	0,52	
3,06	28,5		232,5		227,9		72,73	7,27	0,37	
3,57	20,1		236,9		232,2		75,55	7,55	0,28	
4,08	11,6		240,3		235,5		77,75	7,77	0,22	
4,59	3,2		243,0		238,1		79,52	7,95	0,18	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA									VAZÃO
(hora)	2,25	2,17	1,21	0,76	0,52	0,37	0,28	0,22	0,18	(m³/s)
0,51	31,76									31,76
1,02	63,51	30,66								94,17
1,53	95,27	61,32	17,16							173,75
2,04	102,14	91,99	34,31	10,71						239,14
2,55	83,13	98,62	51,47	21,42	7,28					261,91
3,06	64,12	80,26	55,18	32,13	14,56	5,26				251,51
3,57	45,10	61,91	44,91	34,44	21,85	10,53	3,98			222,71
4,08	26,09	43,55	34,64	28,03	23,42	15,79	7,96	3,11		182,59
4,59	7,08	25,19	24,37	21,62	19,06	16,93	11,94	6,22	2,50	134,91
Q máxima => 261,9 m³/s										

Tabela 5.7 – (EA-05) Soarinho (TR = 1000 anos).

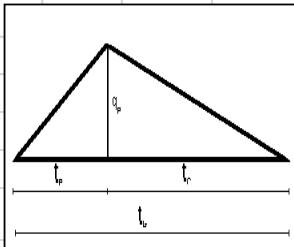
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso Dágua => Soarinho										
Bacia Hidrográfica : Guapi-Açu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>		Área da Bacia	Comp.	Dif. De		Valor	Valor	Valor	Fator de	
		A(km²)	Talv. L(km)	Nível ΔH (m)		de CN	de TR (anos)	de K	Dist. da Chuva na área	
		42,7	12,2	240,0		50	1000	4	0,98	
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	4027,08	a=>	0,226		b=>	27,265	C=>	1,0		
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{4027,08T^{0,226}}{(t + 27,265)^{1,0}}$			$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)$				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>			2,56							
ΔD = 0,2 T_c (hora) =>			0,51							
T_p = 0,5 ΔD + 0,6 T_c (hora) =>			1,79							
T_R = 1,67 T_p (hora) =>			2,99							
T_b = 2,67 T_p (hora) =>			4,78							
$Q_P = 2,08 \frac{A}{T_P}$ (m³/s/cm)			49,62							
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>			$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN}$				RELAÇÃO P/P0 =>		0,98	
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,51	14,1		165,2		161,9		33,79	3,38	3,38	
1,02	28,3		216,1		211,8		62,43	6,24	2,86	
1,53	42,4		240,8		236,0		78,09	7,81	1,57	
2,04	45,5		255,4		250,3		87,78	8,78	0,97	
2,55	37,0		265,1		259,8		94,34	9,43	0,66	
3,06	28,5		272,0		266,5		99,06	9,91	0,47	
3,57	20,1		277,1		271,5		102,63	10,26	0,36	
4,08	11,6		281,0		275,4		105,41	10,54	0,28	
4,59	3,2		284,2		278,5		107,65	10,76	0,22	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA									VAZÃO
(hora)	3,38	2,86	1,57	0,97	0,66	0,47	0,36	0,28	0,22	(m³/s)
0,51	47,77									47,77
1,02	95,54	40,49								136,03
1,53	143,31	80,98	22,14							246,44
2,04	153,65	121,47	44,28	13,70						333,10
2,55	125,05	130,23	66,43	27,40	9,27					358,37
3,06	96,45	105,99	71,22	41,09	18,54	6,68				339,97
3,57	67,85	81,75	57,96	44,06	27,81	13,36	5,04			297,83
4,08	39,25	57,51	44,71	35,86	29,82	20,04	10,08	3,94		241,20
4,59	10,65	33,27	31,45	27,66	24,27	21,49	15,12	7,87	3,16	174,93
Q máxima => 358,4 m³/s										

Tabela 5.8 – (EA-20) Caceribu (TR=100 anos).

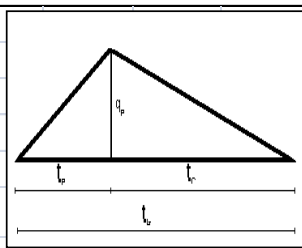
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso Dágua => Caceribu										
Bacia Hidrográfica : Caceribu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>	Área da Bacia A(km²)	Comp. Talv. L(km)	Dif. De Nível ΔH (m)		Valor de CN	Valor de TR (anos)	Valor de K	Fator de Dist. da Chuva na área		
	45,0	11,5	680,0		50	20	4	0,97		
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	4685,10	a=>	0,221	b=>	29,013	C=>	1,0			
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{4685,1 * T^{0,221}}{(t + 29,013)^{1,0}}$			$T_c = \frac{10 * A^{0,3} L^{0,2}}{K * I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10.log\left(\frac{A}{25}\right)$				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>			1,66							
ΔD = 0,2 T_c (hora) =>			0,33							
T_p = 0,5 ΔD + 0,6 T_c (hora) =>			1,16							
T_R = 1,67 T_p (hora) =>			1,94							
T_b = 2,67 T_p (hora) =>			3,1							
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p}$ (m³/s/cm)			80,69							
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>			$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN + 203,2}$				RELAÇÃO P/P0 =>		0,97	
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,33	23,0		59,8		58,0		0,20	0,02	0,02	
0,66	45,9		85,1		82,6		3,54	0,35	0,33	
0,99	68,9		99,1		96,1		6,87	0,69	0,33	
1,32	74,0		108,0		104,7		9,45	0,94	0,26	
1,65	60,3		114,1		110,7		11,42	1,14	0,20	
1,98	46,6		118,6		115,0		12,96	1,30	0,15	
2,31	32,9		122,0		118,3		14,18	1,42	0,12	
2,64	19,1		124,7		120,9		15,18	1,52	0,10	
2,97	5,4		126,9		123,1		16,01	1,60	0,08	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA									VAZÃO
(hora)	0,02	0,33	0,33	0,26	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	(m³/s)
0,33	0,46									0,46
0,66	0,92	7,66								8,58
0,99	1,38	15,31	7,65							24,34
1,32	1,49	22,97	15,30	5,92						45,67
1,65	1,21	24,69	22,94	11,84	4,53					65,21
1,98	0,94	20,11	24,67	17,76	9,06	3,53				76,06
2,31	0,66	15,54	20,09	19,09	13,59	7,06	2,81			78,84
2,64	0,38	10,96	15,52	15,55	14,61	10,59	5,63	2,29		75,53
2,97	0,11	6,38	10,95	12,01	11,90	11,39	8,44	4,58	1,89	67,65
Q máxima => 78,8 m³/s										

Tabela 5.9 – (EA-20) Caceribu (TR=500 anos).

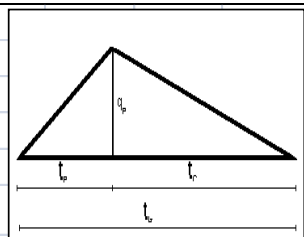
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR									
Nome do Curso Dágua => Caceribu									
Bacia Hidrográfica : Caceribu									
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>	Área da Bacia	Comp. Talv.	Dif. De Nível		Valor de CN	Valor de TR	Valor de K	Fator de Dist. da Chuva	
	A(km²)	L(km)	ΔH (m)			(anos)		na área	
	45,0	11,5	680,0		50	500	4	0,97	
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA									
k=>	4685,10	a=>	0,221	b=>	29,013	C=>	1,0		
FÓRMULAS UTILIZADAS									
$I = \frac{4685,1 * T^{0,221}}{(t + 29,013)^{1,0}}$			$T_c = \frac{10 * A^{0,3} L^{0,2}}{K * I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10.log\left(\frac{A}{25}\right)$			
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT									
Tc (hora) =>			1,66						
ΔD = 0,2 Tc (hora) =>			0,33						
Tp = 0,5 ΔD + 0,6 Tc (hora) =>			1,16						
TR = 1,67 Tp (hora) =>			1,94						
Tb = 2,67 Tp (hora) =>			3,1						
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p}$ (m³/s/cm)			80,69						
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>	$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN + 203,2}$				RELAÇÃO P/P0 =>		0,97		
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA									
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)	
0,33	23,0		121,9		118,2		14,14	1,41	1,41
0,66	45,9		173,4		168,2		37,12	3,71	2,30
0,99	68,9		201,9		195,8		52,70	5,27	1,56
1,32	74,0		219,9		213,3		63,41	6,34	1,07
1,65	60,3		232,4		225,4		71,13	7,11	0,77
1,98	46,6		241,5		234,3		76,93	7,69	0,58
2,31	32,9		248,5		241,0		81,45	8,14	0,45
2,64	19,1		254,0		246,3		85,06	8,51	0,36
2,97	5,4		258,4		250,7		88,00	8,80	0,29
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA								VAZÃO
(hora)	1,41	2,30	1,56	1,07	0,77	0,58	0,45	0,36	0,29
0,33	32,47								
0,66	64,93	52,74							
0,99	97,40	105,48	35,78						
1,32	104,71	158,22	71,55	24,58					
1,65	85,30	170,10	107,33	49,15	17,72				
1,98	65,89	138,56	115,39	73,73	35,44	13,32			
2,31	46,47	107,03	93,99	79,27	53,15	26,65	10,36		
2,64	27,06	75,49	72,60	64,57	57,15	39,97	20,73	8,28	
2,97	7,65	43,96	51,21	49,88	46,55	42,97	31,09	16,56	6,77
Q máxima => 442,3 m³/s									

Tabela 5.10 – (EA-20) Caceribu (TR 1000 anos).

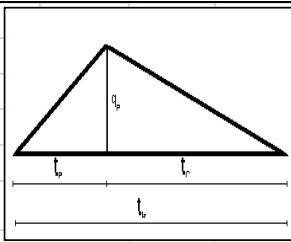
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso Dágua => Caceribu										
Bacia Hidrográfica : Caceribu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>		Área da Bacia A(km²)	Comp. Talv. L(km)	Dif. De Nível ΔH (m)		Valor de CN	Valor de TR (anos)	Valor de K	Fator de Dist. da Chuva na área	
		45,0	11,5	680,0		50	1000	4	0,97	
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	4685,10	a=>	0,221		b=>	29,013	C=>	1,0		
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{4685,1 * T^{0,221}}{(t + 29,013)^{1,0}}$			$T_c = \frac{10 * A^{0,3} L^{0,2}}{K * I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10.log\left(\frac{A}{25}\right)$				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>				1,66						
ΔD = 0,2 Tc (hora) =>				0,33						
Tp = 0,5 ΔD + 0,6 Tc (hora) =>				1,16						
TR = 1,67 Tp (hora) =>				1,94						
Tb = 2,67 Tp (hora) =>				3,1						
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p}$ (m³/s/cm)				80,69						
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>			$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN + 203,2}$				RELAÇÃO P/P0 =>		0,97	
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,33	23,0		142,1		137,8		22,20	2,22	2,22	
0,66	45,9		202,1		196,1		52,85	5,29	3,07	
0,99	68,9		235,3		228,2		72,97	7,30	2,01	
1,32	74,0		256,3		248,6		86,62	8,66	1,36	
1,65	60,3		270,8		262,7		96,39	9,64	0,98	
1,98	46,6		281,5		273,0		103,70	10,37	0,73	
2,31	32,9		289,6		280,9		109,38	10,94	0,57	
2,64	19,1		296,0		287,1		113,90	11,39	0,45	
2,97	5,4		301,2		292,1		117,59	11,76	0,37	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA									VAZÃO
(hora)	2,22	3,07	2,01	1,36	0,98	0,73	0,57	0,45	0,37	(m³/s)
0,33	50,95									50,95
0,66	101,90	70,37								172,27
0,99	152,85	140,74	46,19							339,78
1,32	164,32	211,11	92,37	31,33						499,13
1,65	133,86	226,96	138,56	62,65	22,43					584,46
1,98	103,39	184,89	148,97	93,98	44,85	16,79				592,87
2,31	72,93	142,81	121,35	101,03	67,28	33,58	13,02			552,00
2,64	42,46	100,73	93,73	82,30	72,33	50,37	26,04	10,38		478,36
2,97	12,00	58,65	66,11	63,57	58,92	54,15	39,06	20,77	8,47	381,72
Q máxima => 592,9 m³/s										

Tabela 5.11 – (EA-23) Tanguá TR 100 anos.

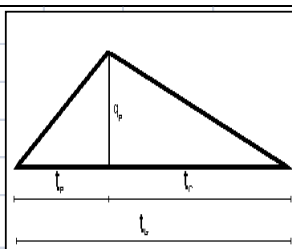
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso D'água => Tanguá										
Bacia Hidrográfica : Guapi-Açu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>	Área da Bacia	Comp. Talv.	Dif. De Nível		Valor de CN	Valor de TR	Valor de K	Fator de Dist. da Chuva		
	A(km²)	L(km)	ΔH (m)			(anos)		na área		
	103,2	12,5	200,0		50	100	4	0,94		
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	5062,78	a=>	0,219	b=>	31,199	C=>	1,0			
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{5062,78 T^{0,219}}{(t + 31,199)^{1,0}}$			$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)$				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>			3,64							
ΔD = 0,2 Tc (hora) =>			0,73							
Tp = 0,5 ΔD + 0,6 Tc (hora) =>			2,55							
TR = 1,67 Tp (hora) =>			4,26							
Tb = 2,67 Tp (hora) =>			6,81							
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p}$ (m³/s/cm)			84,18							
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>	$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN}$					RELAÇÃO P/P0 =>		0,94		
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,73	24,1		126,8		119,2		14,50	1,45	1,45	
1,46	48,2		160,1		150,5		28,09	2,81	1,36	
2,19	72,3		175,4		164,9		35,37	3,54	0,73	
2,92	76,9		184,3		173,2		39,81	3,98	0,44	
3,65	62,4		190,0		178,6		42,79	4,28	0,30	
4,38	48,0		194,1		182,4		44,92	4,49	0,21	
5,11	33,6		197,0		185,2		46,52	4,65	0,16	
5,84	19,2		199,3		187,4		47,76	4,78	0,12	
6,57	4,7		201,2		189,1		48,75	4,88	0,10	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA									VAZÃO
(hora)	1,45	1,36	0,73	0,44	0,30	0,21	0,16	0,12	0,10	(m³/s)
0,73	34,95									34,95
1,46	69,90	32,74								102,64
2,19	104,84	65,49	17,55							187,88
2,92	111,48	98,23	35,10	10,70						255,51
3,65	90,56	104,45	52,65	21,40	7,17					276,22
4,38	69,64	84,85	55,98	32,10	14,34	5,13				262,04
5,11	48,72	65,25	45,47	34,13	21,51	10,26	3,85			229,20
5,84	27,80	45,65	34,97	27,73	22,88	15,40	7,70	3,00		185,11
6,57	6,88	26,04	24,46	21,32	18,58	16,37	11,56	5,99	2,40	133,61
Q máxima => 276,2 m³/s										

Tabela 5.12 – (EA-23) Tanguá TR 500 anos.

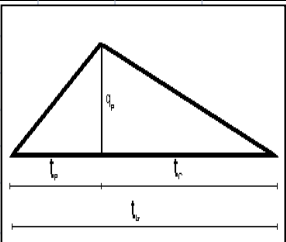
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso D'água => Tanguá										
Bacia Hidrográfica : Guapi-Açu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>	Área da Bacia A(km²)	Comp. Talv. L(km)	Dif. De Nível ΔH (m)		Valor de CN	Valor de TR (anos)	Valor de K	Fator de Dist. da Chuva na área		
	103,2	12,5	200,0		50	500	4	0,94		
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	5062,78	a=>	0,219		b=>	31,199	C=>	1,0		
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{5062,78T^{0,219}}{(t + 31,199)^{1,0}}$			$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)$				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>		3,64								
ΔD = 0,2 T _c (hora) =>		0,73								
T _p = 0,5 ΔD + 0,6 T _c (hora) =>		2,55								
T _R = 1,67 T _p (hora) =>		4,26								
T _b = 2,67 T _p (hora) =>		6,81								
$Q_p = 2,08 \cdot \frac{A}{T_p}$ (m³/s/cm)		84,18								
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>		$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN - 203,2}$				RELAÇÃO P/P0 =>		0,94		
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,73	24,1		180,4		169,5		37,82	3,78	3,78	
1,46	48,2		227,7		214,1		63,88	6,39	2,61	
2,19	72,3		249,6		234,6		77,16	7,72	1,33	
2,92	76,9		262,1		246,4		85,11	8,51	0,79	
3,65	62,4		270,3		254,1		90,38	9,04	0,53	
4,38	48,0		276,1		259,5		94,13	9,41	0,37	
5,11	33,6		280,3		263,5		96,93	9,69	0,28	
5,84	19,2		283,6		266,6		99,10	9,91	0,22	
6,57	4,7		286,2		269,0		100,83	10,08	0,17	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA								VAZÃO	
(hora)	3,78	2,61	1,33	0,79	0,53	0,37	0,28	0,22	0,17	(m³/s)
0,73	91,15									91,15
1,46	182,30	62,79								245,08
2,19	273,44	125,57	32,01							431,03
2,92	290,74	188,36	64,02	19,15						562,27
3,65	236,18	200,27	96,03	38,30	12,70					583,49
4,38	181,62	162,69	102,11	57,45	25,41	9,03				538,30
5,11	127,06	125,11	82,95	61,08	38,11	18,07	6,75			459,12
5,84	72,50	87,52	63,78	49,62	40,52	27,10	13,50	5,23		359,78
6,57	17,94	49,94	44,62	38,16	32,92	28,81	20,25	10,47	4,18	247,28
Q máxima => 583,5 m³/s										

Tabela 5.13 – (EA-23) Tanguá TR 1000 anos.

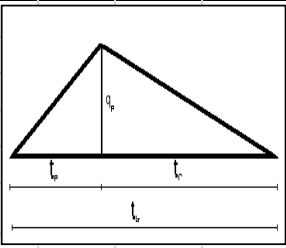
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso D'água => Tanguá										
Bacia Hidrográfica : Guapi-Açu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>	Área da Bacia A(km²)	Comp. Talv. L(km)	Dif. De Nível ΔH (m)		Valor de CN	Valor de TR (anos)	Valor de K	Fator de Dist. da Chuva na área		
	103,2	12,5	200,0		50	1000	4	0,94		
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	5062,78	a=>	0,219	b=>	31,199	C=>	1,0			
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{5062,78T^{0,219}}{(t + 31,199)^{1,0}}$			$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)$				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>			3,64							
ΔD = 0,2 Tc (hora) =>			0,73							
Tp = 0,5 ΔD + 0,6 Tc (hora) =>			2,55							
TR = 1,67 Tp (hora) =>			4,26							
Tb = 2,67 Tp (hora) =>			6,81							
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p}$ (m³/s/cm)			84,18							
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>			$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN - 203,2}$				RELAÇÃO P/P0 =>		0,94	
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,73	24,1		209,9		197,3		53,60	5,36	5,36	
1,46	48,2		265,1		249,1		86,97	8,70	3,34	
2,19	72,3		290,5		273,1		103,72	10,37	1,67	
2,92	76,9		305,1		286,8		113,67	11,37	1,00	
3,65	62,4		314,6		295,7		120,25	12,03	0,66	
4,38	48,0		321,3		302,0		124,92	12,49	0,47	
5,11	33,6		326,3		306,7		128,41	12,84	0,35	
5,84	19,2		330,1		310,3		131,11	13,11	0,27	
6,57	4,7		333,1		313,1		133,26	13,33	0,22	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA								VAZÃO	
(hora)	5,36	3,34	1,67	1,00	0,66	0,47	0,35	0,27	0,22	(m³/s)
0,73	129,18									129,18
1,46	258,36	80,41								338,77
2,19	387,54	160,83	40,35							588,71
2,92	412,05	241,24	80,70	23,99						757,98
3,65	334,72	256,50	121,06	47,98	15,86					776,12
4,38	257,40	208,36	128,71	71,97	31,72	11,26				709,42
5,11	180,07	160,23	104,56	76,52	47,58	22,51	8,40			599,87
5,84	102,75	112,09	80,40	62,16	50,59	33,77	16,80	6,50		465,06
6,57	25,42	63,96	56,25	47,80	41,10	35,90	25,19	13,01	5,19	313,82
Q máxima => 776,1 m³/s										

Tabela 5.14 - (EA-19) Guapi- Açú TR 100 anos.

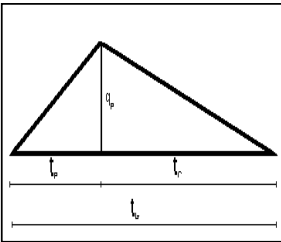
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso Dágua => Guapi-Açu (EA-19)										
Bacia Hidrográfica : Guapi-Açu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>			Área	Comp.	Dif. De		Valor	Valor	Valor	Fator de
			da Bacia	Talv.	Nível		de CN	de TR	de K	Dist. da Chuva
			A(km²)	L(km)	ΔH (m)			(anos)		na área
			184,4	20,2	1180,0		50	100	4	0,91
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	5417,00	a=>	0,225		b=>	31,085	C=>	1,0		
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{5417,0T^{0,225}}{(t + 31,085)^{1,1}}$			$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)$				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>			2,84							
ΔD = 0,2 Tc (hora) =>			0,57							
Tp = 0,5 ΔD + 0,6 Tc (hora) =>			1,99							
TR = 1,67 Tp (hora) =>			3,32							
Tb = 2,67 Tp (hora) =>			5,31							
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p} \text{ (m}^3\text{/s/cm)}$			192,74							
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>			$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN + 203,2}$				RELAÇÃO P/P0 =>		0,91	
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,57	55,2		121,7		110,8		11,46	1,15	1,15	
1,14	110,4		159,8		145,4		25,67	2,57	1,42	
1,71	165,6		178,3		162,3		34,01	3,40	0,83	
2,28	175,9		189,3		172,3		39,32	3,93	0,53	
2,85	142,8		196,6		178,9		42,96	4,30	0,36	
3,42	109,7		201,8		183,6		45,62	4,56	0,27	
3,99	76,6		205,7		187,2		47,63	4,76	0,20	
4,56	43,5		208,7		189,9		49,21	4,92	0,16	
5,13	10,4		211,1		192,1		50,48	5,05	0,13	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA									VAZÃO
(hora)	1,15	1,42	0,83	0,53	0,36	0,27	0,20	0,16	0,13	(m³/s)
0,57	63,24									63,24
1,14	126,49	78,44								204,93
1,71	189,73	156,89	46,06							392,68
2,28	201,51	235,33	92,12	29,30						558,27
2,85	163,60	249,95	138,18	58,60	20,13					630,47
3,42	125,70	202,93	146,76	87,91	40,27	14,65				618,21
3,99	87,79	155,91	119,16	93,37	60,40	29,29	11,12			557,03
4,56	49,88	108,89	91,55	75,80	64,15	43,94	22,24	8,73		465,18
5,13	11,97	61,87	63,94	58,24	52,08	46,67	33,37	17,45	7,03	352,62
Q máxima => 630,5 m³/s										

Tabela 5.15 – (EA-19) Guapi- Açú TR 500 anos.

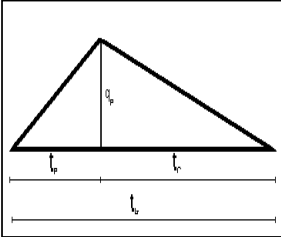
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso Dágua => Guapi-Açu (EA-19)										
Bacia Hidrográfica : Guapi-Açu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>			Área da Bacia A(km²)	Comp. Talv. L(km)	Dif. De Nível ΔH (m)		Valor de CN	Valor de TR (anos)	Valor de K	Fator de Dist. da Chuva na área
			184,4	20,2	1180,0		50	500	4	0,91
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	5417,00	a=>	0,225		b=>	31,085	C=>	1,0		
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{5417,0T^{0,225}}{(t + 31,085)^{1,1}}$			$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)$				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>				2,84						
ΔD = 0,2 Tc (hora) =>				0,57						
Tp = 0,5 ΔD + 0,6 Tc (hora) =>				1,99						
TR = 1,67 Tp (hora) =>				3,32						
Tb = 2,67 Tp (hora) =>				5,31						
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p} \text{ (m}^3\text{/s/cm)}$				192,74						
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>			$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN + 203,2}$					RELAÇÃO P/P0 =>		0,91
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,57	55,2		174,8		159,1		32,38	3,24	3,24	
1,14	110,4		229,5		208,8		60,61	6,06	2,82	
1,71	165,6		256,2		233,1		76,18	7,62	1,56	
2,28	175,9		272,0		247,5		85,84	8,58	0,97	
2,85	142,8		282,4		257,0		92,40	9,24	0,66	
3,42	109,7		289,9		263,8		97,13	9,71	0,47	
3,99	76,6		295,4		268,8		100,71	10,07	0,36	
4,56	43,5		299,7		272,7		103,50	10,35	0,28	
5,13	10,4		303,2		275,9		105,74	10,57	0,22	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA									VAZÃO
(hora)	3,24	2,82	1,56	0,97	0,66	0,47	0,36	0,28	0,22	(m³/s)
0,57	178,76									178,76
1,14	357,52	155,85								513,37
1,71	536,28	311,70	85,93							933,91
2,28	569,57	467,55	171,87	53,37						1262,36
2,85	462,43	496,58	257,80	106,74	36,20					1359,74
3,42	355,28	403,17	273,81	160,10	72,40	26,13				1290,88
3,99	248,13	309,75	222,30	170,04	108,60	52,25	19,73			1130,80
4,56	140,98	216,33	170,79	138,06	115,34	78,38	39,46	15,42		914,76
5,13	33,84	122,92	119,28	106,07	93,64	83,24	59,19	30,84	12,38	661,39
Q máxima => 1.359,7 m³/s										

Tabela 5.16 – (EA-19) Guapi- Açú TR 1000 anos.

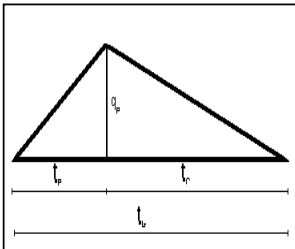
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR									
Nome do Curso D'água => Guapi-Açu (EA-19)									
Bacia Hidrográfica : Guapi-Açu									
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>	Área	Comp.	Dif. De		Valor	Valor	Valor	Fator de	
	da Bacia	Talv.	Nível		de CN	de TR	de K	Dist. da Chuva	
	A(km²)	L(km)	ΔH (m)			(anos)		na área	
	184,4	20,2	1180,0		50	1000	4	0,91	
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA									
k=>	5417,00	a=>	0,225	b=>	31,085	C=>	1,0		
FÓRMULAS UTILIZADAS									
$I = \frac{5417,0T^{0,225}}{(t + 31,085)^{1,1}}$			$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)$			
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT									
Tc (hora) =>		2,84							
ΔD = 0,2 T _c (hora) =>		0,57							
T _p = 0,5 ΔD + 0,6 T _c (hora) =>		1,99							
T _R = 1,67 T _p (hora) =>		3,32							
T _b = 2,67 T _p (hora) =>		5,31							
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p} \text{ (m}^3\text{/s/cm)}$		192,74							
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>		$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN + 203,2}$				RELAÇÃO P/P0 =>		0,91	
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA									
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)	
0,57	55,2		204,4		186,0		46,95	4,69	4,69
1,14	110,4		268,2		244,1		83,52	8,35	3,66
1,71	165,6		299,4		272,5		103,29	10,33	1,98
2,28	175,9		317,9		289,3		115,47	11,55	1,22
2,85	142,8		330,1		300,4		123,70	12,37	0,82
3,42	109,7		338,8		308,3		129,63	12,96	0,59
3,99	76,6		345,3		314,2		134,09	13,41	0,45
4,56	43,5		350,3		318,8		137,58	13,76	0,35
5,13	10,4		354,3		322,4		140,37	14,04	0,28
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA								VAZÃO
(hora)	4,69	3,66	1,98	1,22	0,82	0,59	0,45	0,35	0,28
0,57	259,18								259,18
1,14	518,36	201,89							720,25
1,71	777,54	403,78	109,15						1290,47
2,28	825,81	605,68	218,30	67,26					1717,06
2,85	670,46	643,28	327,45	134,53	45,44				1821,16
3,42	515,11	522,27	347,79	201,79	90,87	32,71			1710,53
3,99	359,76	401,26	282,36	214,32	136,31	65,41	24,65		1484,07
4,56	204,41	280,24	216,94	174,00	144,77	98,12	49,31	19,24	1187,02
5,13	49,06	159,23	151,51	133,69	117,54	104,21	73,96	38,48	843,10
Q máxima => 1.821,2 m³/s									

Tabela 5.17 – (GAJ) Guapi-Açu Jusante TR 100 anos.

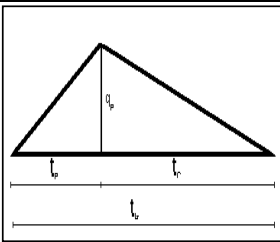
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso Dágua => Guapi-Açu Jusante										
Bacia Hidrográfica : Guapi-Açu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>			Área	Comp.	Dif. De		Valor	Valor	Valor	Fator de
			da Bacia	Talv.	Nível		de CN	de TR	de K	Dist. da Chuva
			A(km²)	L(km)	ΔH(m)			(anos)		na área
			295,0	29,1	1200,0		50	100	4	0,89
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	8754,56	a=>	0,215		b=>	39,3	C=>	1,1		
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{8754,56T^{0,215}}{(t + 39,300)^{1,1}}$			$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$				$F_A = 1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)$			
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>			4,05							
ΔD = 0,2 Tc (hora) =>			0,81							
Tp = 0,5 ΔD + 0,6 Tc (hora) =>			2,84							
TR = 1,67 Tp (hora) =>			4,74							
Tb = 2,67 Tp (hora) =>			7,58							
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p} \text{ (m}^3\text{/s/cm)}$			216,06							
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>			$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN + 203,2}$				RELAÇÃO P/P0 =>		0,89	
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,81	61,6		123,9		110,3		11,28	1,13	1,13	
1,62	123,2		152,7		135,9		21,36	2,14	1,01	
2,43	184,9		163,9		145,8		25,87	2,59	0,45	
3,24	197,8		169,0		150,5		28,08	2,81	0,22	
4,05	160,9		171,7		152,8		29,21	2,92	0,11	
4,86	124,0		173,0		153,9		29,79	2,98	0,06	
5,67	87,1		173,6		154,5		30,05	3,00	0,03	
6,48	50,1		173,7		154,6		30,12	3,01	0,01	
7,29	13,2		173,6		154,5		30,08	3,01	0,00	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA									VAZÃO
(hora)	1,13	1,01	0,45	0,22	0,11	0,06	0,03	0,01	0,00	(m³/s)
0,81	69,54									69,54
1,62	139,08	62,10								201,17
2,43	208,61	124,19	27,80							360,61
3,24	223,24	186,29	55,61	13,61						478,74
4,05	181,57	199,35	83,41	27,21	6,98					498,52
4,86	139,91	162,14	89,26	40,82	13,95	3,53				449,61
5,67	98,24	124,94	72,60	43,68	20,93	7,07	1,60			369,06
6,48	56,58	87,73	55,94	35,53	22,40	10,60	3,21	0,46		272,45
7,29	14,92	50,53	39,28	27,37	18,22	11,34	4,81	0,92	-0,24	167,16
Q máxima => 498,5 m³/s										

Tabela 5.18 – (GAJ) Guapi Açú Jusante TR 500 anos.

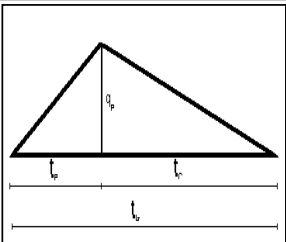
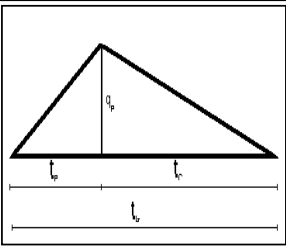
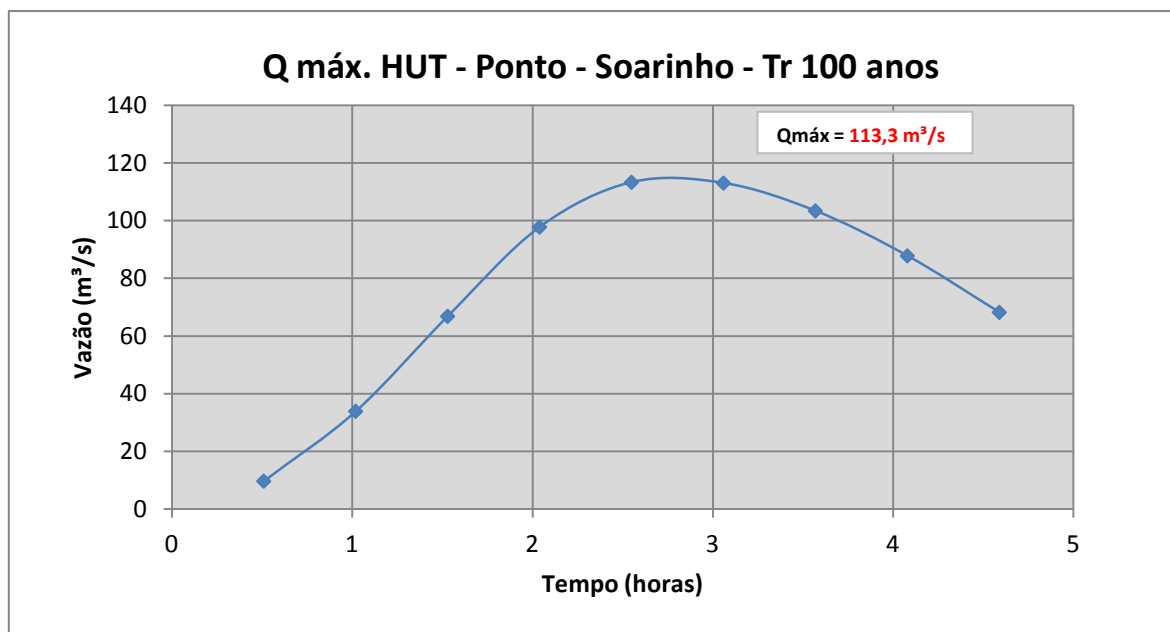
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso Dágua => Guapi-Açu Jusante										
Bacia Hidrográfica : Guapi-Açu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>		Área	Comp.	Dif. De		Valor	Valor	Valor	Fator de	
		da Bacia	Talv.	Nível		de CN	de TR	de K	Dist. da Chuva	
		A(km²)	L(km)	ΔH (m)			(anos)		na área	
		295,0	29,1	1200,0		50	500	4	0,89	
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	8754,56	a=>	0,215	b=>	39,3	C=>	1,1			
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{8754,56 T^{0,215}}{(t + 39,300)^{1,1}}$			$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)$				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>			4,05							
ΔD = 0,2 Tc (hora) =>			0,81							
Tp = 0,5 ΔD + 0,6 Tc (hora) =>			2,84							
TR = 1,67 Tp (hora) =>			4,74							
Tb = 2,67 Tp (hora) =>			7,58							
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p} \text{ (m}^3\text{/s/cm)}$			216,06							
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>			$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN - 203,2}$				RELAÇÃO P/P0 =>		0,89	
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,81	61,6		175,1		155,9		30,74	3,07	3,07	
1,62	123,2		215,8		192,1		50,51	5,05	1,98	
2,43	184,9		231,6		206,1		58,94	5,89	0,84	
3,24	197,8		238,9		212,7		63,00	6,30	0,41	
4,05	160,9		242,6		215,9		65,07	6,51	0,21	
4,86	124,0		244,5		217,6		66,11	6,61	0,10	
5,67	87,1		245,3		218,3		66,58	6,66	0,05	
6,48	50,1		245,6		218,5		66,72	6,67	0,01	
7,29	13,2		245,4		218,4		66,65	6,66	-0,01	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA									VAZÃO
(hora)	3,07	1,98	0,84	0,41	0,21	0,10	0,05	0,01	-0,01	(m³/s)
0,81	189,46									189,46
1,62	378,92	121,79								500,71
2,43	568,37	243,58	51,94							863,90
3,24	608,22	365,37	103,89	25,02						1102,49
4,05	494,70	390,99	155,83	50,04	12,74					1104,29
4,86	381,19	318,01	166,75	75,05	25,48	6,43				972,92
5,67	267,67	245,04	135,63	80,32	38,22	12,86	2,91			782,66
6,48	154,16	172,07	104,51	65,33	40,90	19,29	5,83	0,84		562,92
7,29	40,64	99,10	73,39	50,34	33,27	20,64	8,74	1,68	-0,43	327,36
Q máxima => 1.104,3 m³/s										

Tabela 5.19 – (GAJ) Guapi-Açu Jusante TR 1000 anos.

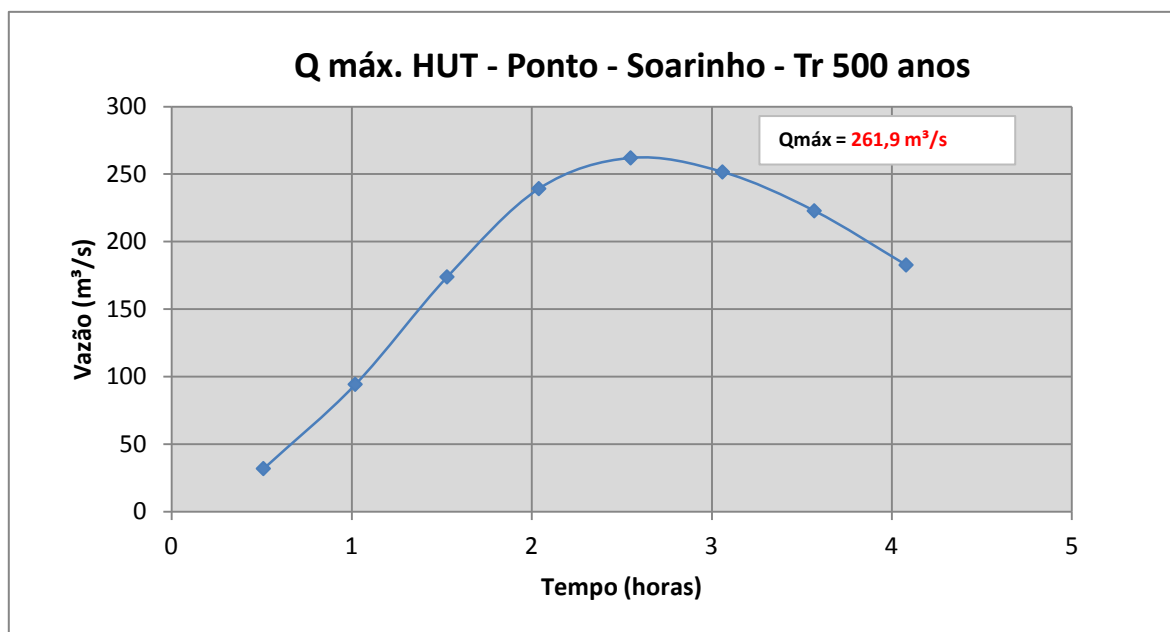
MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR										
Nome do Curso D'água => Guapi-Açu Jusante										
Bacia Hidrográfica : Guapi-Açu										
CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA =>	Área	Comp.	Dif. De		Valor	Valor	Valor	Fator de		
	da Bacia	Talv.	Nível		de CN	de TR	de K	Dist. da Chuva		
	A(km²)	L(km)	ΔH (m)			(anos)		na área		
	295,0	29,1	1200,0		50	1000	4	0,89		
PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVA INTENSA										
k=>	8754,56	a=>	0,215	b=>	39,3	C=>	1,1			
FÓRMULAS UTILIZADAS										
$I = \frac{8754,56 T^{0,215}}{(t + 39,300)^{1,1}}$			$T_c = \frac{10 \cdot A^{0,3} L^{0,2}}{K \cdot I^{0,4}}$			$F_A = 1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)$				
CÁLCULO DOS PARÂMETROS DO HUT										
Tc (hora) =>		4,05								
ΔD = 0,2 Tc (hora) =>		0,81								
Tp = 0,5 ΔD + 0,6 Tc (hora) =>		2,84								
TR = 1,67 Tp (hora) =>		4,74								
Tb = 2,67 Tp (hora) =>		7,58								
$Q_p = 2,08 \frac{A}{T_p} \text{ (m}^3\text{/s/cm)}$		216,06								
CÁLCULO DA CHUVA EFETIVA (Pe) =>			$Pe = \frac{(P - 5080/CN + 50,8)^2}{P + 20320/CN - 203,2}$				RELAÇÃO P/P0 =>		0,89	
DETERMINAÇÃO DOS INCREMENTOS DE CHUVA										
ΔT	HUT		PRECIPITAÇÕES (mm) (*)				Prec. Efet. (Pe)		Incr.	
(hora)	(m³/s/cm)		P (mm)		P Corrig.(mm)		(mm)	(cm)		
0,81	61,6		203,3		180,9		44,08	4,41	4,41	
1,62	123,2		250,5		223,0		69,56	6,96	2,55	
2,43	184,9		268,8		239,2		80,26	8,03	1,07	
3,24	197,8		277,3		246,8		85,39	8,54	0,51	
4,05	160,9		281,6		250,6		88,00	8,80	0,26	
4,86	124,0		283,8		252,6		89,31	8,93	0,13	
5,67	87,1		284,7		253,4		89,91	8,99	0,06	
6,48	50,1		285,0		253,7		90,08	9,01	0,02	
7,29	13,2		284,9		253,5		89,99	9,00	-0,01	
ΔT	INCREMENTOS DE CHUVA									VAZÃO
(hora)	4,41	2,55	1,07	0,51	0,26	0,13	0,06	0,02	-0,01	(m³/s)
0,81	271,61									271,61
1,62	543,23	157,02								700,25
2,43	814,84	314,04	65,96							1194,85
3,24	871,96	471,07	131,93	31,61						1506,56
4,05	709,22	504,09	197,89	63,22	16,06					1490,48
4,86	546,48	410,01	211,76	94,83	32,13	8,10				1303,30
5,67	383,74	315,92	172,24	101,48	48,19	16,20	3,67			1041,44
6,48	221,00	221,84	132,72	82,54	51,57	24,30	7,33	1,06		742,35
7,29	58,26	127,76	93,19	63,60	41,94	26,00	11,00	2,11	-0,54	423,33
Q máxima => 1.506,6 m³/s										

6. GERAÇÃO DOS HIDROGRAMAS DE CHEIAS E DETERMINAÇÃO DE SUAS VAZÕES MÁXIMAS

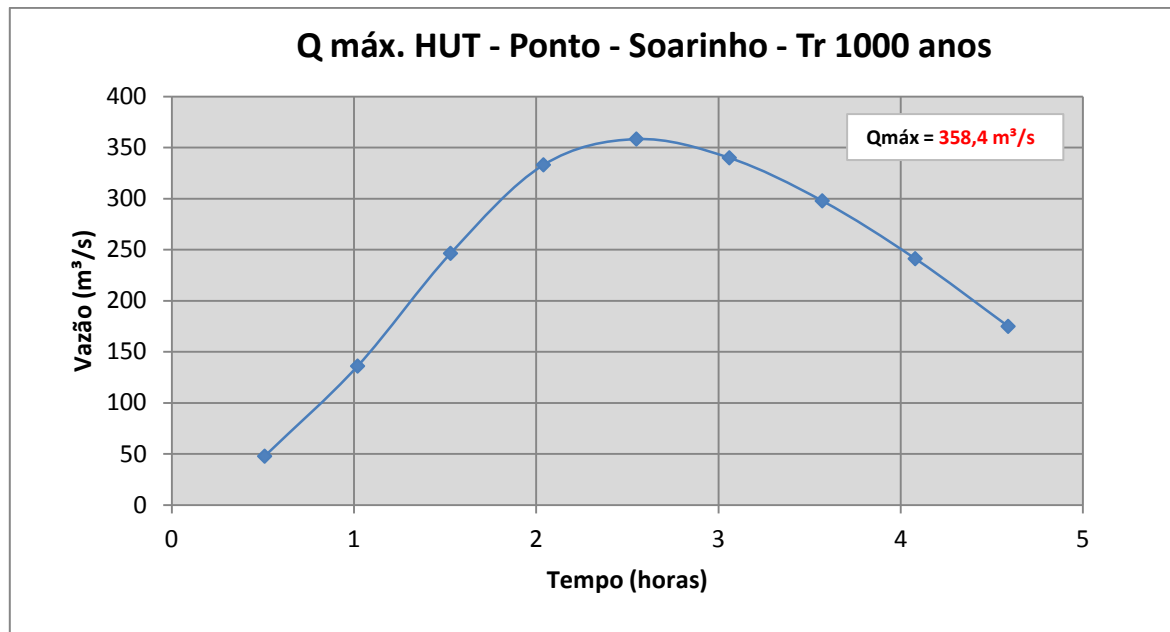
A partir das informações anteriores, foram determinados os hidrogramas de cheia para os diferentes TR's nos eixos barráveis 100, 500 e 1000 anos de tempo de recorrência, os resultados estão expostos a seguir:



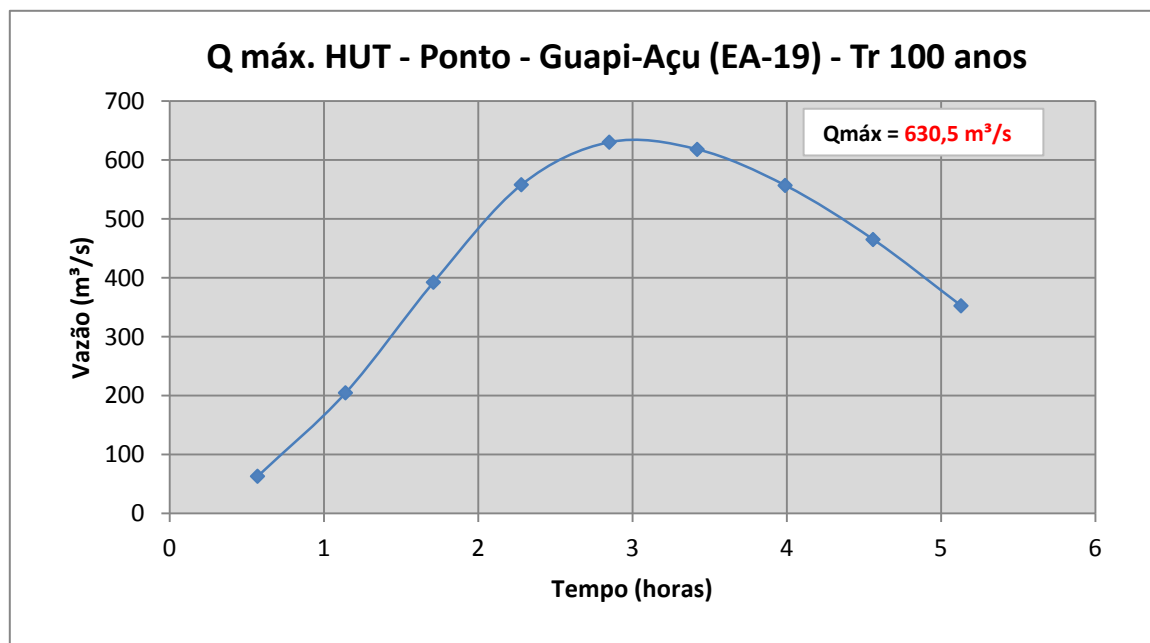
Hidrograma de Cheia 6.1 – (EA-05) Soarinho, TR 100 anos.



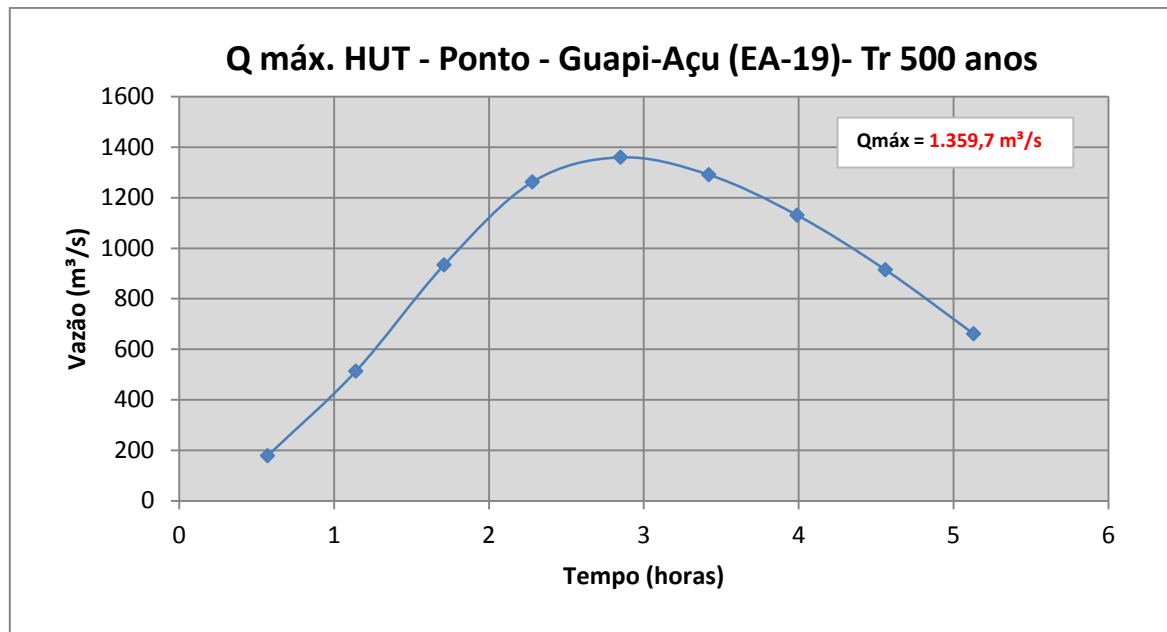
Hidrograma de Cheia 6.2 – (EA-05) Soarinho, TR 500 anos.



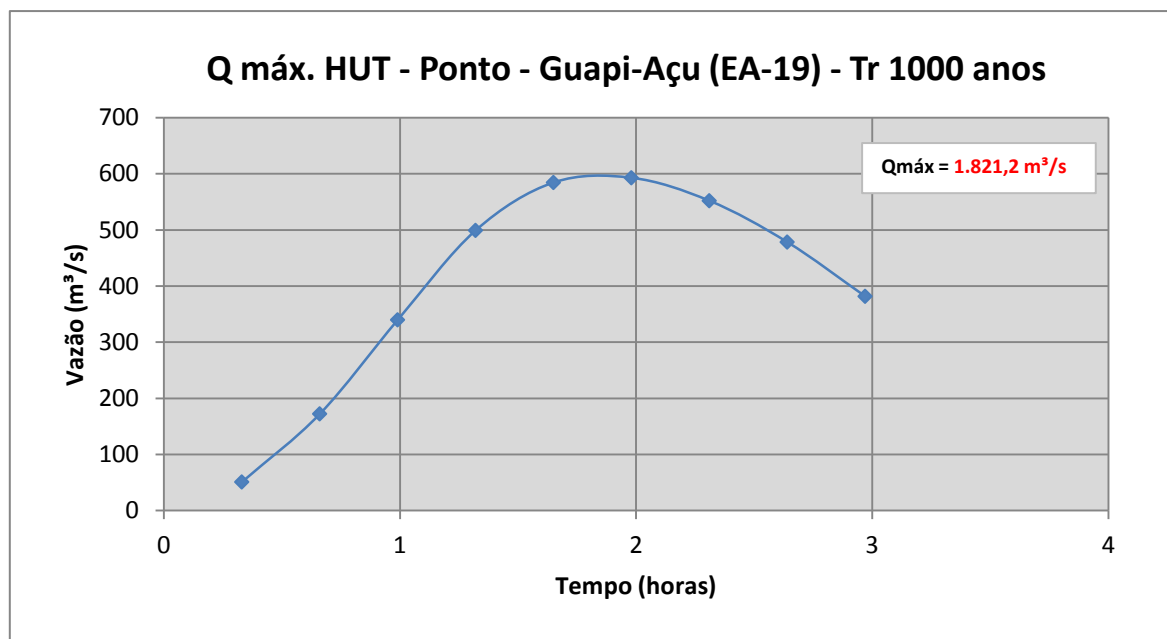
Hidrograma de Cheia 6.3 – (EA-05) Soarinho, TR 1000 anos.



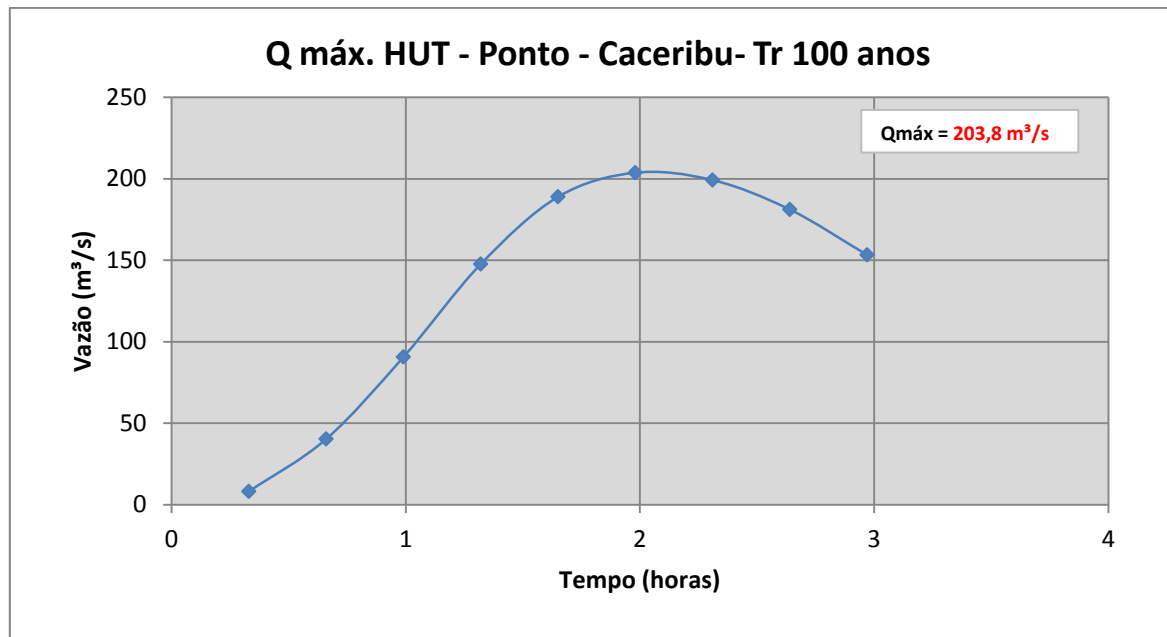
Hidrograma de Cheia 6.4 – (EA-19) Guapi-Açu, TR 100 anos.



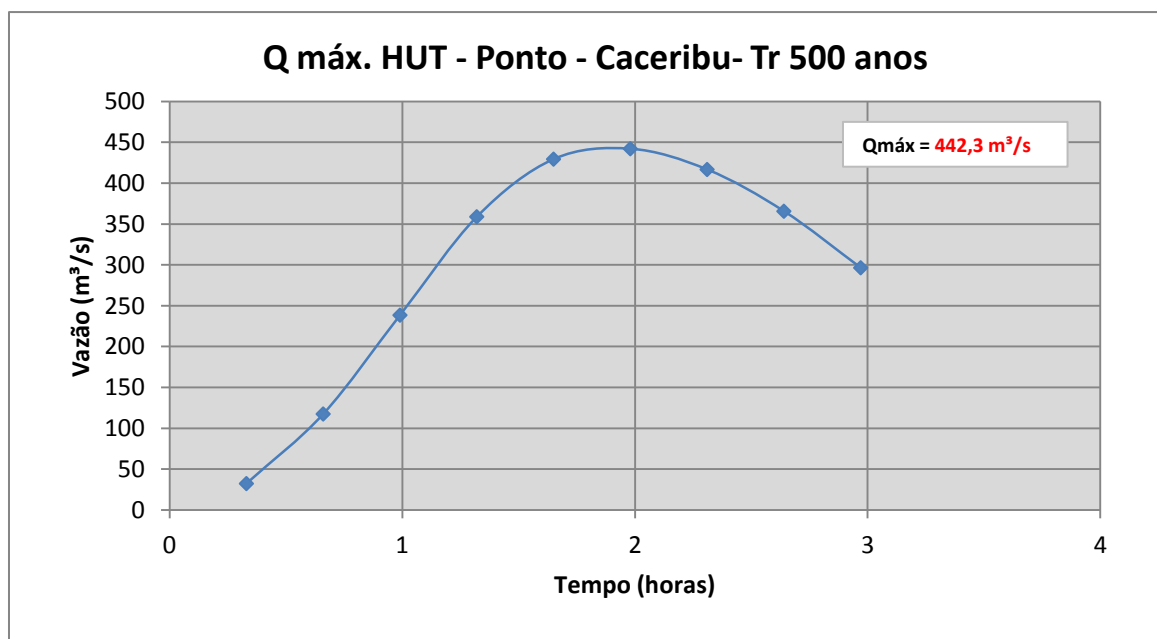
Hidrograma de Cheia 6.5 – (EA-19) Guapi-Açu, TR 500 anos.



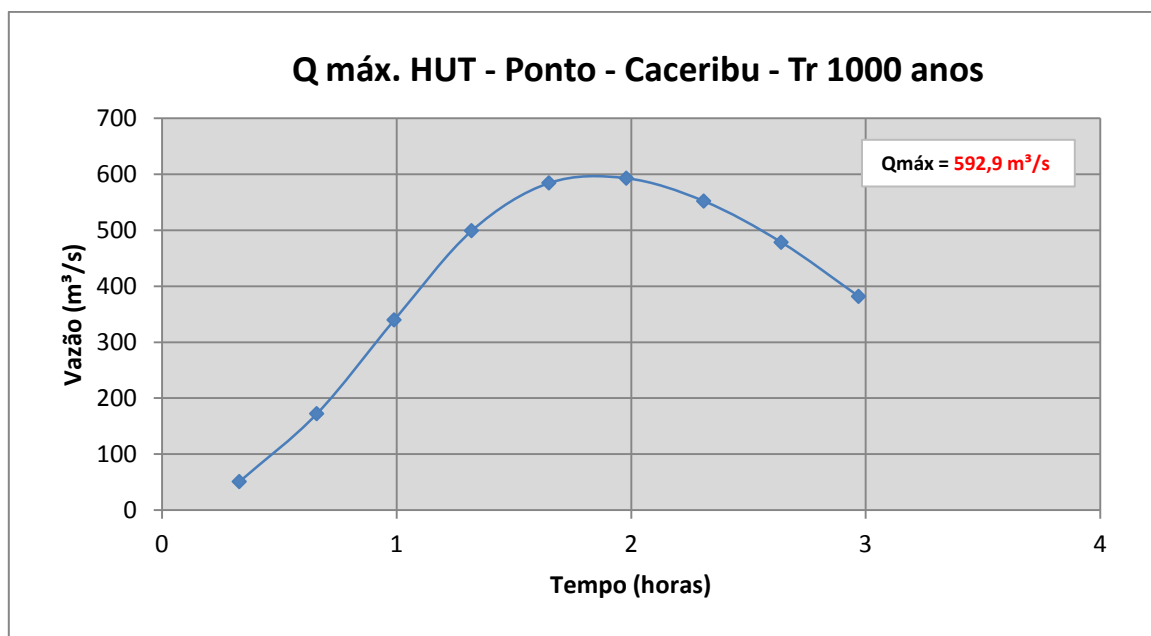
Hidrograma de Cheia 6.6 – (EA-19) Guapi-Açu, TR 1000 anos.



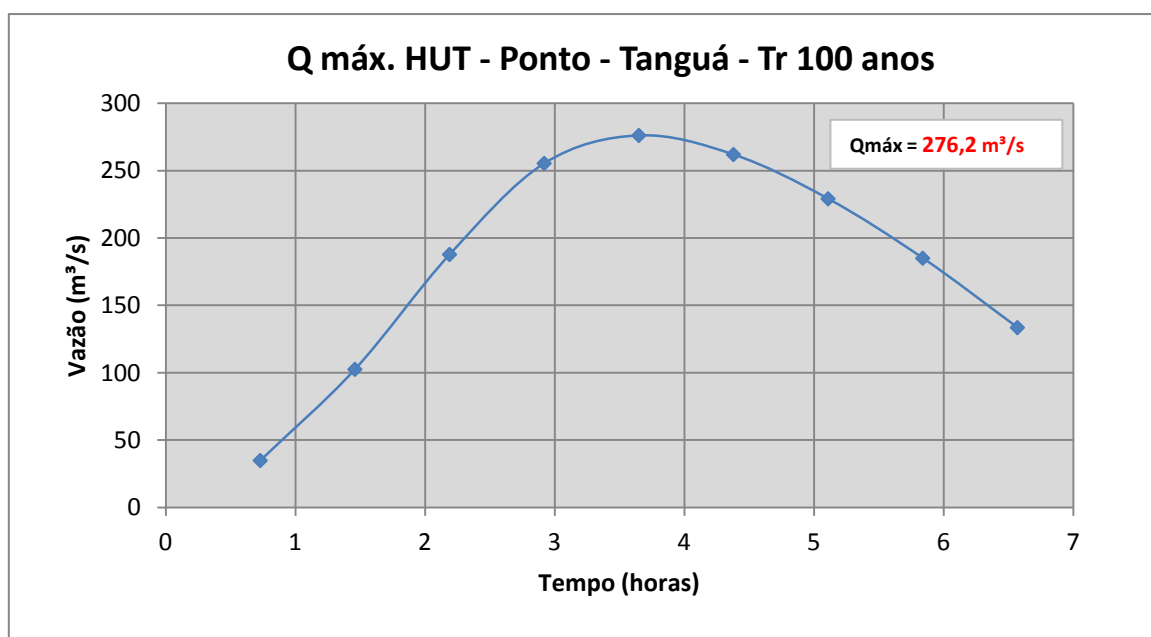
Hidrograma de Cheia 6.7– (EA-20) Caceribu, TR 100 anos.



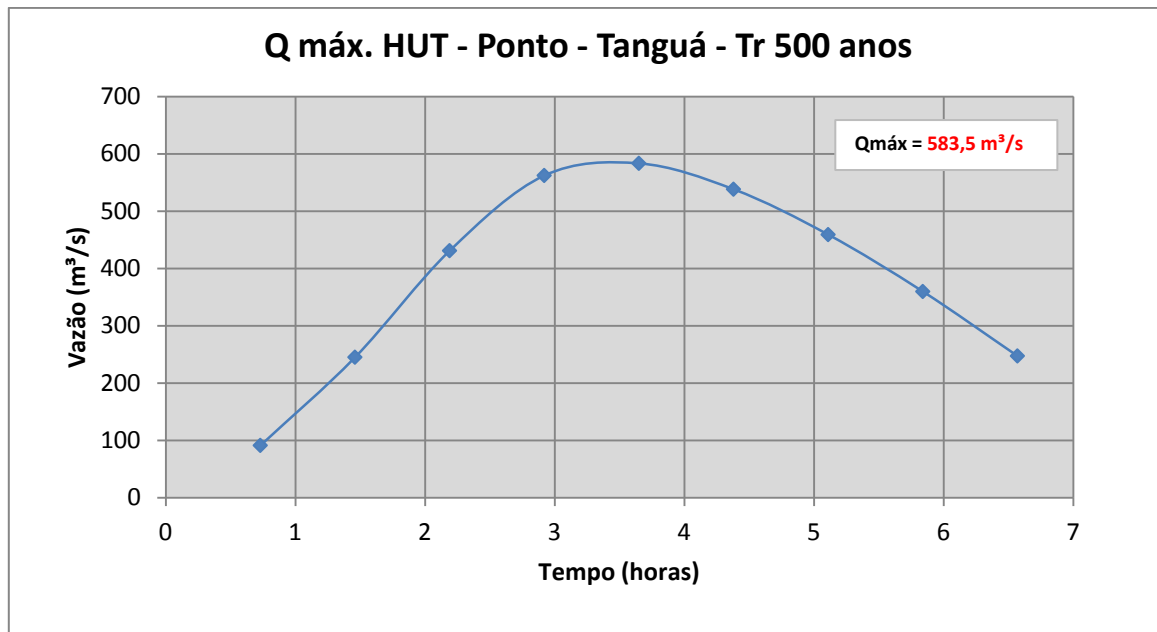
Hidrograma de Cheia 6.8 – (EA-20) Caceribu, TR 500 anos.



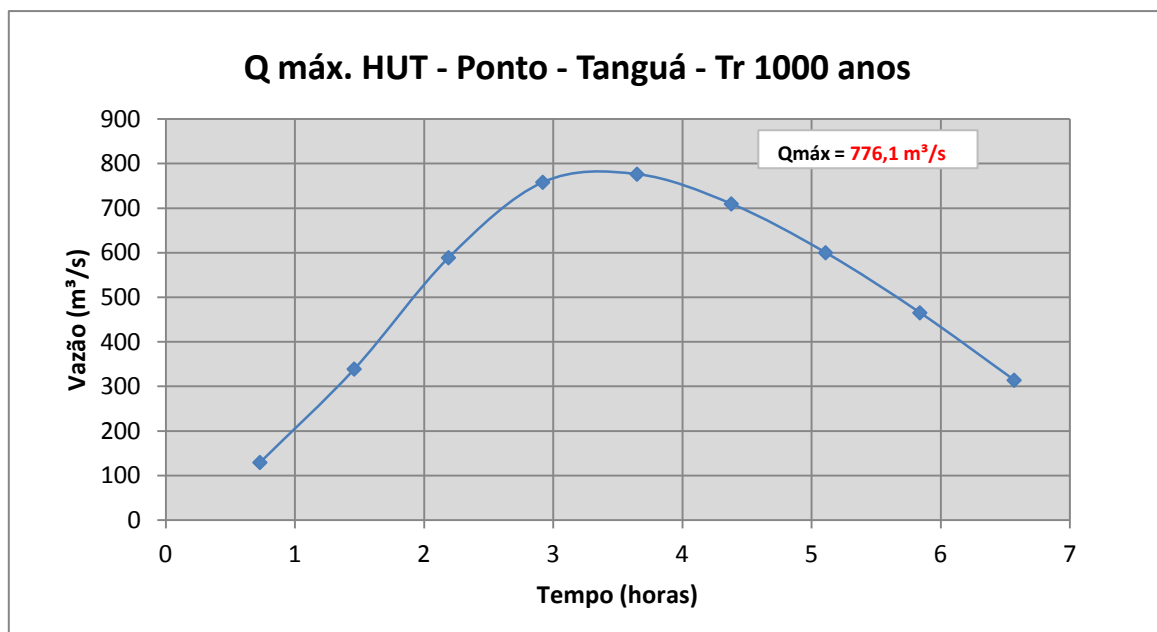
Hidrograma de Cheia 6.9 – (EA-20) Caceribu, TR 1000 anos.



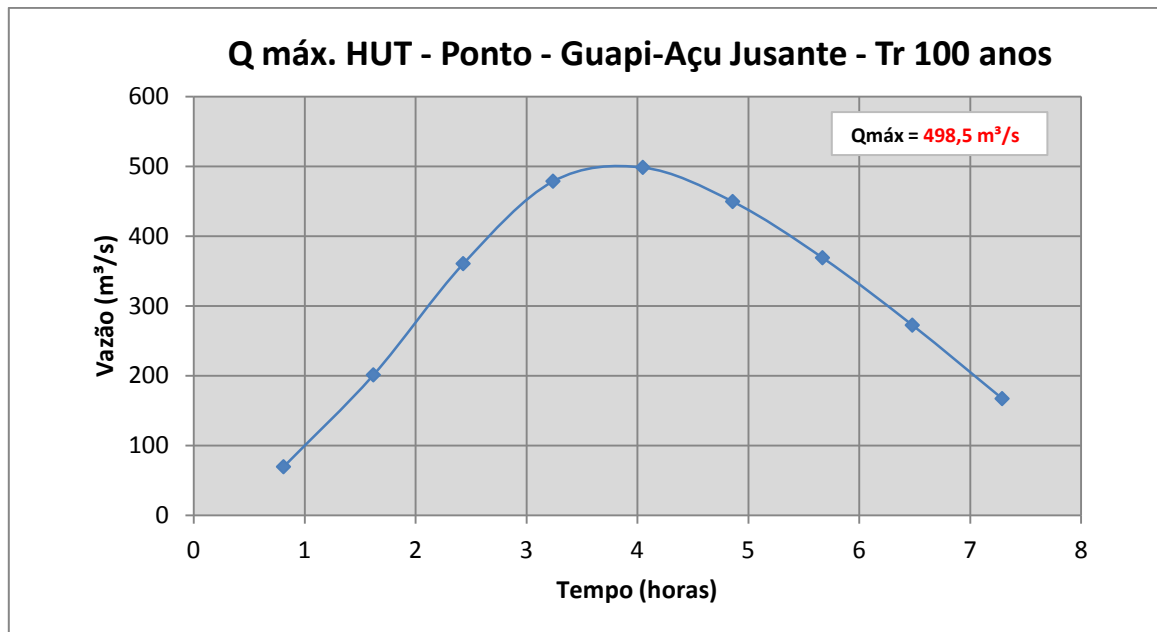
Hidrograma de Cheia 6.10 - (EA-23) Tanguá, TR 100 anos.



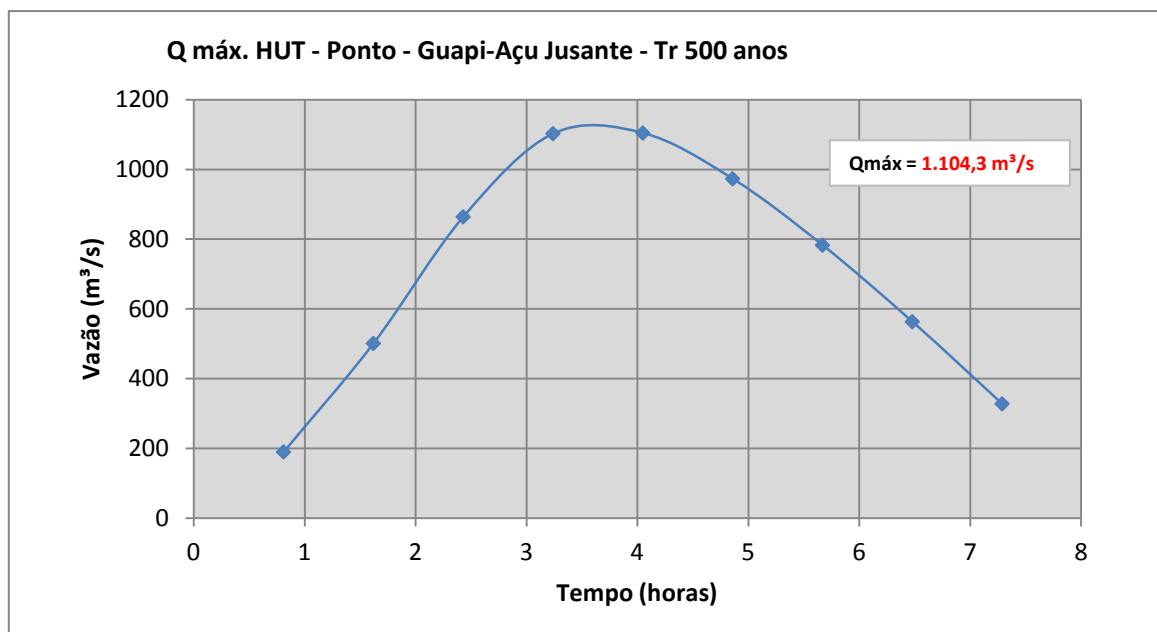
Hidrograma de Cheia 6.11 – (EA-23) Tanguá, TR 500 anos.



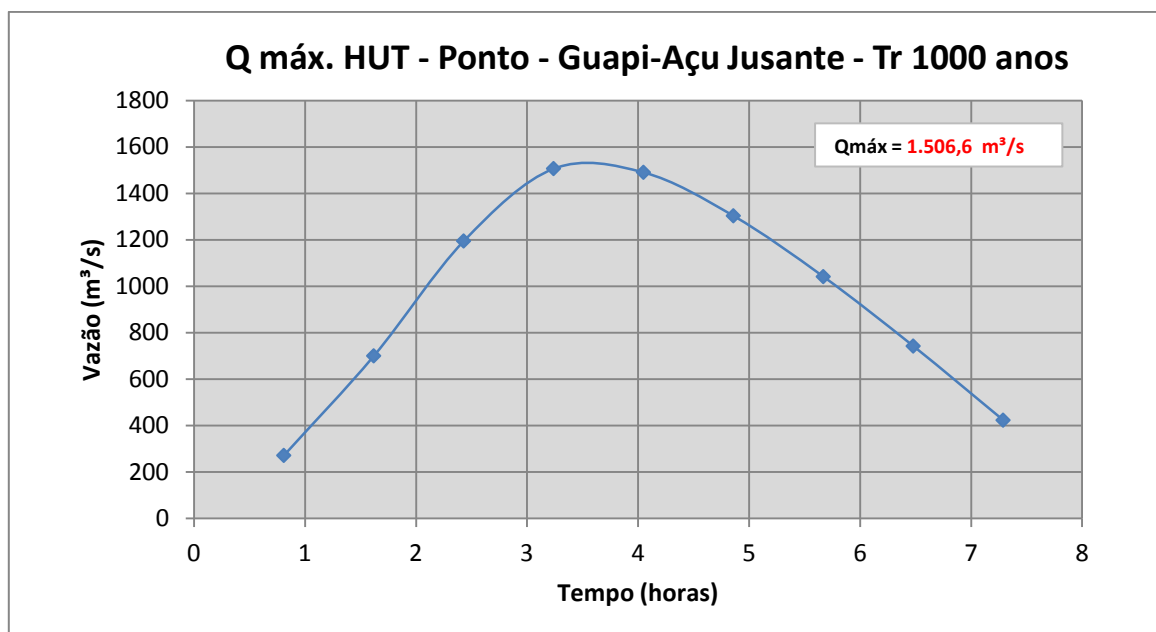
Hidrograma de Cheia 6.12 – (EA-23) Tanguá, TR 1000 anos.



Hidrograma de Cheia 6.13 – (GAJ) – Guapi-Açu Jusante, TR 100 anos.



Hidrograma de Cheia 6.14 – (GAJ) Guapi-Açu Jusante, TR 500 anos.



Hidrograma de Cheia 6.15 – (GAJ) Guapi-Açu Jusante, TR 1000 anos.

As vazões foram calculadas de acordo com o que preconiza a ELETROBRAS (1999), que sugere que para barragens em terra, o tempo de recorrência adotado seja de no mínimo de 1000 anos.

Tabela 6.1 – Resumo das Vazões Máximas dos eixos barráveis.

Barramento	Vazão - Pico da Cheia de Projeto (m³/s)		
	TR (100 anos)	TR (500 anos)	TR (1000 anos)
Guapi-Açu (EA-19)	630,7	1360,1	1821,6
Tanguá (EA-23)	276,2	583,5	776,1
Caceribu (EA-20)	203,8	442,3	592,9
Soarinho (EA-05)	113,3	261,9	358,4
Guapi-Açu Jusante	498,5	1104,3	1506,6

7. CRITÉRIOS PARA REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES E ESTIMATIVAS DOS VOLUMES ÚTEIS

A variabilidade temporal da precipitação e, conseqüentemente, da vazão dos rios freqüentemente origina situações de déficit hídrico, quando a vazão dos rios é inferior à necessária para atender determinado uso. Em outras situações ocorre o contrário, ou seja, há excesso de vazão.

A solução encontrada para reduzir a variabilidade temporal da vazão é a regularização através da utilização de um ou mais reservatórios. Os reservatórios têm por objetivo acumular parte das águas disponíveis nos períodos chuvosos para compensar as deficiências nos períodos de estiagem, exercendo um efeito regularizador das vazões naturais.

Um reservatório pode ser descrito por seus níveis e volumes característicos:

- Nível mínimo operacional
- Nível máximo operacional
- Volume máximo
- Volume morto
- Volume útil

7.1. DETERMINAÇÃO DA ALTURA DE UMA BARRAGEM

A altura de uma barragem é determinada em função de diferentes parcelas. São elas:

V_m – Volume morto é o volume destinado a preservação da vida útil do reservatório;

V_u – Volume útil é o volume destinado a manter certa vazão a ser regularizada (Q_{reg}). O volume útil é geralmente a soma dos diversos volumes necessários para cada finalidade. Este volume determina o nível máximo de operação (normal), e conseqüentemente a cota da crista do extravasor.

h_1 – é a sobrecarga mínima necessária na entrada d'água estabelecida em função das condições hidráulicas;

h_2 – Carga sobre a soleira do vertedor. Esta parcela determina o volume de controle de cheias;

h_3 – Parcela destinada a impedir que as ondas formadas pelo vento ultrapassem a crista da barragem;

h_4 – Borda livre: é a parcela de segurança adicional, destinada a prevenir eventuais transbordamento sobre a crista em condições excepcionais. Estas parcelas estão expostas a seguir na Figura 7.1.

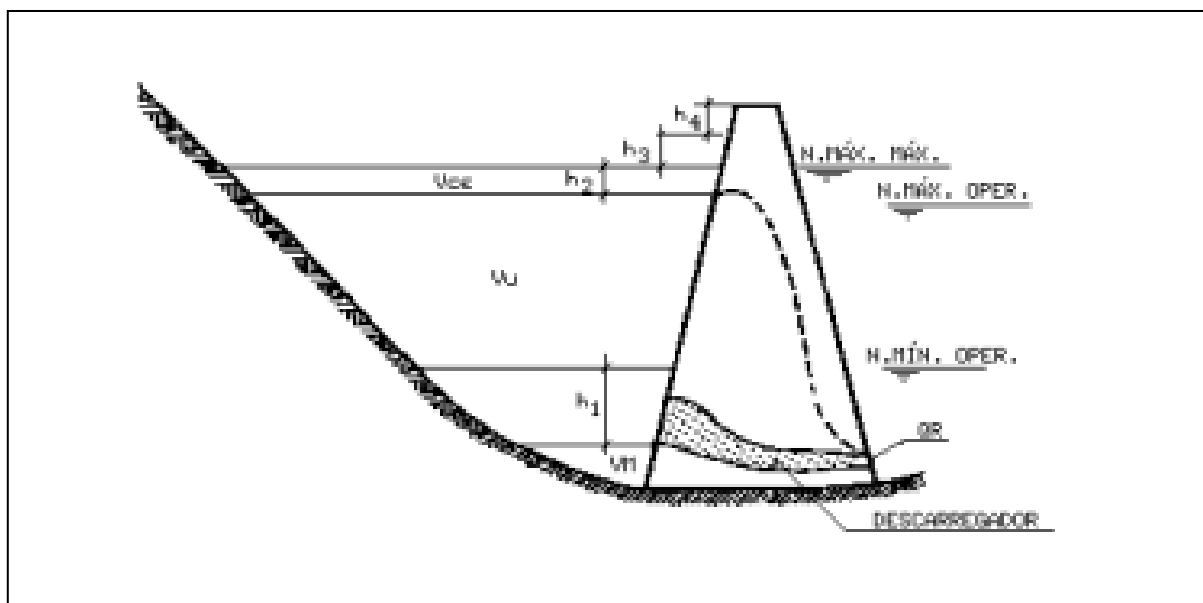


Figura 7.1 – Parcelas que compõem a altura a altura de uma barragem

7.2. BALANÇO HÍDRICO EM UMA BARRAGEM

O balanço hídrico em um reservatório pode ser obtido, a partir da seguinte equação:

$$Q_{afluente}(t) = Q_{defluente}(t) + Q_{armazenada}(t) + Q_{consuntivo}(t) + Q_{evaporado}(t)$$

Onde:

$Q_{aflu}(t)$ – volume afluente, no intervalo de tempo (t), ao reservatório, em m³;

$Q_{deflu}(t)$ – volume defluente, no intervalo de tempo (t), do reservatório, obtido pela soma dos volumes vertido e turbinado, em m³;

$Q_{arm}(t)$ – volume armazenado, no intervalo de tempo (t), obtido a partir da curva cota x volume e dos níveis d'água do reservatório, em m³;

$Q_{cons}(t)$ – volume, no intervalo de tempo (t), relativo aos usos consuntivos existentes na bacia incremental, em m³. no presente estudo esta parcela foi desconsiderada em virtude de que os usos consuntivos a montante das sub-bacias drenantes a cada um dos reservatórios não serem significantes;

$Q_{evap}(t)$ – volume evaporado, no intervalo de tempo (t), em m³;

t – intervalo de tempo considerado, mês.

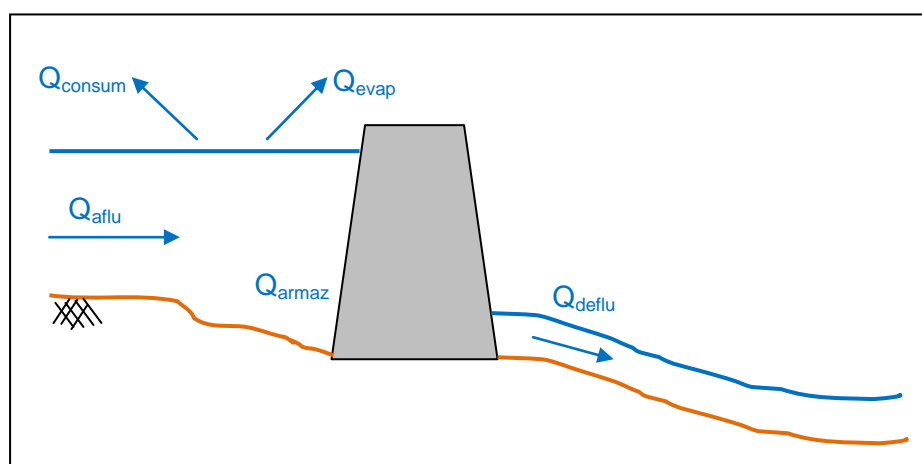


Figura 7.2 – Balanço hídrico em um reservatório

7.3. DETERMINAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE AJUSTE ÀS CURVAS COTA X ÁREA VOLUME

Durante a etapa de desenvolvimento das curvas cota x área volume, a partir das ortofotos pancromáticas cedidas pela AMPLA Energia Serviço S.A., observou-se que o lago a ser formado pelo eixo denominado Guapi-Açu (EA-19) inundaria muitas construções, chegando a atingir algumas localidades. Assim sendo, este eixo foi descartado do estudo, o que acabou dando mais ênfase ao eixo Guapi-Açu Jusante.

Para cada uma das alternativas de barramento, foram estimados os valores das áreas e os volumes associados às cotas, conforme o método utilizado pelo GeoRAS HEC, 2009.

Tabela 7.1 – Cotas versus Áreas e Volumes estimados para os eixos barráveis.

Barramento	Cota (m)	Área Total (m ²)	Área Total (km ²)	Volume acumulado (m ³)
Guapi-Açu Jusante (GAJ)	10,0	3.450	0,00	0,00
	15,0	4.887.012	4,88	10.227.197
	20,0	18.444.946	18,44	71.199.968
	25,0	32.535.310	32,53	203.465.248
	30,0	42.423.988	42,42	393.402.368
Soarinho (EA-05)	25,0	9.348	0,00	0,00
	35,0	782.572	0,78	4.280.540
	45,0	1.137.920	1,13	14.081.100
	55,0	1.374.360	1,37	26.682.300
	60,0	1.493.440	1,49	33.849.100
	65,0	1.626.240	1,62	41.638.900
	70,0	1.753.730	1,75	50.096.600
	75,0	1.878.740	1,87	59.174.400
Caceribu (EA-20)	65,0	0	0,00	0,00
	71,0	117.633	0,12	181223,6
	75,5	572.373	0,57	1609047,3
	80,0	1.153.337	1,15	52346,5
	86,0	2.070.816	2,07	181223,6
	92,0	3.116.117	3,12	429288,7
	95,0	3.583.049	3,58	885265,5
Tanguá (EA-23)	30,0	25.167	0,00	0,0
	36,1	793.312	0,79	1.774.480
	40,4	1.948.390	1,95	7.590.470
	47,7	4.513.610	4,51	30.716.900
	53,0	6.673.610	6,67	60.569.100
	60,0	9.682.200	9,68	117.650.000

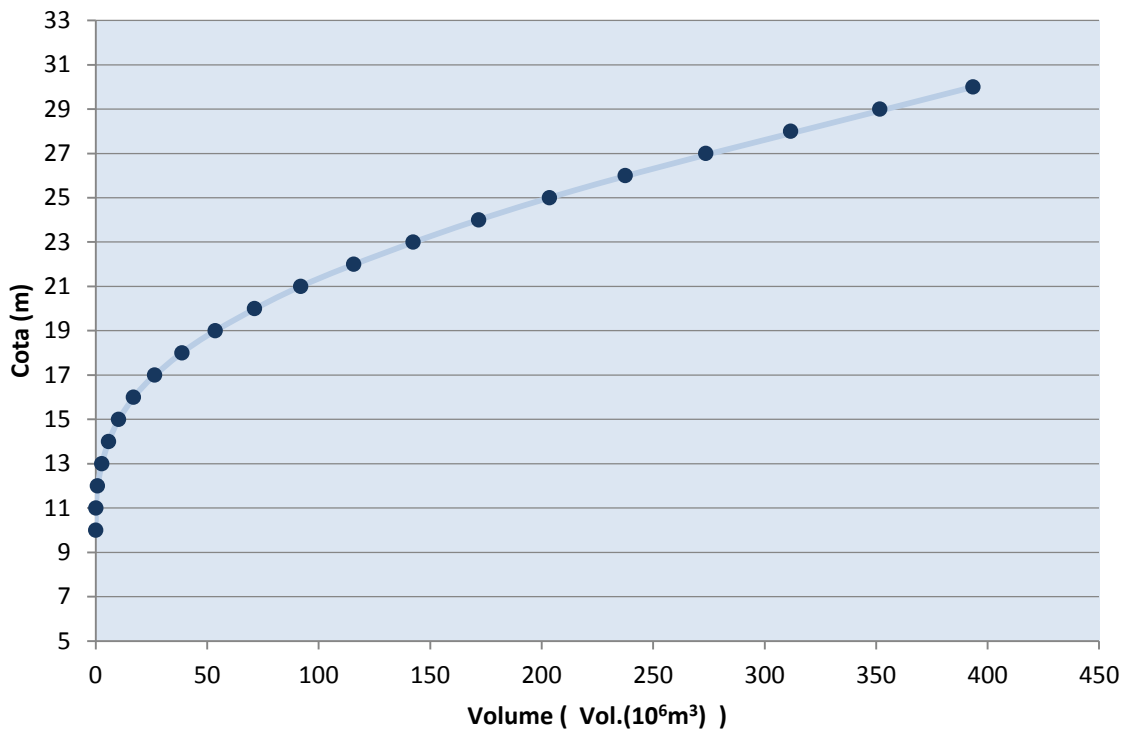
Os valores das cotas, áreas e volumes foram inseridos em uma planilha eletrônica no Software EXCEL, para ajuste de uma equação do tipo polinomial de terceira ordem.

As equações ajustadas estão apresentadas na Tabela 7.2, bem como os coeficientes de correlação encontrados.

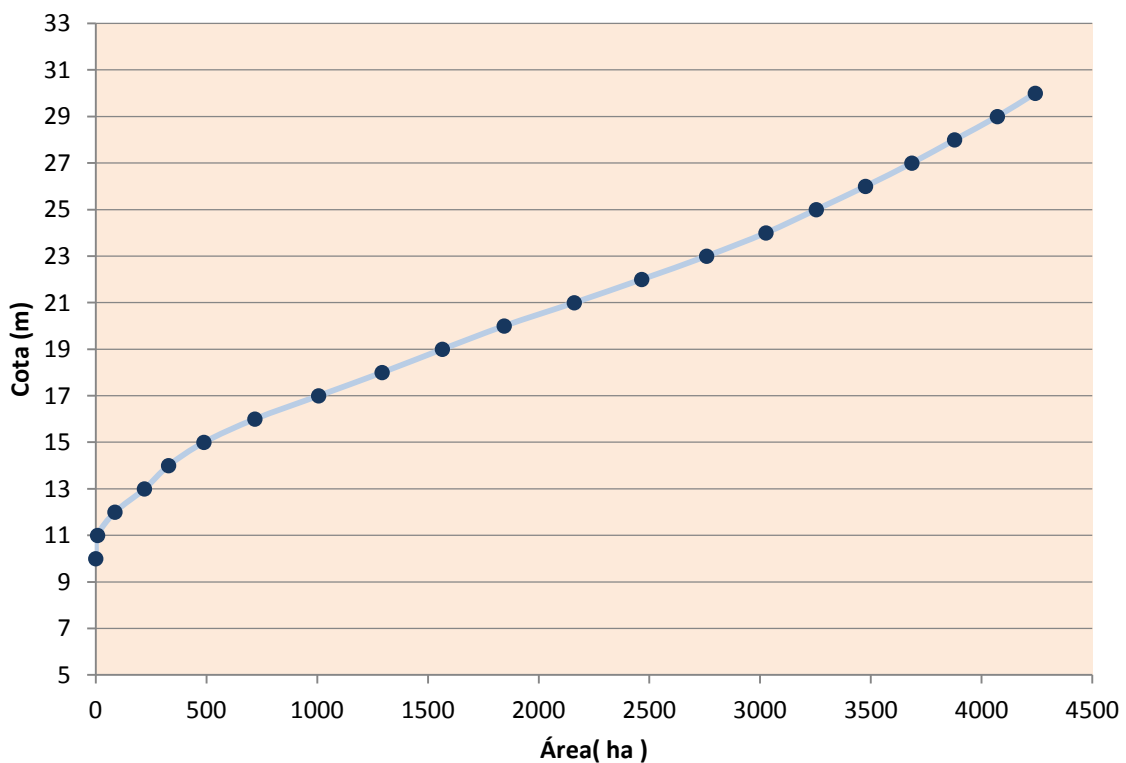
Tabela 7.2 – Equações ajustadas às curvas Cota x Área x Volume.

Barramento	Curvas	Equações	R ²
Guapi-Açu Jusante (GAJ)	Cota x Área	$A = -0,84.C^3 + 52,9.C^2 - 813,3.C + 3672,91$	1,00
	Cota x Volume	$V = 0,004.C^3 + 0,99.C^2 - 25,93.C + 159,5$	0,99
	Volume x Cota	$C = 7.10^{-7}.V^3 - 0,00049.V^2 + 0,13526.C + 12,49$	0,97
Soarinho (EA-05)	Cota x Área	$A = 0,002.C^3 - 0,417C^2 + 25,72 C - 419$	0,99
	Cota x Volume	$V = -0,00014 C^3 + 0,0361 C^2 - 1,27.C + 10,97$	0,99
	Volume x Cota	$C = 0,00019.V^3 - 0,02318.V^2 + 1,52.V + 27,67$	0,99
Caceribu (EA-20)	Cota x Área	$A = -0,011.C^3 + 2,949.C^2 - 244,9.C + 6500$	0,99
	Cota x Volume	$V = 0,001 C^3 - 0,166.C^2 - 9,142.C + 156,6$	0,99
	Volume x Cota	$C = 0,001.V^3 - 0,078.V^2 + 2,116.V + 69,69$	0,96
Tanguá(EA-23)	Cota x Área	$A = -0,019.C^3 + 3,193.C^2 - 133,9.C + 1660$	0,99
	Cota x Volume	$V = 0,001 C^3 - 0,087.C^2 - 0,395.C + 38,96$	1,00
	Volume x Cota	$C = 0,00004.V^3 - 0,008.V^2 + 0,703.V + 33,78$	0,97

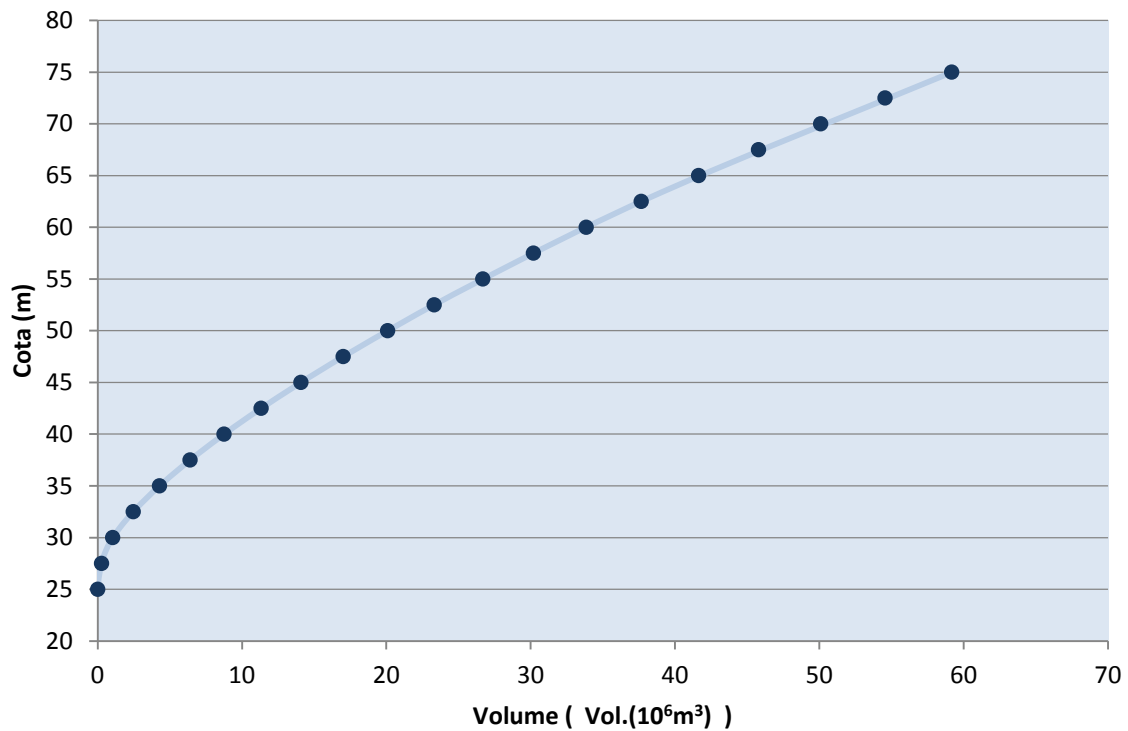
Barragem Guapi-Açu Jusante - Volume x Cota



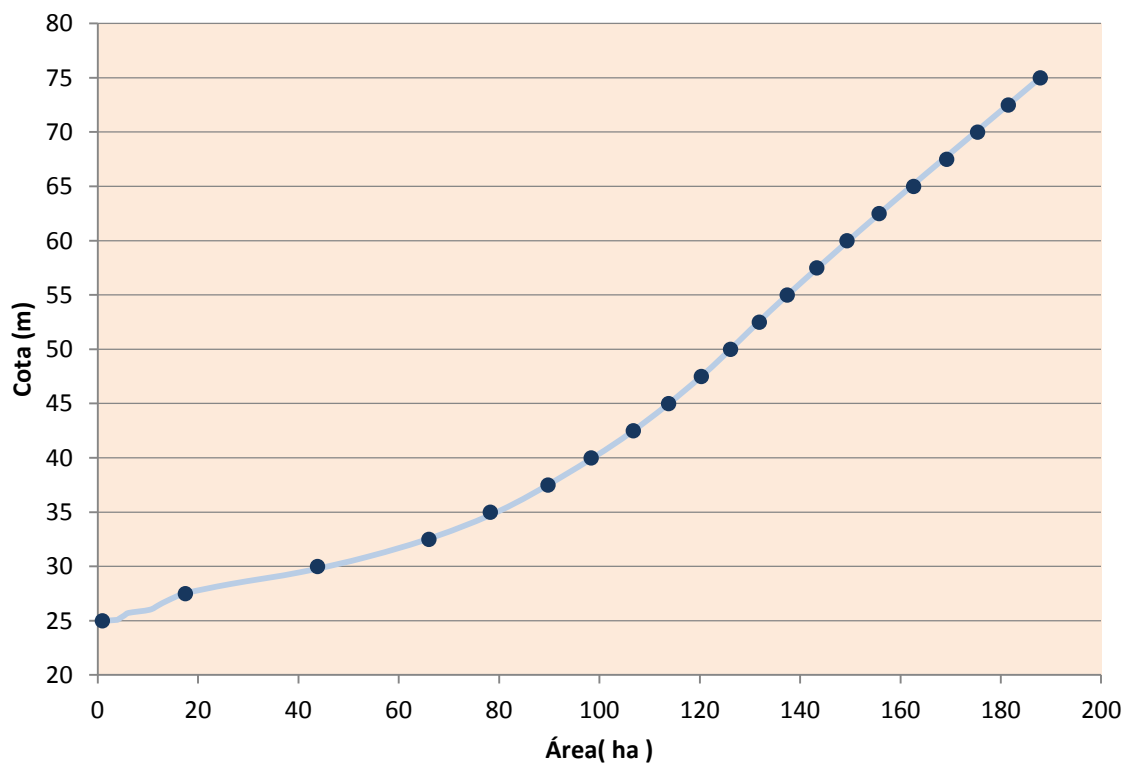
Barragem de Guapi-Açu Jusante - Área x Cota

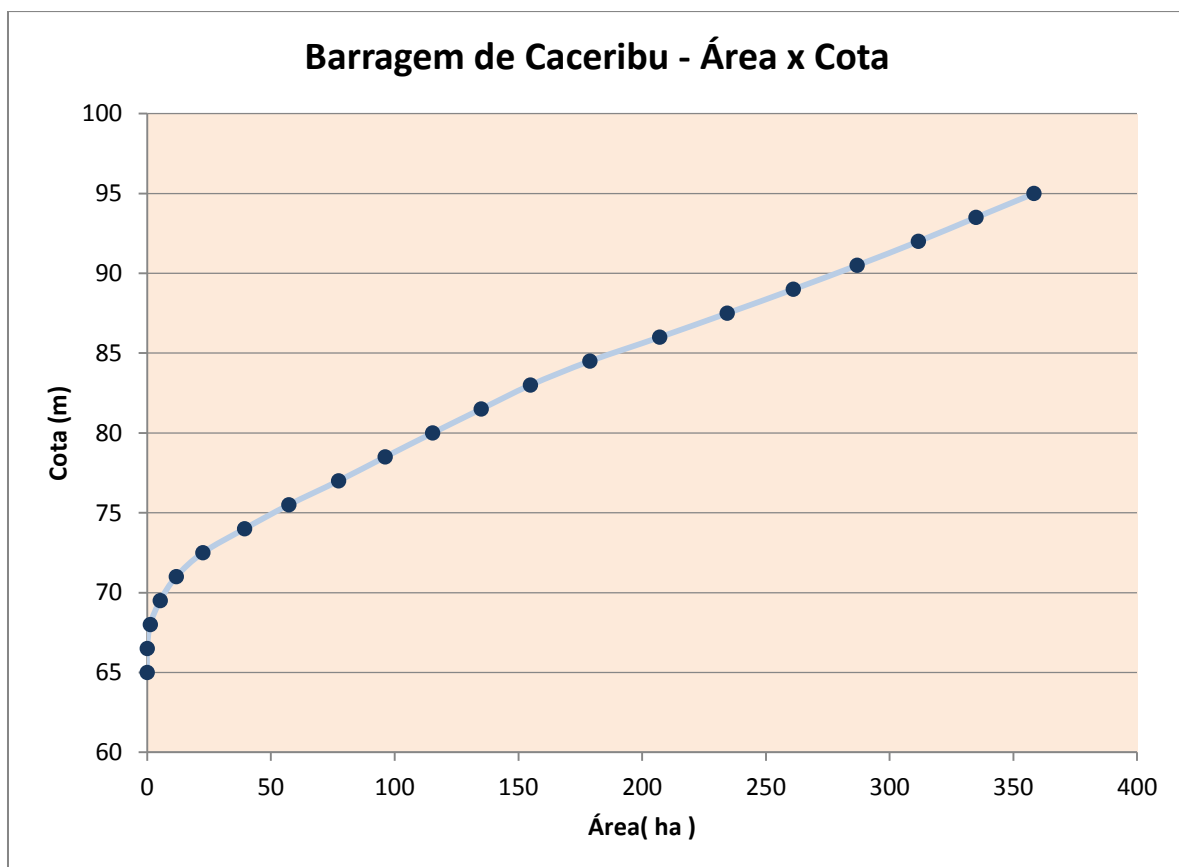
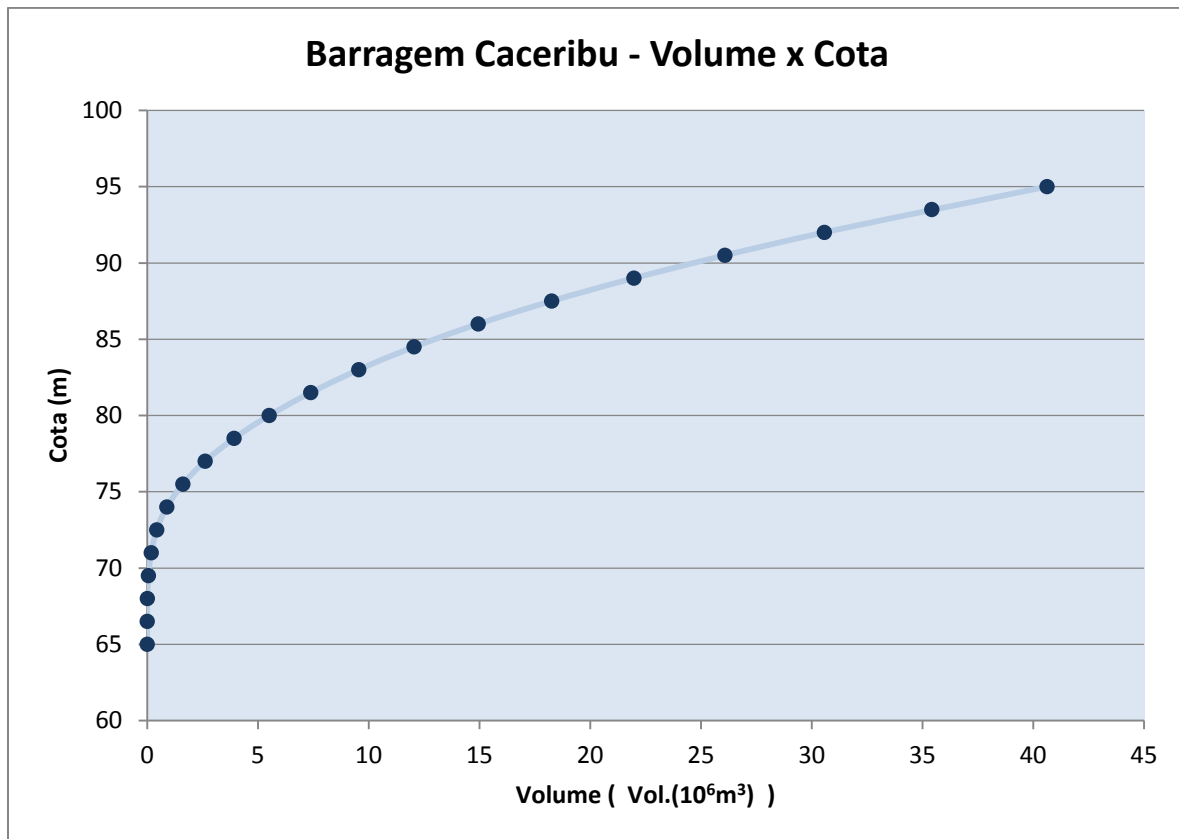


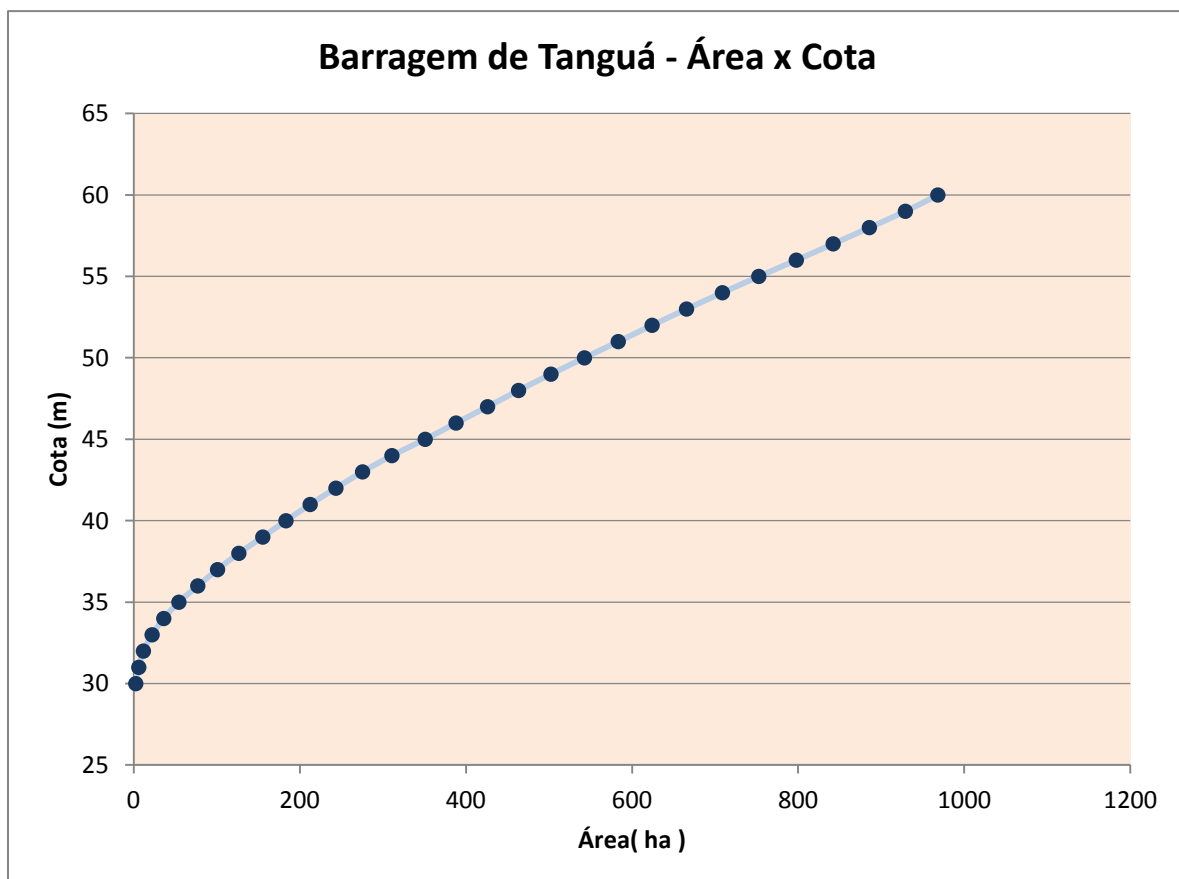
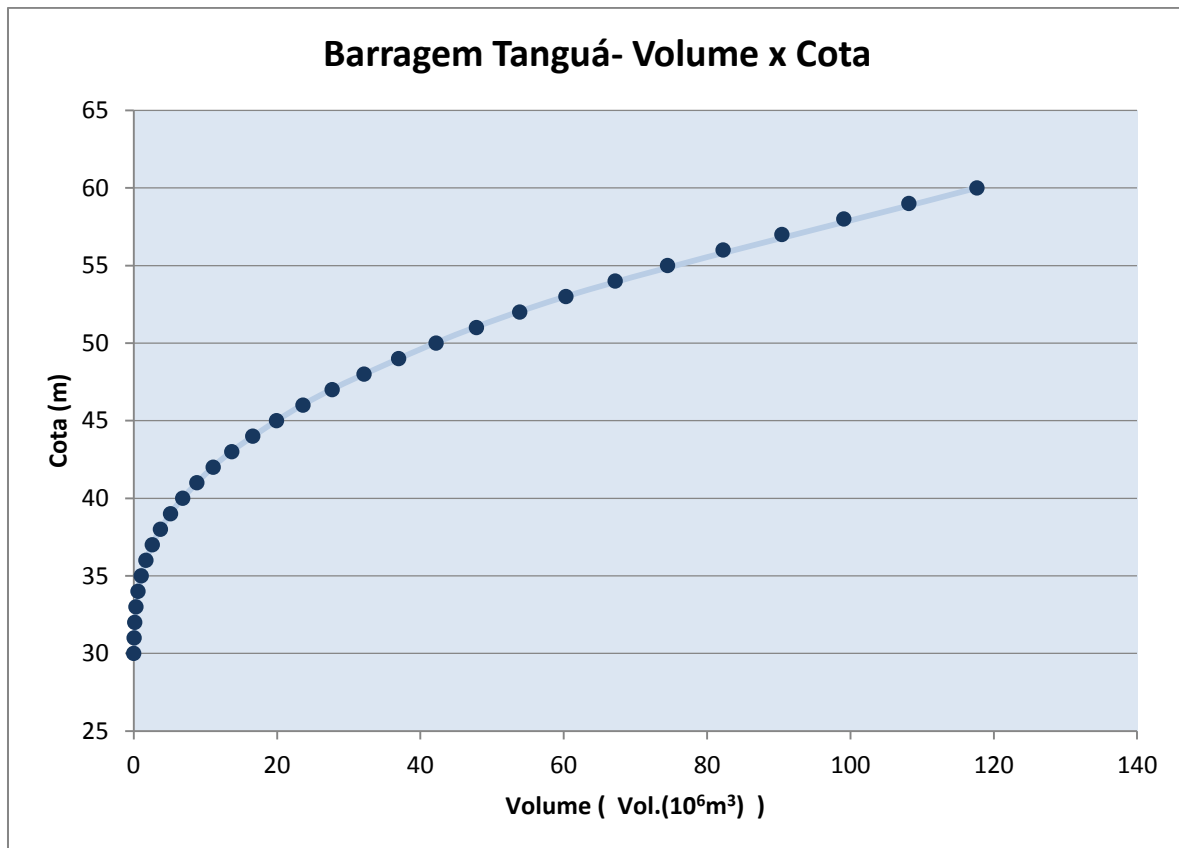
Barragem de Soarinho - Volume x Cota



Barragem de Soarinho - Área x Cota







7.4. DETERMINAÇÃO DOS VOLUMES DOS RESERVATÓRIOS

7.4.1. Determinação do Volume Útil dos Reservatórios

O volume útil foi determinado a partir da cota máxima de barramento, que corresponde a cota de soleira do vertedouro. Uma vez determinada essa altura, através das equações de cota versus volume, foi possível calcular o volume útil para cada um dos reservatórios correspondentes aos barramentos.

7.4.2. Determinação do Volume Morto dos Reservatórios

O *volume morto* de um reservatório é o volume destinado à sedimentação do material sólido transportado pelos cursos d'água, devido à diminuição da velocidade das águas. Para determinar o volume de sedimentos que se deposita ao longo da vida útil do reservatório, é necessário conhecer a taxa de deposição anual. No Brasil, os dados de transporte sólido são escassos e de qualidade duvidosa. Assim, são efetuados com base em dados de regiões próximas a área de projeto. Como estimativa preliminar, adota-se o volume morto, como sendo 10% do volume útil (Tucci, 1993). Para efeito desse estudo, considerou-se o volume morto como sendo 10% do volume útil.

A seguir (Tabela 7.3), apresenta-se um resumo dos volumes encontrados para cada eixo barrável.

Tabela 7.3 – Volumes disponíveis para cada eixo barrável

Barramento	Volume Total (m³)	Volume Útil (m³)	Volume Morto (m³)
Soarinho(EA-05)	14.081.000	12.800.909	1.280.090
Tanguá(EA-23)	42.189.000	38.353.636	3.835.363
Guapi-Açu Jusante(GAJ)	203.465.000	184.968.181	18.496.818
Caceribu(EA-20)	26.083.000	23.711.818	2.371.181

7.5. DETERMINAÇÃO DA EVAPORAÇÃO PARA A REGIÃO

Para a estimativa da evaporação e evapotranspiração das bacias em estudos, foram tomadas como base o balanço hídrico climatológico para cada município de acordo com o período de 1961 a 1990, para cada cidade pertencente de interesse, foram determinadas a precipitação e a temperatura média. Além desses fatores, esse tipo de balanço hídrico, necessita das informações das coordenadas e a determinação da capacidade de absorção do solo (CAD). Assim foram considerados os valores expostos a seguir (Tabela 7.4) para cada eixo em estudo.

Tabela 7.4 – Valores da evaporação e precipitação, para os eixos em estudo, para o período de 1960-1991(INMET)

Eixo Guapi-Açu (GAJ)												
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação (mm/mês)	247,0	219,3	180,1	111,4	60,8	49,5	38,1	43,0	48,9	113,5	189,3	297,2
Evaporação (mm/mês)	141,0	128,4	134,8	102,9	80,3	60,0	53,9	56,1	57,7	91,2	108,2	131,2
Eixo Soarinho (EA-05)												
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação (mm/mês)	247,0	219,3	180,1	111,4	60,8	49,5	38,1	43,0	48,9	113,5	189,3	297,2
Evaporação (mm/mês)	141,0	128,4	134,8	102,9	80,3	60,0	53,9	56,1	57,7	91,2	108,2	131,2
Eixo Caceribu (EA-20)												
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação (mm/mês)	215,5	210,9	165,4	114,3	68,2	48,6	39,9	43,4	52,1	104,7	165,8	241,9
Evaporação (mm/mês)	149,0	134,0	139,9	104,5	83,1	64,7	55,2	56,6	60,1	91,7	111,2	139,2
Eixo Tanguá (EA-23)												
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação (mm/mês)	215,5	210,9	165,4	114,3	68,2	48,6	39,9	43,4	52,1	104,7	165,8	241,9
Evaporação (mm/mês)	149,0	134,0	139,9	104,5	83,1	64,7	55,2	56,6	60,1	91,7	111,2	139,2

7.6. DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DEFLUENTE DO RESERVATÓRIO

As séries defluentes aos barramentos (Q_{efluente}) foram geradas, seguindo a metodologia da Agência Nacional de Águas (ANA), de acordo com as seguintes etapas:

- Se o volume armazenado for igual a zero: $Q_{\text{defluente}} = Q_{\text{total}}$

Nesta situação o reservatório está sem volume útil armazenado disponível, ocorrendo falha de atendimento da vazão regularizada;

- Se $0 < \text{Volume armazenado} < \text{Volume útil}$: $Q_{\text{defluente}} = Q_{\text{regularizada}}$

Nesse caso permitem duas situações possíveis:

- I. O volume útil armazenado está sendo deplecionado para complementar a vazão afluente, ou seja, a vazão afluente total é menor do que a vazão regularizada.
- II. O volume útil armazenado está sendo acrescido da diferença entre os volumes correspondentes a vazão afluente total e a vazão regularizada. A vazão afluente total é menor do que a vazão regularizada.

- Se o Volume armazenado = Volume útil: $Q_{\text{defluente}} = Q_{\text{total}}$

Nesta situação, o volume útil armazenado está em sua capacidade máxima e pela barragem será defluida a vazão afluente total. Assim a vazão vertida será:

$$Q_{\text{vertida}} = Q_{\text{total}} - Q_{\text{regularizada}}$$

A vazão regularizada foi calculada de forma iterativa, de modo que não ocorresse falha no atendimento, durante o período de operação.

7.7. DETERMINAÇÃO DO NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO NORMAL E DA ÁREA TOTAL DO ESPELHO D'ÁGUA DOS RESERVATÓRIOS DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DEFLUENTE DO RESERVATÓRIO

Para o cálculo do nível d'água máximo normal e da área total do espelho d'água dos reservatórios adotou-se o seguinte procedimento:

- I. Determinar o nível d'água mínimo normal do reservatório (NA_{\min}) e o volume morto (V_m) correspondente;
- II. Somar os valores do volume útil (V_u) e do volume morto (V_m) para se alcançar o valor do volume total (V_t);
- III. Com o valor do volume total (V_t), obter o nível d'água máximo normal do reservatório (NA_{\max}) através da equação volume x cota.

Assim os resultados estão expostos a seguir:

Tabela 7.5 – Resumo dos Volumes e Cotas referentes aos NA's máximos e mínimos dos eixos.

EIXOS		Cota (m)	Área (km ²)	Volume (10 ⁶ m ³)
Guapi-Açu Jusante (GAJ)	NA (mínimo)	14,8	18,5	50,5
	NA (máximo)	25,0	203,5	325,3
Soarinho (EA-05)	NA (mínimo)	29,6	1,4	2,6
	NA (máximo)	45,0	14,0	11,3
Caceribu (EA-20)	NA (mínimo)	74,3	2,6	2,7
	NA (máximo)	90,0	26,0	25,0
Tanguá (EA-23)	NA (mínimo)	36,3	3,8	8,7
	NA (máximo)	50,0	42,1	9,2

8. DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES MÁXIMAS REGULARIZADAS

A construção dos barramentos tem por objetivo incrementar o valor da disponibilidade hídrica na bacia. Este incremento (ΔD) é dado pela diferença entre o valor da vazão regularizada e o valor da disponibilidade hídrica em cada área de estudo, sendo expresso por:

$$\Delta D = Q_{\text{regularizada}} - Q_{7,10}$$

Para o nosso caso, a vazão incremental necessária, é tal que deve suprir o déficit hídrico estimado com e sem o COMPERJ, para o ano de 2030. Com isso possibilita a determinação das vazões regularizadas requeridas para os barramentos, de modo que possa equacionar o aumento da disponibilidade hídrica.

A seguir são apresentados na Tabela 8.1, os valores da $Q_{7,10}$, Q_{MLT} (média de longo termo), incremento de disponibilidade hídrica (ΔD) e $Q_{95\%}$, para os eixos barráveis.

Tabela 8.1 – Resumo dos dados obtidos, para cada eixo barrável.

Eixo	Bacia	$Q_{7,10}$ (m³/s)	MLT (m³/s)	Q_{reg} (m³/s)	ΔD (m³/s)	$50\%Q_{7,10}$ (m³/s)	$Q_{95\%}$ (m³/s)	$50\%Q_{95\%}$ (m³/s)
Caceribu (EA-20)	Caceribu	0,12	0,78	0,49	0,37	0,2**	0,6	0,3*
Tanguá (EA-23)	Caceribu	0,22	1,46	0,76	0,54	0,6**	1,4	0,7*
Soarinho (EA-05)	Macacu	0,20	2,11	1,71	1,51	0,1**	0,3	0,1*
Guapi-Açu (GAJ)	Macacu	3,20	14,57	7,29	4,09	1,0**	2,4	1,2*

*Vazão ecológica segundo os critérios da ANA.

** Vazão ecológica segundo os critérios do INEA.

Conforme apresentado no relatório de disponibilidade hídrica, a demanda existente para a região está exposta a seguir (Tabela 8.2).

Tabela 8.2 – Demanda existente na área em estudo.

Pontos de interesse		Disponibilidade Hídrica sem o COMPERJ (m³/s)					Disponibilidade Hídrica com o COMPERJ (m³/s)				
Municípios	Rio	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
C. Macacu	Macacu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-total		2,3	2,2	2,2	2,2	2,1	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5
Guapimirim	Guapi-Macacu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-total		6,8	6,8	6,8	6,7	6,7	6,3	6,2	6,2	6,2	6,1
Magé	Guapimirim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-total		-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,5	-0,7	-0,8	-0,9	-1,0
Itaboraí	Imunana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. Gonçalo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maricá		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Niterói		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-total		-1,0	-1,6	-2,1	-2,6	-3,1	-1,1	-1,8	-2,4	-2,9	-4,1
Tanguá	Caceribu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Bonito		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-total		0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2

*os valores negativos representam o déficit hídrico para o período em análise.

Do que foi exposto acima, verifica-se que apenas o eixo Caceribu (EA-20), não é suficiente para suprir a necessidade hídrica para nenhum cenário apresentado;

Se considerarmos os 3 eixos (Caceribu, Tanguá e Soarinho), temos uma disponibilidade hídrica que seria o suficiente para o atendimento das demandas até 2020 do Imunana, conforme os cenários acima.

Apenas o eixo Guapi-Açu Jusante, possui um incremento de vazão suficiente para o atendimento da demanda até 2030, conforme os cenários apresentados.

8.1. DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES REGULARIZADAS EM FUNÇÃO DAS FALHAS NO ABASTECIMENTO

Depois de determinada a vazão máxima regularizável para o atendimento da população, com 0% de falhas no abastecimento, foram simuladas novas vazões a serem regularizadas com falha de 2% e 5% do tempo de operação do reservatório. Os resultados estão expostos na tabela a seguir.

Tabela 8.3 – Resultados da simulações em função das falhas no atendimento.

Falha(%)	Caceribu	Tanguá	Soarinho	GAJ	Caceribu	Tanguá	Soarinho	GAJ	Caceribu	Tanguá	Soarinho	GAJ
	Q7.10(m³/s)				Qreg(m³/s)				ΔD(m³/s)			
0	0,12	0,22	0,2	3,2	0,49	0,76	1,6	7,29	0,37	0,54	1,4	4,09
2	0,12	0,22	0,2	3,2	2,1	2,1	1,8	11,85	1,98	1,88	1,6	8,65
5	0,12	0,22	0,2	3,2	2,35	3,5	1,85	12,2	2,23	3,28	1,65	9,00

De acordo com o resultado exposto, verifica-se que o incremento de vazões para cada eixo, em questão passa a ser suficiente para suprimir o déficit hídrico existente, conforme identificado anteriormente.

9. ESTUDO DE AMORTECIMENTO DE CHEIAS E DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO DE VERTEDOURO

Em muitas ocasiões, é de interesse da engenharia saber como se comporta uma onda de cheia ao passar por um reservatório.

Ao entrar na área de um reservatório ocorre, naturalmente, um espreadimento da onda de cheia. A vazão de saída e o volume armazenado, num dado instante, são dependentes, exclusivamente, do nível de água no reservatório.

O processo de propagação pode ser apresentado numa forma simplificada pelo esquema abaixo:

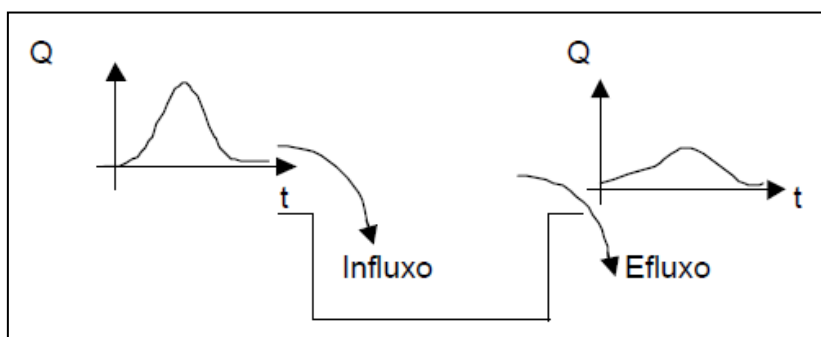


Figura 9.1 – Afluente e efluente.

O reservatório recebe a água do influxo, armazena e libera pelo vertedouro. Num caso, mais simples, em que a água é recebida de um lado e descarregada do outro, supõe-se que não haja armazenamento em cunha, sendo desprezíveis os efeitos dinâmicos.

Dois métodos são disponíveis para o presente caso: o de Pulse o de Goodrich. Basicamente, eles se diferenciam pela maneira como é rearranjada a equação da continuidade já discretizada.

Para a determinação do amortecimento das cheias estudadas foi adotado o método de Pulse para geração dos hidrogramas de cheias amortecidas para o dimensionamento dos Vertedouros.

O modelo computacional utilizado é baseado nas tabelas **cota x volume e cota x descarga**. Este método está fundamentado pela equação da continuidade:

$$V_{i+1} - V_i = (Q_e - Q_s) \Delta t$$

onde:

V_{i+1} = volume d'água no reservatório no instante $i+1$;

V_i = volume d'água no reservatório no instante i ;

Q_e = vazão média que entra no reservatório no intervalo considerado;

Q_s = vazão média que sai do reservatório no intervalo considerado; e

Δt = intervalo de discretização dos cálculos.

Expandindo a equação da continuidade tem-se:

$$V_{i+1} - V_i = \left(\frac{Q_{ei+1} - Q_{ei}}{2} \right) \Delta t - \left(\frac{Q_{si+1} - Q_{si}}{2} \right) \Delta t$$

$$V_{i+1} - V_i = \left(\frac{Q_{ei+1}}{2} \right) \Delta t + \left(\frac{Q_{ei}}{2} \right) \Delta t - \left(\frac{Q_{si+1}}{2} \right) \Delta t - \left(\frac{Q_{si}}{2} \right) \Delta t$$

Arrumando os termos tem-se:

$$V_{i+1} + \left(\frac{Q_{si+1}}{2} \right) \Delta t = V_i + \left(\frac{Q_{ei+1}}{2} \right) \Delta t + \left(\frac{Q_{ei}}{2} \right) \Delta t - \frac{Q_{si}}{2} \Delta t$$

O usuário, como valores de entrada, fornece o nível d'água inicial do reservatório, a tabela cota x volume e a tabela cota x descarga, que vem a ser a curva chave do vertedor de saída ou ainda, do canal de desvio do rio. Assim, analisando-se a equação acima, tem-se:

- V_{i+1} = valor desconhecido.
- Q_{si+1} = valor desconhecido.
- V_i = valor conhecido a partir do nível no instante i e da tabela cota x volume.
- Q_{ei+1} = valor conhecido a partir do hidrograma afluente ao reservatório.
- Q_{ei} = valor conhecido a partir do hidrograma afluente ao reservatório.
- Q_{si} = valor conhecido a partir do nível no instante i e da tabela cota x descarga (Curva chave do Vertedor).

- Δt = intervalo de discretização dos cálculos fornecido pelo usuário.

Portanto, na equação abaixo, os termos do lado direito são conhecidos e os do lado esquerdo não.

$$V_{i+1} + \left(\frac{Q_{si+1}}{2}\right)\Delta t = V_i + \left(\frac{Q_{ei+1}}{2}\right)\Delta t + \left(\frac{Q_{ei}}{2}\right)\Delta t - \frac{Q_{si}}{2} \Delta t$$

Os passos para o cálculo do amortecimento no reservatório utilizados pelo modelo ABC são:

- adotando-se valores genéricos para o nível d'água no reservatório "h" e utilizando as tabelas cota x volume e cota x descarga, construção da seguinte função:

$$f(h) = V_{i+1} + \frac{Q_{si+1}}{2} \Delta t$$

- no instante "i" conheço o valor da seguinte expressão:

$$V_i + \left(\frac{Q_{ei+1}}{2}\right)\Delta t + \left(\frac{Q_{ei}}{2}\right)\Delta t - \left(\frac{Q_{si}}{2}\right)\Delta t$$

- mas

$$V_{i+1} + \left(\frac{Q_{si+1}}{2}\right)\Delta t = V_i + \left(\frac{Q_{ei+1}}{2}\right)\Delta t + \left(\frac{Q_{ei}}{2}\right)\Delta t - \left(\frac{Q_{si}}{2}\right)\Delta t$$

- logo

$$f(h) = V_i + \frac{Q_{ei+1}}{2} \Delta t + \frac{Q_{ei}}{2} \Delta t - \frac{Q_{si}}{2} \Delta t$$

- por interpolação da função f (hi) calcula-se o valor de hi
- com o valor de hi e as tabelas cota x volume e cota x descarga calcula-se os valores de V_{i+1} e Q_{si+1}

-
- g) repetem-se os passos anteriores até que o valor da vazão amortecida no reservatório seja relativamente pequeno.

Quando a cheia aflui ao reservatório o tempo de pico do hidrograma efluente se apresenta defasado relativamente ao do hidrograma afluente. Além disso, a vazão de pico é menor, indicando a ocorrência de amortecimento. A diferença entre os tempos de pico é conhecida como “reservoir lag” (retardo pelo reservatório) e a redução nos fluxos extremos é referida como “atenuação”. Esta atenuação está associada diretamente às dimensões do dispositivo de saída do reservatório (vertedouro) e ao tamanho e forma do reservatório; quanto maior sua largura, maior o decréscimo de pico.

O ponto de máximo no hidrograma efluente coincide com um ponto da cauda de recessão do hidrograma afluente. Isso se dá pelo fato de que a descarga no vertedouro depende somente da altura da lâmina d’água acima de sua soleira.

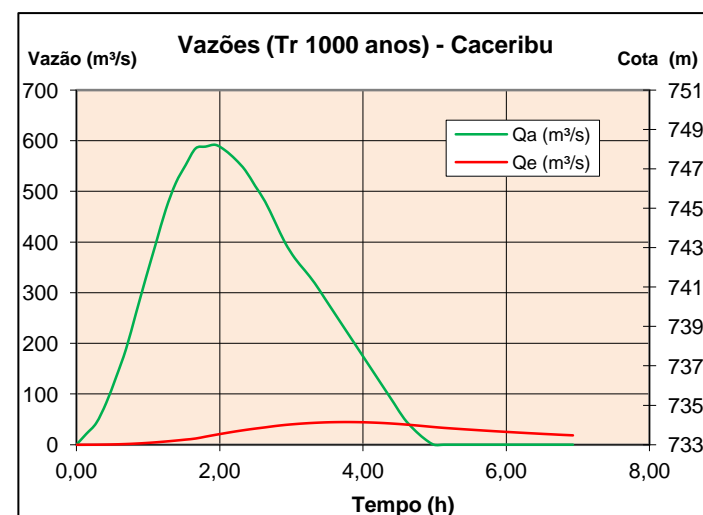
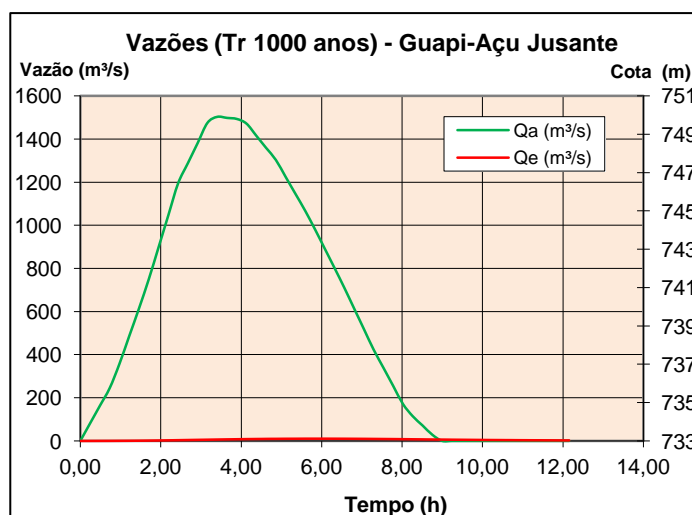
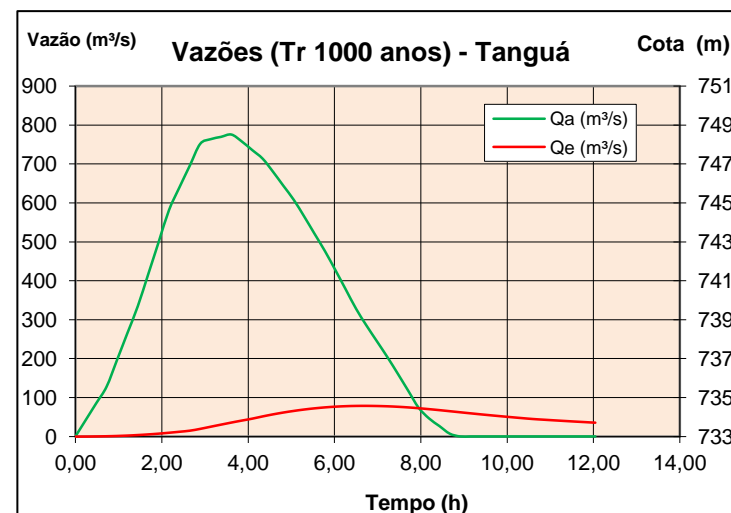
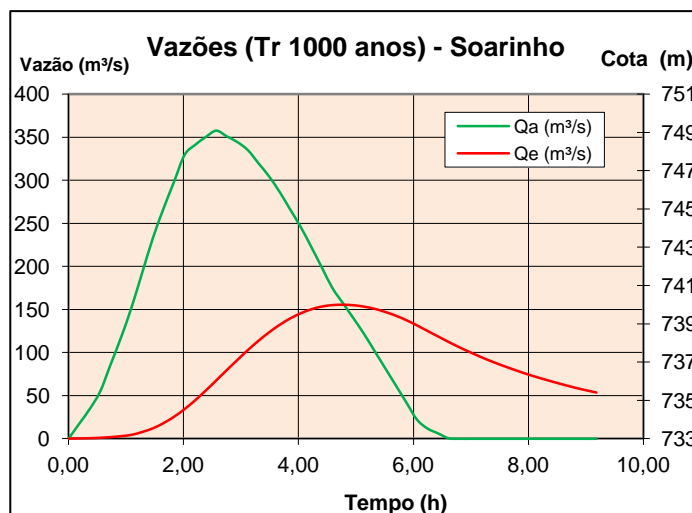


Tabela 9.1 – Resumo do Estudo de amortecimento de cheias e dimensionamento de vertedouro através das vazões.

Barramento	Reservatório					Vertedouro				
	Vol. Total (m³)	Vol. Útil (m³)	Vol. Morto (m³)	NA _{inicial} (m)	NA _{máx} (m)	Cota da Soleira (m)	Cota do Coroamento (m)	Q _(aflu) (m³/s)	Q _(eflu) (m³/s)	Largura (m)
Soarinho (EA-05)	8.702.971,8	7.911.792,6	791.179,3	45,00	47,30	45,00	50,00	357,63	157,99	20,0
Tanguá (EA-23)	12.279.588,5	11.163.262,3	1.116.326,2	50,00	51,62	50,00	53,50	775,21	93,04	20,0
Guapi-Açu Jusante (GAJ)	117.085.054,3	106.440.958,5	10.644.095,8	25,00	25,40	25,00	28,00	1.503,34	14,37	20,0
Caceribu (EA-20)	20.146.109,4	18.314.644,9	1.831.464,5	90,00	91,66	90,00	93,00	591,86	72,95	15,0

9.1. DIMENSIONAMENTO DO CANAL DE DESVIO

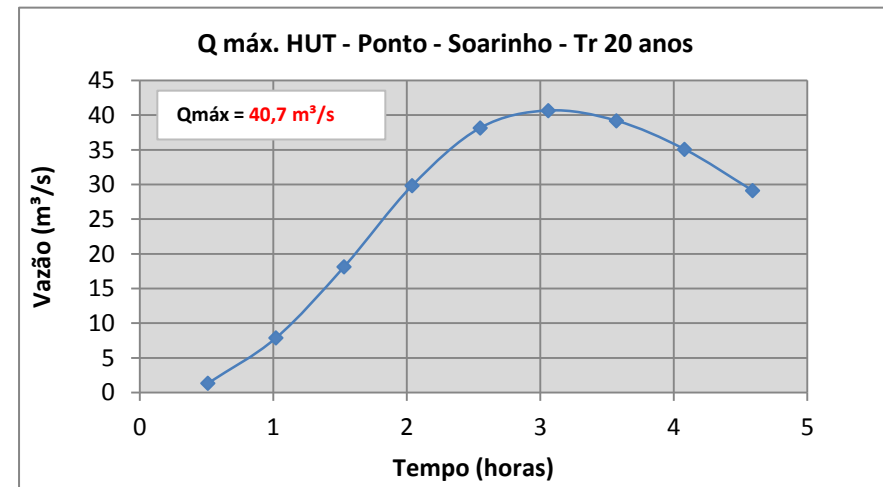
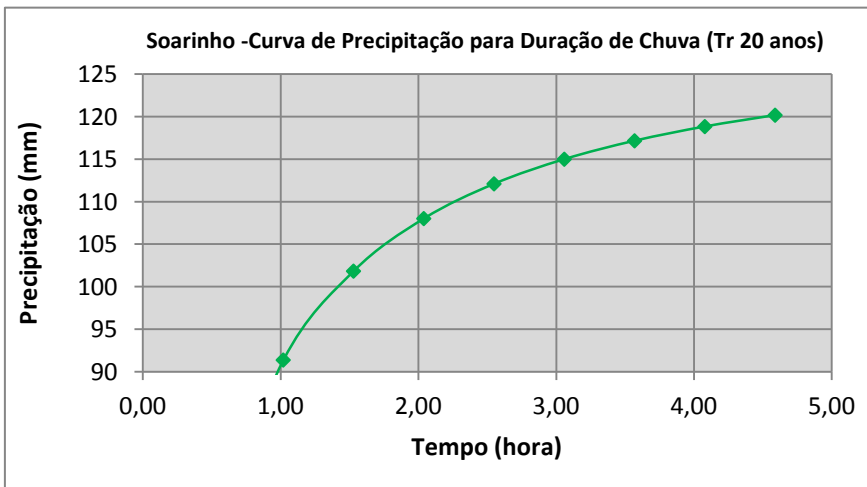
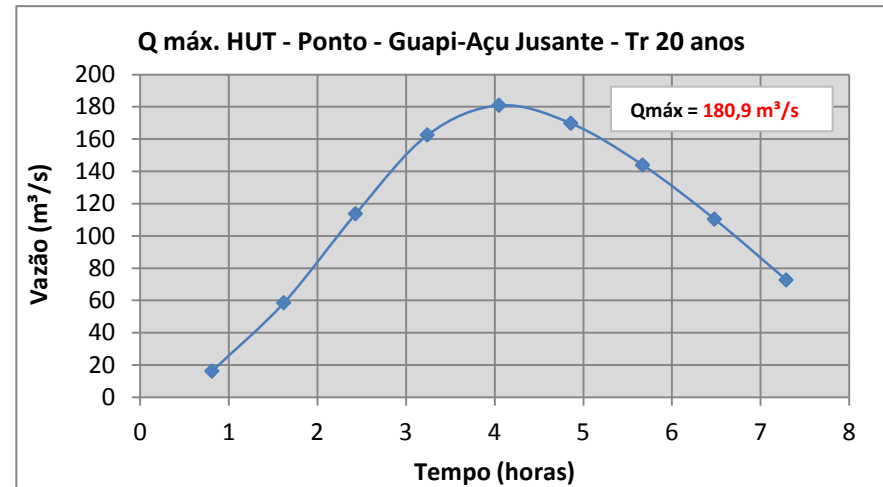
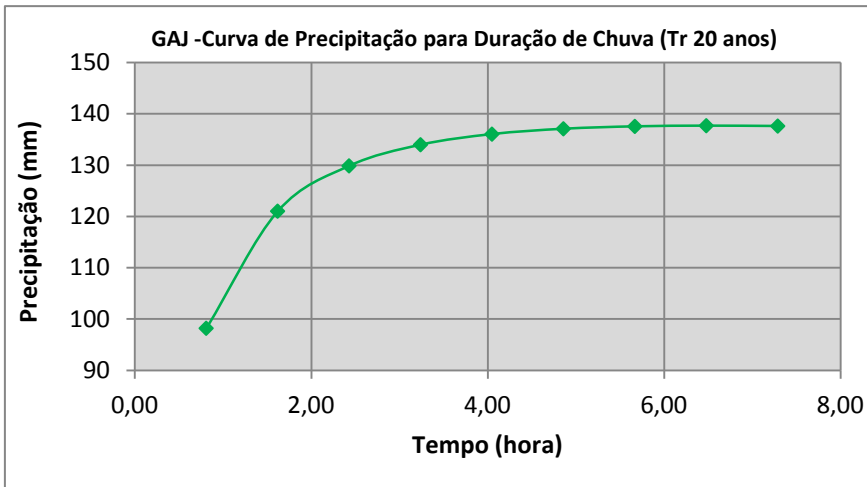
Para o dimensionamento do Canal de Desvio do rio, foram utilizados os seguintes parâmetros:

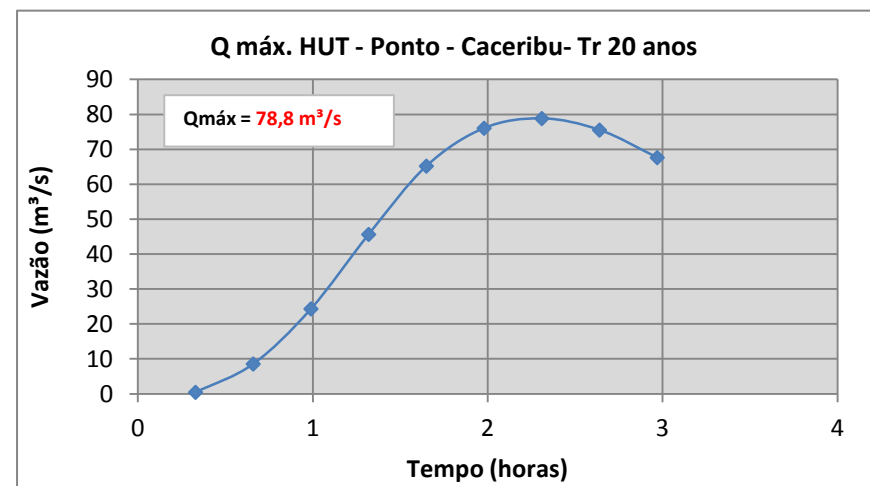
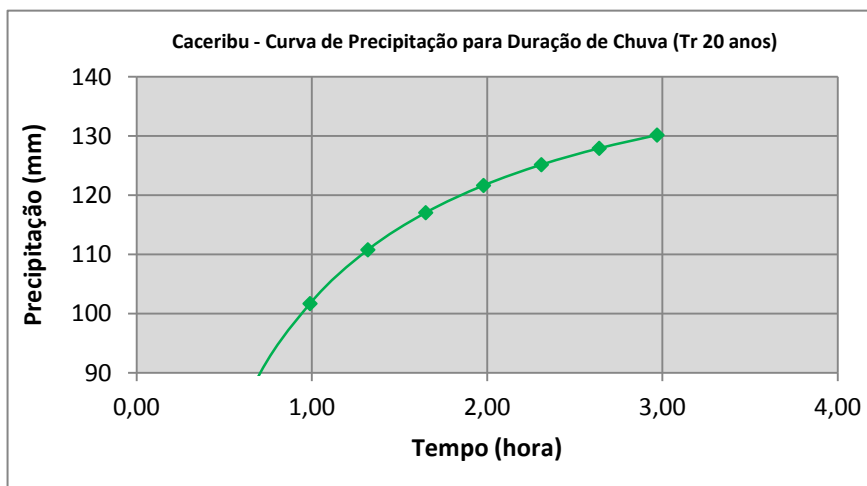
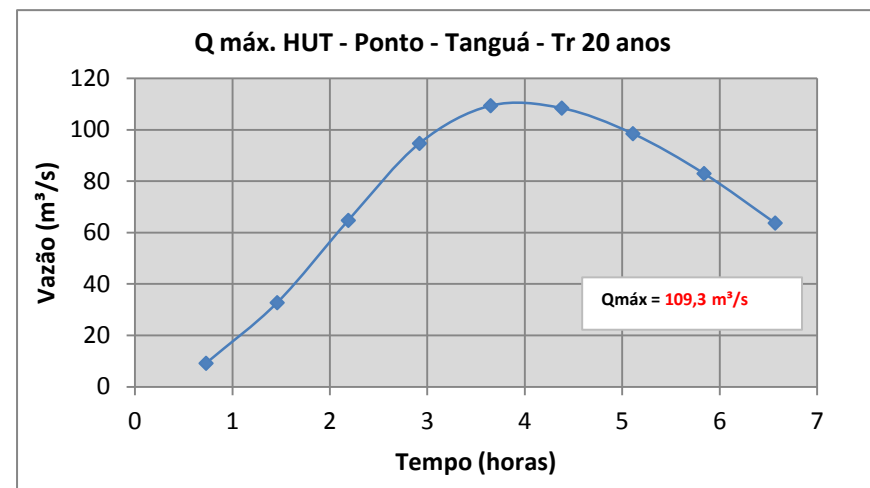
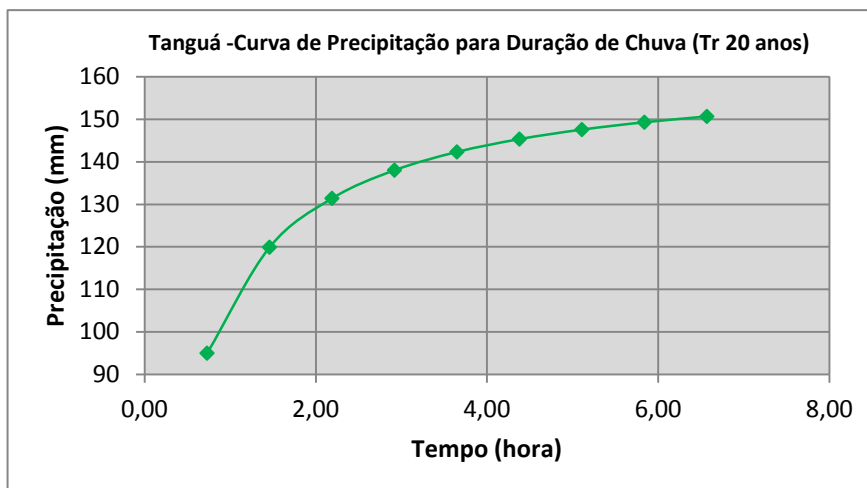
- Tempo de Retorno: $TR=20$ anos.
- Número de deflúvio (Curve Number): $CN = 50$.
- Hidrograma de cheia para definição da vazão máxima afluente.

Características do Canal:

- Canal escavado em terra com paredes e fundo revestidos com sacos de solo-cimento;
- Coeficiente de rugosidade de Manning $\eta = 0,030$;
- Declividade de Assentamento $I = 0,005$ m/m;
- Seção: Trapezoidal.

Os gráficos a seguir apresentam as curvas de precipitação para um $TR= 20$ anos para todos os eixos barráveis e seus respectivos hidrogramas.





9.1.1. Cálculo Hidráulico

Para cada eixo barrável, apresentaram-se os seguintes dimensionamentos hidráulicos para seus respectivos canais de desvio:

Tabela 9.2 – Resumo do dimensionamento hidráulico dos eixos.

Eixos	Q (m³/s)	Base (m)	I (m/m)	Talude 1V:2H	Tirante (m)	Vel. (m/s)	Num. de Froude	Área Molh. (m²)	Perím. Molh. (m)	Raio Hidr. (m)	Larg. do Topo
Soarinho	40,70	5,0	0,005	1,5	1,89	2,75	0,75	14,8	11,81	1,25	10,67
Tanguá	109,30	8,0	0,005	1,5	2,62	3,49	0,79	31,3	17,46	1,79	15,87
Guapi-Açu Jusante	180,9	8,0	0,005	1,5	3,43	4,01	0,82	45,1	20,37	2,21	18,29
Caceribu	78,80	5,0	0,005	1,5	2,66	3,29	0,77	23,9	14,59	1,64	12,98

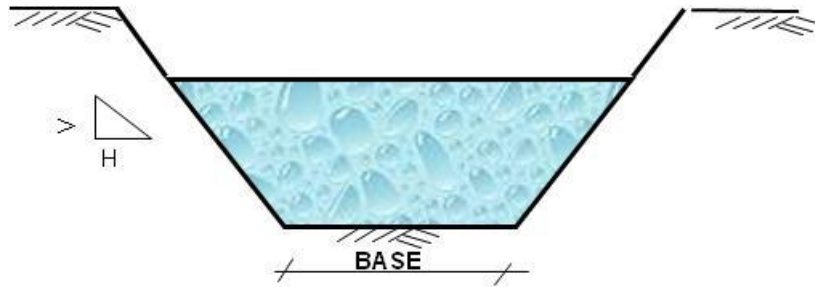


Figura 9.2 – Ilustração do canal de desvio

10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os estudos elaborados, sobretudo o balanço hídrico efetuado para as áreas de influência dos barramentos estudados mostram que a região estudada, de uma maneira geral, encontra-se na atualidade sob forte déficit hídrico. Os estudos hidrológicos também mostraram que as vazões naturais das bacias hidrográficas locais são insuficientes para atender as demandas plenas da região. Uma prova dessa assertiva são os recorrentes problemas na captação do sistema Imunana-Laranjal que nos períodos muito secos não consegue funcionar a plena carga por falta de água no Canal do Imunana. Esse panorama tende a se agravar com o advento da implantação do Complexo Petroquímico da Petrobrás que deve se constituir em um forte indutor econômico para a região e conseqüentemente concorrendo para a intensificação dos problemas relacionados aos déficits hídricos hoje já ocorrentes.

Os Estudos mostraram que para um cenário relativo ao ano de 2030 ocorrerá déficit de **4,1 m³/s** no sistema Imunana, o que corresponde ao não atendimento de cerca de 1.177.000 habitantes.

As alternativas para confrontar esse déficit hídrico regional projetado passam pela transposição de águas de outra bacia hidrográfica ou ainda, pela implantação dos reservatórios estudados com o objetivo de armazenar a água no período úmido para então ofertá-la quando necessária. A opção de transposição de bacias hidrográficas na atualidade, se mostra uma alternativa de difícil implementação porque envolve questões legais (outorgas, conflitos de interesse entre os diversos atores estratégicos presentes nas bacias, entre outras) e questões econômicas, uma vez que as transposições normalmente envolvem elevados custos de operação face aos custos de energia envolvidos.

Tabela – Resumo do Estudo de amortecimento de cheias nas barragens estudadas

Barramento	Reservatório				
	Vol. Total (m ³)	Vol. Útil (m ³)	Vol. Morto (m ³)	NA _{inicial} (m)	NA _{máx} (m)
Soarinho (EA-05)	8.702.971,8	7.911.792,6	791.179,3	45,00	47,30
Tanguá (EA-23)	12.279.588,5	11.163.262,3	1.116.326,2	50,00	51,62
Guapi-Açu Jusante (GAJ)	117.085.054,3	106.440.958,5	10.644.095,8	25,00	25,40
Caceribu (EA-20)	20.146.109,4	18.314.644,9	1.831.464,5	90,00	91,66

O estudo conclui que para conseguir a vazão de demanda é necessário que se regularize um volume superior a 80.000.000 m³. A única alternativa com volume dessa magnitude é Guapi-Açu jusante. Os demais eixos barráveis estudados, mesmo somados, não atingirão nem a metade do volume necessário. Isso conclui em selecionar a alternativa Guapi-Açu Jusante como a melhor alternativa estudada, afirmando que a barragem do Guapiaçu Jusante disponibilizará um aporte incremental à região de cerca de 6,51 m³/s, vazão esta, capaz de zerar o déficit projetado para o cenário estudado.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETEM (2007) – Impactos ambientais na bacia hidrográfica de Guapi-Macacu e suas conseqüências para o abastecimento de água nos municípios do leste da Baía de Guanabara. Centro de Tecnologia Mineral.Artigo técnico nº7.

CPRM (2002) – Companhia de Recursos Minerais – Relatório Síntese do Trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 59. Rio de Janeiro-RJ .30p.

CURVA CHAVE PARA WINDOWS. Ajuste e Extrapolação de Curva Chave. Desenvolvido pela COPPE–CPRM-INEA.2009.

DER. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO – 2001 -Instrução de Projeto - Projetos de Drenagem e Estudos Hidrológicos. IP-DE-H00-001_A.

DNIT - 2005 – Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem. Publicação IPR-715. 2ª Edição.Rio de Janeiro, 2005. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes.

ECOLOGUS-AGRAR (2003) – Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Rio de Janeiro-RJ. 3087p.

ELETROBRAS(2000) – Diretrizes para projetos de pequenas centrais hidrelétricas. Ministério das Minas e Energia.

HIDROWEB – Disponível online em: hidroweb.ana.gov.br/serieshistorica, acessado em junho de 2010.

INMET – Normais Climatológicas 1961-1990

SISCAH 1.0. Sistema Computacional para Análise Hidrológicas. Desenvolvido por GPRH 2009.

TUCCI, C. E. M., 1993 - Hidrologia. Ciência e Aplicação. ABRH, p. 459-476. Editora da Universidade, ABRH, EDUSP, 1993.Porto Alegre, RS. Pgs.152-153,155

3 - DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Conceitualmente, a área de influência abrange o espaço suscetível às ações indiretas e diretas de um determinado empreendimento, sejam elas relacionadas às etapas de implantação e operação.

A adequada delimitação das áreas de influência de empreendimento é essencial, pois permite definir o referencial espacial para o levantamento e análise de informações que conduzirão à caracterização ambiental da região de inserção para antes das obras e, descrevendo o território onde ocorrerão os impactos positivos e negativos decorrentes da implantação.

3.1 - Meios Físico e Biótico

3.1.1 - Área de Influência Indireta

A conceituação da Área de Influência Indireta (All) relaciona a área sujeita aos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, representado pela construção da barragem e consequente formação do lago.

A definição da All dos meios físico e biótico para o empreendimento vincula-se a delimitação da Bacia Hidrográfica do rio Guapi-Açu a partir do eixo do barramento, uma vez que esse é o corpo d'água no qual foi projetado o empreendimento (figura 3.1).

Essa Área de Influência é definida como um espaço mínimo onde todos os estudos dos meios físico e biótico serão realizados reunindo a grande maioria de fenômenos ambientais que se refletirão no empreendimento. A partir daí, é possível uma análise integrada dos fatores ambientais e a proposição de soluções setorializadas para melhorias ambientais.

A título de exemplo, pode-se definir, em função de uma análise do potencial erosivo, onde se usam os critérios de integração entre temas como solos, relevo, uso da terra, chuvas, aspectos hidrológicos e vegetação.

A All será estabelecida no entorno da Área de Influência Direta envolvendo toda a bacia hidrográfica já referenciada.

3.1.2 - Área de Influência Direta

A Área de Influência Direta do empreendimento é aquela sujeita aos impactos diretos da implantação e operação do barramento e de seu lago. A determinação da AID relaciona-se ao entorno imediato a partir da cota 18,5, limite da faixa de segurança do empreendimento (figura 3.2).

Para estabelecer a área da AID é recomendável diferenciar o trecho da área do lago da barragem e as microbacias que serão alagadas parcialmente, e ainda as unidades de conservação situadas a pelo menos 500 metros de distância da cota 18,5, cenário que deve ser incluído de forma integral nessa categoria.

Outro aspecto a se considerar para a AID são os trechos a montante e a jusante do lago, recomendando-se que a definição da zona de entorno deve compreender uma largura mínima de 500m para ambas as questões.

A recomendação apresentada relaciona-se a característica do empreendimento que se situa sobre o leito e a planície do rio Guapi-Açu. Os estudos abordarão o meio terrestre e aquático, destacando que um dos impactos negativos está relacionado à supressão de habitat da flora e fauna a partir da instalação do empreendimento, e ainda associando-se negativamente ao Efeito de Borda, que ocorre quando os ambientes florestais são fragmentados e submetidos às ações antrópicas.

É claro que o meio aquático sofrerá uma modificação significativa e seus impactos relacionam-se a biota e a qualidade da água, ressaltando-se que, por se tratar de um empreendimento para a captação de água para consumo humano, o tema da qualidade da água deve ser minuciosamente estudado para que não surjam surpresas que possam inviabilizar o tratamento da água ou tornar seu tratamento com um custo elevado.

3.1.3 - Área de Intervenção ou Área Diretamente Afetada

A determinação da Área Diretamente Afetada considera a porção da área a ser inundada pelo lago a ser formado em decorrência do fechamento das comportas do barramento a ser construído para obtenção de água para o consumo humano.

Esse alagamento corresponde ao trecho do leito do rio Guapi-Açu e de suas margens, atingindo a cota 18, e ainda o alcance da cota 18,5 ao se contemplar a margem de segurança para a formação do lago (figura 3.2).

Nessa área a vegetação dos fragmentos florestais foi estudada em parcelas amostrais para compor o inventário florestal e o conhecimento dos reais impactos sobre as espécies atingidas negativamente em seu habitat, visando assim dimensionar os impactos negativos e suas medidas mitigadoras quando cabíveis, e principalmente as medidas compensatórias, visando buscar um equilíbrio para os impactos e melhorar a qualidade ambiental.

3.2 - Meio Socioeconômico

O presente item refere-se a definição da área de influência do meio socioeconômico, para a elaboração dos estudos ambientais em sua fase de diagnóstico, das atividades da barragem de Guapi-Açu localizada no Estado do Rio de Janeiro, Município de Cachoeiras de Macacu.

Para a delimitação das áreas de influência do empreendimento a serem abordados no diagnóstico do meio socioeconômico, foram consideradas as diretrizes da Instrução Técnica CEAM nº 18/2012, as normas técnicas para a elaboração de estudos de impacto ambiental, a legislação pertinente a empreendimentos dessa natureza, a localização de suas estruturas e a abrangência do perímetro de desapropriação.

3.2.1 - Área de Influência Indireta

A Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico é composta pelos municípios de São Gonçalo, Itaboraí, Rio Bonito, Magé, Guapimirim e Tanguá localizados no Estado do Rio de Janeiro, integrantes do CONLESTE, e beneficiários da água potável a ser obtida pelo empreendimento, além de Niterói e Rio de Janeiro, que fazem parte do sistema imunana-laranjal (figura 3.3) .

3.2.2 - Área de Influência Direta

A Área de Influência Direta (AID) é composta pelo município de Cachoeiras de Macacu localizado no Estado do Rio de Janeiro - RJ, por sofrer diretamente os impactos de alteração permanente em seu uso e ocupação do solo, nas atividades produtivas do setor primário, uma vez que contem a área de intervenção em sua área, no distrito de Subaio (figura 3.4).

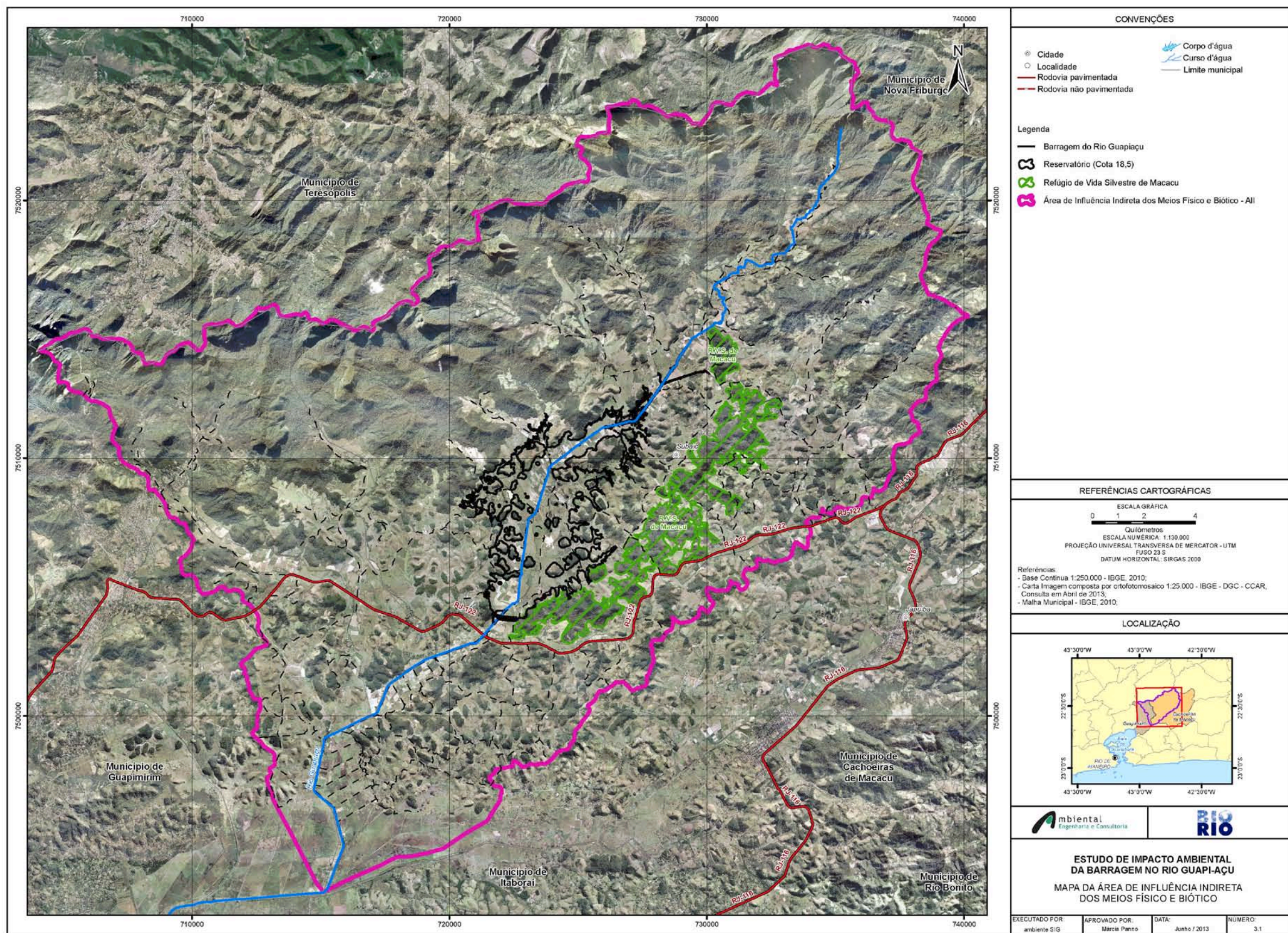
3.2.3 - Área de Intervenção (Área Diretamente Afetada)

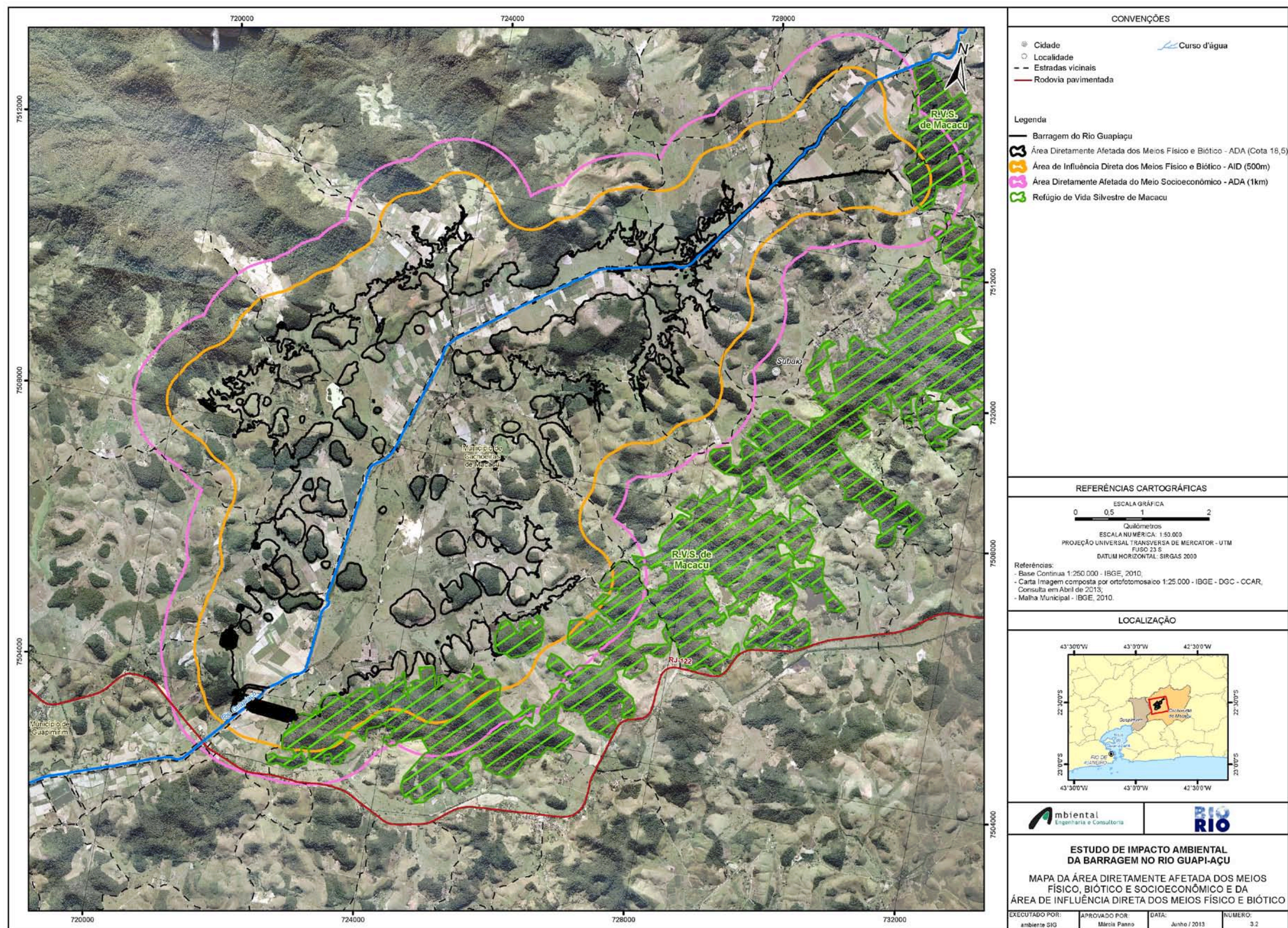
Como Área de Intervenção do empreendimento, para fins deste estudo, considerou-se o perímetro de desapropriação conforme o projeto até agora apresentado. Esta área, foi definida aqui como a porção composta pelo terreno que comportará a área do reservatório, a área de proteção permanente e domicílios, núcleos /comunidades situados em até 1km cujas terras estão dentro da área do reservatório e/ou podem ser afetadas diretamente pela alteração no uso do solo e nas vias de acesso internas (figura 3.3).

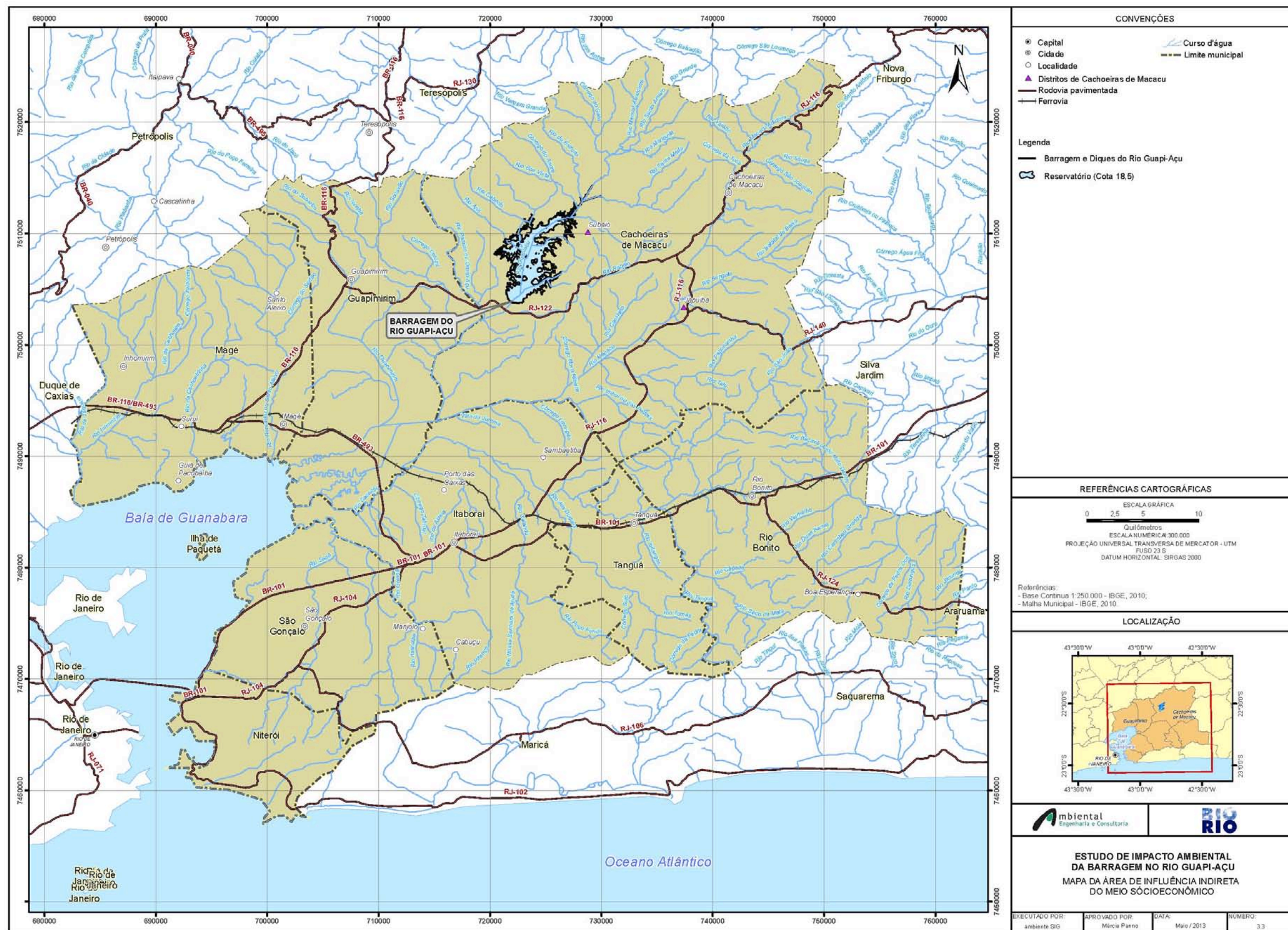
Assim, o diagnóstico socioeconômico foi estruturado, inicialmente, apresentando os municípios da Área de Influência Indireta (AII) considerando sua dinâmica populacional, atividades do setor primário, com respectivo uso e ocupação, infraestrutura viária, organização social; educação e saúde.

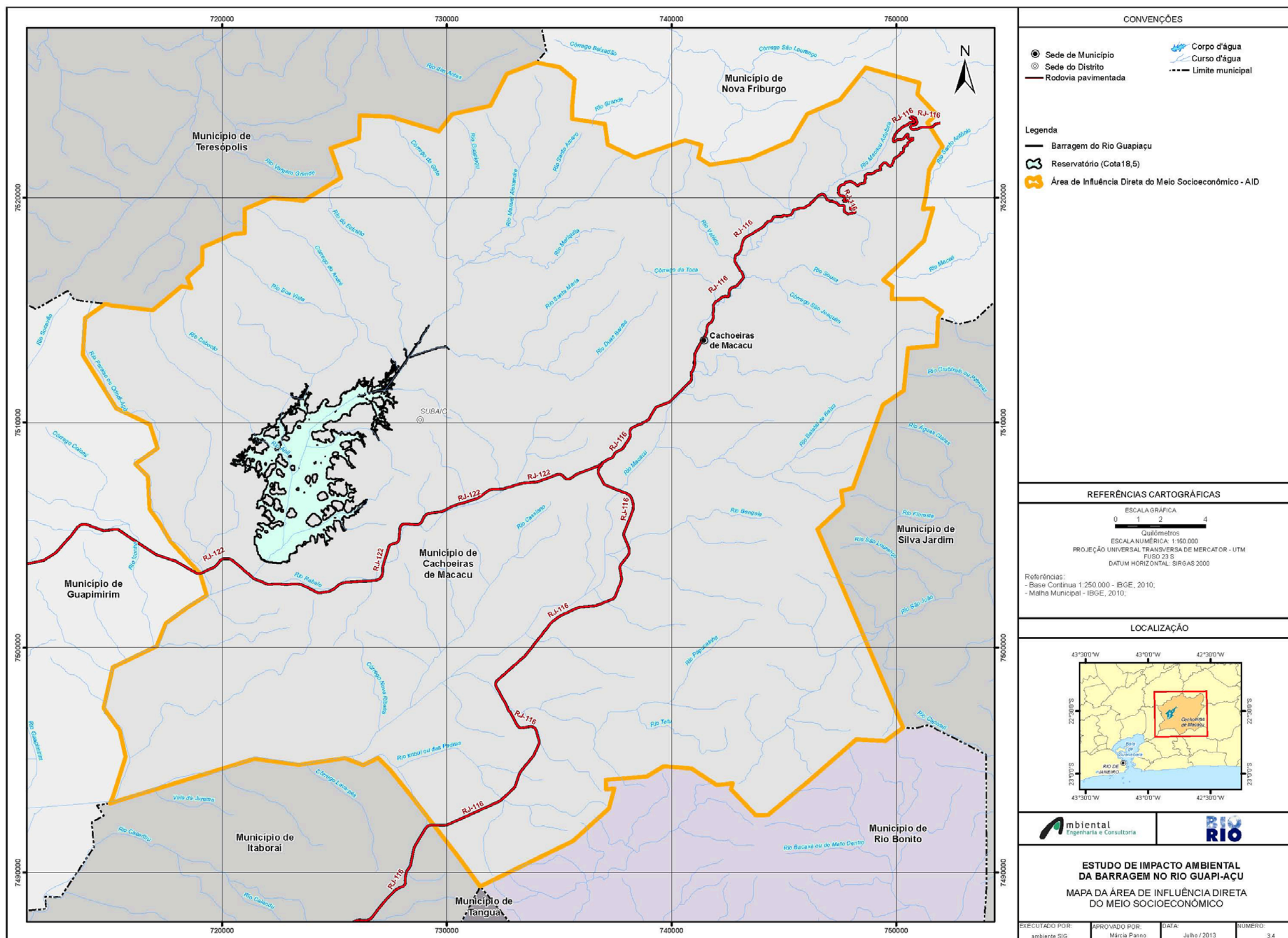
Em seguida, tem-se a caracterização da Área de Influência Direta (AID) com especial interesse em sua produção, dinâmica demográfica, acesso a infraestrutura, entre outros.

Na Área de Intervenção (ADA) será apresentado o perfil socioeconômico da população residente, e os dados, sobre as propriedades, acesso e utilização da infraestrutura disponível, caracterização da atividade agrícola e demais informações relevantes, que permitam construir o cenário atual desta região, das propriedades nela localizadas e de seus moradores atuais.









4 - LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS

4.1 - Legislação Ambiental Aplicável

4.1.1 - Metodologia Utilizada

Para confecção desse Capítulo, inicialmente, foi feito o levantamento das principais leis ambientais nos *sites* oficiais de Órgãos Ambientais, tanto da esfera Federal (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais, Ministério do Meio Ambiente e Recursos Naturais, Diário Oficial da União), como da Estadual (Secretaria Estadual de Ambiente, Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro) e os instrumentos legais mais utilizados em relação ao meio ambiente.

Em seguida foi realizada uma revisão bibliográfica através de livros e outras fontes escritas disponíveis, e posterior análise das informações obtidas. A busca por artigos relacionados ao tema foi feita através de bases bibliográficas disponíveis na *Internet*, sendo consultadas as bases *ISI Web of Science* e *Google Acadêmico*, para busca de referências.

4.1.2 - Introdução

A promulgação da Lei n. 6.938 de 1981 que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, representou um avanço para a política ambiental brasileira, que passava a propor uma gestão integrada dos recursos naturais. A Lei da Política Nacional do Meio Ambiente foi o primeiro instrumento legal que conceituou a palavra meio ambiente como sendo: “um conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida de todas as formas”. Essa Lei também tratou de questões de ordem civil, processual, penal e administrativa, definindo uma série de conceitos (tais como poluição e poluidor) e outros termos de relevância para a ampla tutela, posicionando-se positivamente quanto à responsabilidade ambiental do poluidor e impondo sanções.

Vários instrumentos para a implementação da Política Nacional do Meio Ambiente são listados no seu artigo 9, entre eles: o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; o zoneamento ambiental; a avaliação de impactos ambientais; o

licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras; a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público; o Sistema Nacional de Informações Sobre o Meio Ambiente; o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental; as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento de medidas necessárias à preservação ou correção de degradação ambiental, entre outras.

A partir daí o procedimento para licenciamento ambiental no Brasil teve sua origem legal, tornando-se obrigatório em todo território nacional, proibindo a execução de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras de funcionar sem o devido licenciamento. Trata-se de um procedimento aonde o empreendedor tem a obrigação de buscar o licenciamento ambiental junto ao órgão competente, desde as etapas iniciais de seu planejamento e instalação até sua efetiva operação.

De acordo com Oliveira (2005) é exatamente por este instrumento *“que o Poder Público, ao examinar os projetos a ele submetidos, verifica a sua adequação aos princípios da Política Nacional de Meio Ambiente”*, avaliando, desta forma, em termos ambientais, as consequências positivas e negativas do empreendimento como um todo e decide favoravelmente ou não pela sua implantação. Dessa forma, o licenciamento ambiental pode ser considerado como a base estrutural do tratamento das questões ambientais pela empresa e é através da licença que o empreendedor inicia seu contato com os órgãos ambientais, estabelecendo, a partir desse momento, a parceria necessária para o conhecimento de suas obrigações quanto ao adequado controle ambiental de sua atividade. É através do documento, denominado licença ambiental, que o órgão ambiental estabelece as regras, condições, restrições e medidas de controle ambiental a serem seguidas pelo empreendedor, onde está estabelecido, inclusive, o prazo de validade.

Segundo Fink *et. al.* (2004), foi através da promulgação desse diploma legal, que se introduziu no Brasil uma Política de Proteção Ambiental que se assenta sobre alguns pilares básicos, concebidos como peças fundamentais na busca do equilíbrio ecológico, de um lado, e na manutenção e incremento da atividade econômica, de outro.

Também foram criados pela Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, o SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente e o CONAMA – Conselho Nacional do Meio

Ambiente. O SISNAMA é constituído por órgãos e entidades federais, estaduais e municipais, bem como fundações instituídas pelo poder público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental. Tem como instância superior o CONAMA, um órgão vinculado à Presidência da República, responsável pela formulação de políticas ambientais, de estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.

É importante ressaltar que em alguns estados foram criados vários conselhos, como o Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA) e a Comissão de Política Ambiental de Minas Gerais – COPAM. Esses conselhos permitiram que questões relativas à política ambiental fossem discutidas em outro âmbito.

Uma inovação na legislação ambiental brasileira foi a Lei nº 7347 de 24 de julho de 1985, a Lei da Ação Civil Pública (LACP). Ela representa um importantíssimo instrumento de tutela coletiva e um avanço para a defesa do meio ambiente. Tem como objetivo determinar “as ações de responsabilidade por danos morais e patrimoniais causados: I - ao meio ambiente; II - ao consumidor; III - a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico; IV - a qualquer outro interesse difuso e coletivo; V - por infração da ordem econômica” (artigo 1º da LACP).

A Resolução CONAMA nº 001, de janeiro de 1986, também representou um avanço para a legislação ambiental, porque estabeleceu diretrizes básicas para a elaboração dos estudos de impacto ambiental. Além de definir impacto ambiental, a resolução prevê a possibilidade da realização de audiências públicas para a discussão de projetos que ameacem o meio ambiente.

A Resolução CONAMA estabeleceu que audiência pública passasse a constituir um instrumento formal da participação pública no processo de avaliação de impacto ambiental, permitindo a administração de possíveis conflitos em razão da divergência de interesses entre os agentes sociais. A finalidade de uma audiência pública é expor ao público interessado o projeto proposto e seus possíveis impactos ambientais. É o momento em que a sociedade pode participar na discussão de projetos ambientais, apresentando críticas e soluções que degradem menos o meio ambiente. A audiência pública, junto com outros documentos, serve de subsídio para

a análise e o parecer final do órgão estadual do meio ambiente – INEA e/ou IBAMA sobre o empreendimento proposto, para efeito de licenciamento ambiental. Caso não seja realizada a audiência, quando a mesma for solicitada, a licença ambiental concedida não terá validade.

Finalmente em 1988, com a promulgação da Constituição Federal, o Brasil fixou de forma positiva a mais completa e avançada tutela constitucional do meio ambiente, servindo de exemplo a todos os países do mundo. A Carta Magna coloca o meio ambiente no mesmo nível dos direitos e garantias fundamentais ao estabelecer no artigo 225 que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

É importante mencionar que a Constituição Federal de 1988 impõe também à coletividade o ônus de defender e preservar o meio ambiente. As vias instrumentais colocadas à disposição da coletividade são fortes e eficazes para que todos os “titulares do meio ambiente ecologicamente equilibrado” possam propor ações. Segundo Vitta (2000), *“a ação popular, embora não tenha sido muito utilizada na proteção ao ambiente, pode corresponder a um dos mecanismos de preservação e reparação dos danos causados a ele, bastando termos em conta a sua importância jurídica e social”*.

A Constituição Federal acolheu reivindicações e consolidou princípios adotados pela Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, mantendo um caráter altamente conservacionista. A problemática ambiental aparece em vários outros capítulos do diploma legal, como, por exemplo, o de uso de recursos naturais e a definição social da propriedade.

Em 1989, foi criado pela lei nº 7735, de 22 de fevereiro de 1989, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. O IBAMA foi criado com o objetivo de coordenar a política nacional do meio ambiente, na esfera federal, aplicar a legislação, e atuar em caráter supletivo nos estados onde os órgãos ambientais não estiverem cumprindo suas funções. Além disso, funcionaria como secretaria executiva do CONAMA.

Em relação às medidas compensatórias, estas foram inicialmente previstas em 1987 pela Resolução CONAMA nº 010/87, onde o Artigo 1º estabelece que “Para fazer face à reparação dos danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas, o licenciamento de obras de grande porte, assim considerado pelo órgão licenciador com fundamento no EIA/RIMA, terá como um dos seus pré-requisitos a implantação de uma estação ecológica pela entidade ou empresa responsável pelo empreendimento, preferencialmente junto à área”.

Esta Resolução foi modificada em 18 de abril de 1996 pela Resolução CONAMA 002/96. Entre as principais modificações, destaca-se o fato de que a unidade a ser implantada deverá ser de domínio público e uso indireto, “*preferencialmente*” – e não exclusivamente – uma Estação Ecológica (Art. 1º). O Artigo 2º estabelece que “*o montante dos recursos a serem empregados na área a ser utilizada será proporcional à alteração e ao dano ambiental a ressarcir e não poderá ser inferior a 0,50% dos custos totais previstos para implantação do empreendimento*”. Dessa forma, mesmo que a compensação não fosse prevista por mecanismos legais, ela é devida pelo princípio da responsabilidade objetiva ambiental (Art. 14, § 1º, da Lei 6.938/81).

Em 1997, o CONAMA revisou os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental através da Resolução 237, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental.

Com a regulamentação da Lei 9.985, de 18/07/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, a compensação passou a ser obrigatória para empreendimentos causadores de significativo impacto ambiental, obrigando o empreendedor a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral (Art. 36), e não mais apenas Estações Ecológicas. Recentemente, em 22 de agosto de 2002, o Decreto nº 4.340 regulamentou vários artigos da Lei 9.985, entre eles o artigo específico sobre compensação ambiental.

O Artigo 36 da Lei 9.985/2000, regulamentado pelo Decreto nº 4.340/2002, consolidou e deu amparo legal para a execução dos mecanismos de compensação ambiental, proporcionalmente ao grau de impacto específico de cada empreendimento em licenciamento.

4.1.3 - Legislação Federal:

As normas legais e regulamentares federais incidentes ou de alguma forma pertinentes ao empreendimento em tela são as seguintes:

- Constituição Federal de 1988 – que pelo artigo 225º, define que o meio ambiente passa a ser considerado e protegido como bem de interesse público, não distinguindo de quem seja a propriedade;
- Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965 – Institui o Código Florestal;
- Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981 – Estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente;
- Lei nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento Costeiro de Recursos Hídricos e dá outras providências;
- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 – Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente;
- Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 – Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação;
- Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 - Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000.

Entende-se por barragem: qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos. O Art. 1º § único da Lei 12.334/2010 estabelece que ela aplica-se a barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, (IV) - categoria de dano potencial associado em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas; O dano

potencial associado à barragem é o dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem.

A Lei define, considerando-se os impactos desses empreendimentos sobre a população afetada, residentes a montante e a jusante, as responsabilidades dos atores envolvidos, detalhando os papéis do empreendedor e a quem caberá garantir os recursos necessários à segurança de barragens. O empreendedor é o agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade.

- ➡ Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 – Estabelece diretrizes da política urbana (Estatuto da Cidade);
- ➡ Lei 11.124 de 16 de Junho de 2004 - Cria o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social, o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social e o Conselho Gestor do referido fundo. Para acessar os recursos federais alocados no FNHIS, Estados e municípios devem comprometer-se a contrapartidas institucionais, na forma de criação, em nível estadual e municipal, de fundos, com seus respectivos conselhos gestores e também com a elaboração de planos locais de habitação de interesse social.
- ➡ Lei nº 11.977 de 11 de julho de 2009 - Como conversão da Medida Provisória 459, de 2009, cria o Programa Minha Casa Minha Vida e, ainda, dispõe sobre regularização fundiária.

A criação do Programa Minha Casa Minha Vida alterou parcialmente o modelo de política habitacional adotado pelo governo federal, ao atribuir ao setor privado centralidade como agente promotor de novos empreendimentos habitacionais. O papel dos governos locais, nesse novo arranjo institucional, passa a ser o de regular a atuação do setor privado e, ainda, atuar na organização da demanda para as camadas de baixa renda (0-3 Salários Mínimos). O programa alocou recursos substanciais de subsídios no Fundo de Arrendamento Residencial, gerenciado pela Caixa Econômica Federal, que passa a ser acessado diretamente pelo setor privado. No caso dos municípios com menos de 50.000 habitantes, estes recursos são gerenciados por outros agentes financeiros que

não a Caixa Econômica, a partir de licitação realizada pelo Ministério das Cidades. O programa também tem um enfoque especial para a habitação rural e um componente para a produção de moradias por cooperativas ou associações (o PMCMV-Entidades).

As contratações referentes à Lei 11.977 foram realizadas pela Caixa Econômica e encerradas em dezembro de 2010. A Lei nº 12.424, de 16 de Junho de 2011 instituiu o Programa Minha Casa Minha Vida II, mantendo o mesmo desenho institucional, mas criando exigências para os novos empreendimentos, particularmente no que diz respeito ao padrão construtivo, à inserção urbana e à oferta de infraestrutura.

- ➔ Lei nº. 11.428, de 22 de dezembro de 2006 – Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências;
- ➔ Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007 – Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico;
- ➔ Decreto nº. 24.643, de 10 de julho de 1934 – Decreta o Código de Águas Decreto nº 99.274 de 06 de junho de 1990 - Regulamenta a Política Nacional de Meio Ambiente, especifica a estrutura do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e as atribuições dos órgãos que o compõem;
- ➔ Decreto-Lei 3365/41 - Dispõe sobre desapropriações por utilidade pública e interesse social, estabelece que o processo de desapropriação deve ser apoiado em legislação específica que determine a utilidade pública ou interesse social, e que ocorra por meio de prévia e justa indenização. Cabendo aos proprietários questionar somente o valor das indenizações.
- ➔ Resolução CONAMA nº. 01, de 23 de janeiro de 1986 – Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental;
- ➔ Resolução CONAMA nº 9, de 13 de dezembro de 1987 – Dispõe sobre a questão das audiências públicas;
- ➔ Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997 – Regulamenta os aspectos do licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente;

- Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006 – Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP;
- NBR 10.004 de 30 de novembro de 2004 - Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter manuseio e destinação adequados;
- Portaria GM/Minter nº. 0013, de 1976 – Classifica as águas interiores por usos predominantes.

4.1.4 - Legislação Estadual

As normas legais e regulamentares estaduais incidentes ou de alguma forma pertinentes ao empreendimento em tela são as seguintes:

- Constituição do Estado do Rio de Janeiro de 1989 – que pelo “CAPÍTULO VIII – Do Meio Ambiente” do “TÍTULO VII - Da Ordem Econômica Financeira e do Meio Ambiente”, dispõe sobre o meio ambiente do Estado;
- Lei Estadual nº. 650, de 11 de janeiro de 1983 – Estabelece a política estadual e proteção das bacias fluviais e lacustres do Estado do Rio de Janeiro;
- Lei nº 1.356, de 03 de outubro de 1988 – Dispõe sobre os procedimentos vinculados à elaboração, análise e aprovação dos Estudos de Impacto Ambiental;
- Lei nº 2.011, de 10 de julho de 1992 – Dispõe sobre a obrigatoriedade de implantação de Programa de Redução de Resíduos Sólidos.
- Lei Estadual nº 3.239, de 02 de agosto de 1999 - Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos;

- Lei Estadual nº 3.467, de 14 de setembro de 2000 – Dispõe sobre as sanções administrativas derivadas de condutas lesivas ao meio ambiente no Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências;
- Lei Estadual nº 4.191, de 30 de setembro de 2003 - Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências;
- Lei nº 5000, de 08 de março de 2007 - Dispõe sobre os procedimentos vinculados à elaboração, análise e aprovação dos Estudos de Impacto Ambiental, alterando a Lei 1.356 de 03/10/188;
- Decreto-Lei nº. 134, de 16 de junho de 1975 - Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente no Estado do Rio de Janeiro e da outras providências;
- Decreto 1.633 de 21 de dezembro de 1977 – Regulamenta, em parte, o Decreto-lei nº 134, de 16.06.75, e institui o Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras – SLAP;
- Decreto nº. 2.330, de 08 de janeiro de 1979 - Institui o Sistema de Proteção dos Lagos e Cursos d'Água do Estado do Rio de Janeiro;
- Deliberação CECA nº 2.538, de 12 de novembro de 1991 – Regulamenta a publicação das Licenças obrigatórias previstas no Sistema de Licenciamento Ambiental de Atividades Poluidoras – SLAP;
- Deliberação CECA nº 2.555, de 26 de novembro de 1991 – Regulamenta a realização de Audiência Pública;
- Deliberação CECA nº. 3.327, de 29 de novembro de 1994 – Aprova a DZ-1.311.R-4 – Diretriz de destinação de resíduos;
- Deliberação CECA nº. 3.588, de 23 de dezembro de 1996 – Aprova a NA 042 R.9 – pedido, recebimento e análise de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental;
- Deliberação CECA nº 3.363, de 28 de agosto de 1997 – Aprova a DZ 041 R.13 – Diretriz para realização de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental;

- ➡ Deliberação CECA nº. 4.497, de 03 de setembro de 2004 – Aprova a DZ-1.310.R-7 - Sistema de Manifesto de Resíduos Industriais;
- ➡ DZ-1311. R-4 - Diretriz de Destinação de Resíduos;
- ➡ NA-043 – Participação e acompanhamento da comunidade no processo de Avaliação de Impacto Ambiental;

4.2 - Planos e Programas Governamentais

A parte que segue do trabalho busca apresentar os projetos e ações dos governos Federal, Estadual e Municipal que possuam relações com o empreendimento.

É importante colocar que além dos programas de caráter universal tais como Bolsa Família e/ou SAMU ressaltam-se projetos municipais como a presença de parcerias e investimentos dos Governos Federal e Estadual e empresariais.

Por fim, no que tange aos municípios entende-se que o foco da aferição é o município de Cachoeiras de Macacu, pois é a localidade que abrigará o empreendimento e por consequência a região onde os impactos se darão em maior monta. Sendo assim, foram identificados os programas mais relevantes para as populações da área de influência direta do empreendimento e a legislação municipal pertinente ao tema.

4.2.1 - Âmbito Federal

a) Assistência Social

O principal programa federal de assistência social é o PROGRAMA BOLSA FAMÍLIA. O Ministério do desenvolvimento Social e Combate à Fome é o gestor do programa. A inclusão das famílias no Programa é operacionalizada pela Secretaria Nacional de Renda e de Cidadania - SENARC, que realiza a concessão do benefício, segundo regras predeterminadas. É um programa de transferência direta de renda e trabalha com quatro tipos de benefícios: Benefício Básico (R\$ 70,00 pagos apenas a famílias extremamente pobres, com renda per capita igual ou inferior a R\$ 70,00); Benefício Variável (R\$ 32,00 pagos pela existência na família de crianças de 0 a 15 anos – limitado a cinco crianças por família); Benefício Variável Vinculado ao Adolescente (BVJ) (R\$ 38,00 pagos pela existência na família de

jovens entre 16 e 17 anos – limitado a dois jovens por família); e Benefício Variável de Caráter Extraordinário (BVCE) (valor calculado caso a caso).

b) Habitação

b.1) Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social

Esse sistema e o Plano Nacional de Habitação integram a Política Nacional de Habitação. O Ministério das Cidades, através da Secretaria Nacional de Habitação, promove a Campanha Direito à Moradia com o objetivo de mobilizar os governos locais e organizações da sociedade civil para implementação e estruturação do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social - SNHIS e o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS. A Lei n 11.124/05 instituiu o SNHIS/FNHIS e tem grande relevância por ser o primeiro projeto de lei de iniciativa popular aprovado pelo Congresso Nacional. O grande desafio posto por esta lei está na determinação de que estados e municípios criem os fundos de habitação de interesse social e seus conselhos gestores participativos, além de elaborarem os planos de habitação de interesse social.

b.2) Programa Minha Casa Minha Vida

É um programa do governo federal iniciado em 2009, em parceria com estados, municípios, empresas e movimentos sociais com o objetivo de criar condições de ampliação do mercado habitacional para atendimento das famílias com renda de até 10 salários mínimos (SM).

O PMCV estabelece subsídio proporcional à renda das famílias, busca incrementar indústria da construção. Visa o aumento do volume de crédito para aquisição e produção de moradias, ao mesmo tempo em que reduz os juros, com a criação do Fundo Garantidor da Habitação que aporta recursos para pagamento das prestações em caso de inadimplência por desemprego e outras eventualidades.

Nos municípios estudados até o final de 2010 foram contratadas 34.811 unidades habitacionais distribuídas de acordo com as tabelas a seguir:

Tabela 4.1. Contratação Municípios - PMCMV I - 31/12/2010

Município	Unidades	Valor
CACHOEIRAS DE MACACU	138	R\$ 11.199.015
GUAPIMIRIM	13	R\$ 1.088.731
ITABORAÍ	469	R\$ 37.072.163
MAGÉ	29	R\$ 2.155.730
NITERÓI	717	R\$ 49.587.030
RIO BONITO	7	R\$ 588.379
RIO DE JANEIRO	31.507	R\$ 2.052.107.211
SÃO GONÇALO	1907	R\$ 146.006.003
TANGUÁ	24	R\$ 2.171.323
TOTAL	34.811	R\$ 2.301.975.585

Fonte: Caixa Econômica Federal - 2010

Tabela 4.2. Contratação Total - Municípios - PMCMV II - 14/10/2011

Município	Unidades	Valor
CACHOEIRAS DE MACACU	41	3.726.184,13
GUAPIMIRIM	13	1.279.964,91
ITABORAÍ	808	51.542.189,06
MAGÉ	21	1.914.807,42
NITERÓI	151	9.054.234,03
RIO BONITO	6	507.030,48
RIO DE JANEIRO	3819	27.8799.922,7
SÃO GONÇALO	1279	95.041.706,84
TANGUÁ	6	548.385,67
TOTAL	6144	442.414.425,3

Fonte: Caixa Econômica Federal - 2010

b.3) Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários

A ação objetiva apoiar Estados, Distrito Federal e Municípios nas intervenções necessárias à regularização fundiária, segurança, salubridade e habitabilidade de população localizada em área inadequada à moradia ou em situações de risco, visando a sua permanência ou realocação, por intermédio da execução de ações integradas de habitação, saneamento ambiental e inclusão social. Esse programa está presente no Município de Itaboraí no Assentamento Popular do Rato Molhado comunidade Vila Esperança, em Niterói no Morro do Preventório, na cidade do Rio de Janeiro em quatro localidades sendo o maior o Complexo da Tijuca e em São Gonçalo na Vila Esperança.

b.4) Programa de apoio à elaboração do Plano local de Habitação de Interesse Social

Objetiva contribuir com Estados, DF e Municípios na formulação dos Planos Locais de Habitação com foco na habitação de interesse social, para que esses construam com os agentes sociais um conjunto de objetivos, metas, diretrizes e instrumentos de ação e intervenção para o setor habitacional. Todos os estudados municípios participam desta ação do Ministério das Cidades.

b.5) Apoio à Urbanização de Assentamentos Precários (Habitar-Brasil)

Programa do Governo Federal em parceria com o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID que visa superar as condições de subnormalidade em áreas periféricas, por meio da implantação de projetos integrados, associado à capacitação técnica e administrativa.

b.6) Programa de Arrendamento Residencial (PAR)

O programa é para aquisição de empreendimento novo, a ser construído, em construção, ou a recuperar/reformar. As unidades habitacionais dos empreendimentos adquiridos se destinam à oferta de moradias, sob a forma de arrendamento residencial com opção de compra, às pessoas físicas enquadradas no programa. O programa atua nas capitais estaduais, regiões metropolitanas, regiões

integradas de desenvolvimento econômico (RIDEs) e municípios com população urbana superior a 100 mil habitantes. Os beneficiados são famílias com renda mensal até R\$1.800. No caso de profissionais da área de segurança pública, especialmente policiais civis e militares, admite-se renda mensal até R\$2.400.

O Ministério das Cidades é o agente gestor estabelecendo as diretrizes, regras e demais condições. Os Estados e Municípios participam do programa identificando os locais para a implantação dos projetos, indicando famílias a serem beneficiadas, promovendo ações facilitadoras e redutoras dos custos de implantação dos projetos: redução de tributos, contribuições e taxas, aportes financeiros, bens ou serviços economicamente mensuráveis, necessários à realização das obras e serviços do empreendimento. As empresas do ramo da construção civil devem apresentar à Caixa Econômica Federal e executar os projetos de produção, reforma ou recuperação de empreendimentos nas zonas contempladas pelo programa. As empresas do ramo da administração imobiliária cabem administrar os contratos de arrendamento, os imóveis e os condomínios, se for o caso.

Nos municípios que compõem a ALL existem cinquenta e oito empreendimentos deste programa, sendo um em Niterói dois em São Gonçalo e os demais na cidade do Rio de Janeiro.

c) Rede Estrutural-Investimento Pleno Desenvolvimento Econômico e Infraestrutura

c.1) Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)

As ações e metas são um amplo conjunto de investimentos em infraestrutura, além de medidas de incentivo e facilitação para o investimento privado. O programa prevê também o aperfeiçoamento da gestão pública. O programa aplicou ao longo do tempo em ações de infra-estrutura, nas áreas de transporte, energia, saneamento, habitação e recursos hídricos e para o primeiro o período de 2011 até 2014 estão previstos investimentos na ordem de R\$ 199,78 bilhões. Esse valor está dividido em seis eixos; Transportes, Energia, Cidade Melhor, Comunidade Cidadã, Minha Casa, Minha Vida e Água e Luz para Todos.

No setor de transporte nos municípios estudados destacam-se o Arco Metropolitano, com 122,9 quilômetros de extensão, interligando o Porto de Itaguaí (antigo Porto de Sepetiba) à região onde estará localizado o COMPERJ, a reforma do aeroporto do Galeão e a linha de trem de alta velocidade que ligará os municípios do Rio de Janeiro e de São Paulo.

Em energia estão previstos 11 projetos nos municípios impactados que abarcam os setores de combustíveis renováveis, geologia e mineração, revitalização da indústria naval, transmissão de energia elétrica e petróleo e gás natural onde se destacam as obras do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ).

O PAC 2 tem como um de seus objetivos incrementar as ações de melhoria no serviço de fornecimento de água em áreas urbanas pelas ações da Cidade Melhor, e sendo assim, estão previstos investimentos de R\$ 4.230,06 bilhões no período entre 2011 a 2014 em obras em adutoras, estações de tratamento, reservatórios, entre outras obras que aumentam a produção e a cobertura de água, melhoram a regularidade na distribuição e reduzem perdas no armazenamento e transporte da água. Além, disto serão realizadas ações de melhoria da mobilidade urbana, onde destacam-se o BRT Transbrasil no Rio de Janeiro e a LINHA 3 do metro nos municípios de São Gonçalo-niterói, e de prevenção a áreas de risco.

No que tange o saneamento básico, o PAC 2 visa beneficiar investir no estado até 2014 aproximadamente novecentos e oitenta e oito milhões de reais sendo um dos principais empreendimentos a implantação do SES na bacia Santa Cruz.

As outras ações que compõem o Programa de Aceleração do Crescimento é a Comunidade Cidadã que visa possibilitar o incremento de serviços sociais e urbanos nas grandes cidades com ações de ampliação na cobertura de serviços comunitários nas áreas de saúde, educação e cultura, o Minha Casa Minha Vida, tratado anteriormente, e o Água e Luz para Todos que visa a universalização do acesso à água e energia elétrica no país com as ações Luz para Todos, Água em Áreas Urbanas e Recursos Hídricos. É importante frisar que estas ações serão tratadas também nos níveis municipal e estadual, pois estes entes são em muitos dos casos os seus executores.

4.2.2 - Âmbito Estadual

a) Meio Ambiente

O Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG) é o maior conjunto de obras de saneamento básico realizado no Estado do Rio de Janeiro nos últimos 20 anos. Tem por objetivo a redução da poluição na Baía, não somente limpar diretamente o corpo d'água, mas sim solucionar o conjunto de problemas ambientais da bacia hidrográfica. Além das obras, o programa atua em outras vertentes: racionalização do abastecimento de água, melhoria na coleta de lixo, controle de inundações, mapeamento digital da região e diversos projetos ambientais. O PDBG conta com financiamentos do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e do *Japan Bank for International Cooperation* (JBIC), além de envolver uma série de atividades com base na Cooperação Internacional.

b) Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro

No âmbito estadual, o Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (PDTU/RMRJ) propõe a estruturação efetiva de um novo sistema. Entre seus objetivos gerais, figuram “a formulação de alternativas que visem a racionalização do sistema de transporte da RMRJ, com especial ênfase à política de integração intermodal física e tarifária” e o “fornecimento de um material que permita implementar um processo permanente de planejamento”.

A elaboração do PDTU/RMRJ teve como algumas de suas diretrizes a “articulação entre os diversos sistemas de transporte coletivo” e a “viabilização de uma rede única de transporte coletivo integrado e tarifas justas”. O plano definiu sete alternativas que são variações, basicamente, quanto ao porte de investimentos e ao teste de soluções conflitantes. Todas as alternativas consideraram as redes ferroviária e metroviária como sistemas estruturantes e as redes de ônibus, nos eixos onde existe um sistema estrutural, foram concebidas como sistemas complementares, operando como tronco alimentadores. Além disso, foi elaborada uma política tarifária baseada no conceito de distância de linhas e integração entre

modos de transporte, buscando melhor equilíbrio e mais equidade, tanto do ponto de vista dos usuários quanto dos operadores dos diversos sistemas de transporte.

4.2.3 - Outros Programas Estaduais

- Programa de Gerenciamento de Recursos Hídricos: Programa gerido, inicialmente pela Superintendência Estadual de Rios e Lagoas – SERLA, atualmente pelo INEA, objetivando a preservação e recuperação dos corpos hídricos, minimizando o processo de degradação ambiental.
- Programa do INEA: Recuperação das bacias hidrográficas, tais como: Sarapuí, Iguaçu e Botas e do rio Imboaçu em São Gonçalo com obras de contenção, drenagem, dragagem, recuperação de comportas e remoção dos moradores ribeirinhos, junto com o Governo Federal, como contrapartida nas obras do PAC.
- Urbanização de assentamentos Precários: Visa melhorar as condições de habitação e mobilidade em assentamentos precários em centros urbanos, com obras de infraestrutura como drenagem, abastecimento de água, esgotamento sanitário e iluminação pública, entre outras. Dos municípios estudados Rio de Janeiro é o que possui o maior número de intervenções com cinco destacando-se a urbanização - complexo da tijuca. As demais ações já foram concluídas e foram realizadas nos municípios de São Gonçalo, Magé e Niterói.
- Programa ÁGUA E LUZ PARA TODOS: Estão previstas nove ações referentes à modalidade ÁGUA EM ÁREAS URBANAS. Destas, duas envolvem o município de São Gonçalo, uma Magé, uma Itaboraí, uma Niterói e seis a cidade do Rio de Janeiro.

4.2.4 - Âmbito Municipal

a) Município de Cachoeiras de Macacu

a.1) Legislação Pertinente

- Lei Nº 1.662, de 12 de dezembro de 2006 : Institui a Comissão Extraordinária de Assuntos Fundiários no âmbito conjunto da Secretaria Municipal de Fazenda,

Secretaria Municipal de Administração e da Procuradoria Geral do Município, objetivando regularizar a posse de terrenos urbanos e rurais, habilitando o possuidor ao Cadastro Imobiliário Municipal.

- ➡ Lei Nº 1.653, de 10 de outubro de 2006 – Plano Diretor Estratégico do Município de Cachoeiras de Macacu: Estabelece a política de desenvolvimento e expansão urbana, voltada para a promoção do desenvolvimento econômico, social e ambiental do Município. Constitui-se no principal instrumento legal de referência para política habitacional.

Apresenta disposições que abrangem:

- ➡ Diretrizes e prioridades para nortear a ação dos órgãos da estrutura pública municipal na elaboração do Plano Plurianual, das
- ➡ Diretrizes orçamentárias, do orçamento anual e de planos, programas e projetos setoriais, de bairros ou distritos;
- ➡ Critérios e parâmetros disciplinadores do parcelamento do solo e da ocupação do solo urbano;
- ➡ Diretrizes para o zoneamento ambiental e o saneamento ambiental;
- ➡ Diretrizes para a gestão democrática e participativa da sociedade na formulação e execução de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano e social.

- ➡ Lei no. 1356 de 21 de junho 2001: Dispõe sobre a mobilização e ações dos órgãos competentes para a despoluição do rio Macacu e seus afluentes.

A lei prevê:

- ➡ Parcerias com órgãos não governamentais, a população do município e entidades de defesa do meio ambiente.
- ➡ Levantamento e mapeamento de todas as edificações: residenciais, comerciais e industriais, que despejam esgotos in natura no rio Macacu e seus afluentes pela Secretaria Municipal de Turismo, Meio Ambiente e Urbanismo;
- ➡ Articulação entre secretarias municipais para promoção da educação e conscientização da população, através de placas, prospectos,

slogan e/ou outros meios adequados, divulgando cuidados e procedimentos que evitem a poluição e garantam a preservação ambiental;

- ➔ Introdução nos currículos escolares de temas de Educação Ambiental;
- ➔ Instalação gratuita de sistemas individuais de esgoto para os proprietários que não possuam comprovadamente recursos materiais para sua instalação;
- ➔ Viabilização mediante parceria com os proprietários da construção de rede de esgoto, levando-a até um ponto onde se possa fazer uma estação de tratamento, construída exclusivamente para receber os esgotamentos dessas casas Nas casas onde não haja espaço físico para construção de fossas.

➡ Lei Nº 1.338 de 15 de fevereiro de 2001 - Código Municipal de Meio Ambiente: Estabelece diretrizes para a política ambiental no Município e define os instrumentos da política ambiental:

- ➔ Sistema Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente;
- ➔ Zoneamento ambiental;
- ➔ Sistema municipal de informações ambientais;
- ➔ Sistema municipal de unidades de conservação;
- ➔ Licenciamento ambiental;
- ➔ Auditorias ambientais;
- ➔ Medidas para melhoria, conservação, preservação e recuperação do meio ambiente;
- ➔ Controle, monitoramento e Empreendedor da qualidade ambiental;
- ➔ Normatização e padronização das atividades modificadoras do meio ambiente;
- ➔ Planos, programas e projetos ambientais;

- Educação ambiental.
- Prevê a elaboração de estudo de impacto ambiental;
- O reflorestamento econômico integrado;
- Programas de monitoramento;
 - A educação ambiental nas escolas públicas municipais;
 - A proteção do patrimônio ecológico, genético, paisagístico, histórico, arquitetônico, cultural e arqueológico;
- A preservação das serras, rios, fauna e flora;
- A integração intersetorial; o incentivo à arborização e a articulação com as políticas estaduais e federais.
- Institui o Fundo Municipal de Meio Ambiente e o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA).
- Atribui ao órgão central do sistema (Secretaria Municipal de Meio Ambiente) o poder de polícia administrativa através de Empreendedor e aplicações de penalidades.
- Define o sistema de unidades de conservação do Município em:
 - unidades de uso indireto, integradas por: parques municipais; reservas biológicas; refúgios da vida silvestre; áreas de relevante interesse ecológico; áreas de preservação permanente; Reservas ecológicas particulares.
- Unidades de uso múltiplo, integradas por: áreas de proteção ambiental; estradas parque; rios cênicos; reservas extrativistas; reservas legais; áreas especiais e locais de interesse turístico; parques ecológicos; monumentos naturais; monumentos culturais.
- Atribui ao Plano Diretor a competência de estabelecer diretrizes específicas para a utilização e proteção dos seus recursos hídricos segundo as bacias hidrográficas existentes.

- Lei Nº 1.118 de 15 de agosto de 1997 – Código de Posturas: Regula a higiene e o bem-estar público, as instalações mecânicas, a localização e o funcionamento de estabelecimentos e atividades comerciais, industriais e prestadoras de serviços.
- Lei Orgânica Municipal de Cachoeiras de Macacu de 05 de outubro de 1988: Apresenta princípios fundamentais para garantir e promover a justiça social, a melhoria da qualidade de vida, a convivência pacífica e solidária em todo território do Município.

a.2) Planos e programas municipais

Sobre os planos ou ações governamentais que estão sendo executados no município de Cachoeiras de Macacu, o levantamento identificou uma forte presença do governo federal através de parcerias e convênios.

Neste sentido foram repassados ao município, em ações do Governo Federal, R\$ 12.978.443,85 divididos em sete áreas de atuações (Assistência Social, Encargos Especiais, Educação, Desporto e Lazer, Urbanismo, Comércio e Serviços e Saúde). Deste universo é importante destacar as ações em assistência social com ênfase no programa bolsa família, que tem no Município 4.467 famílias beneficiadas, e na educação o Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE) que consiste na assistência financeira às escolas públicas da educação básica com o objetivo melhorar a infraestrutura física e pedagógica.

Sobre o Plano de Aceleração do Crescimento, este previu cinco ações a serem realizadas no município. Destas, duas já foram concluídas (Elaboração de Plano Local de Habitação e Ampliação do SES e Reflorestamento de Matas Ciliares) e as outras serão executadas pela prefeitura local e estão em fase de ações preparatórias (implantação do SES em Cachoeiras de Macacu e Papucaia e Implantação de Unidade Básica de Saúde II) ou em fase de licitação (urbanização - margem do córrego Mãe D'Água e do rio Branco).

4.3 - Referências Bibliográficas

COPPEAD/UFRJ & TENDÊNCIAS CONSULTORIA. Avaliação dos Impactos Logísticos e Socioeconômicos da Implantação do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: FIRJAN, 2008.

FINK, D. R.; ALONSO JUNIOR, H.; DALAWIBI, M. Aspectos Jurídicos de Licenciamento Ambiental. 3ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004.

IBAMA. Manual de Procedimentos para Adesão ao Fundo de Compensações Ambientais. Brasília, 2006.

Informações sobre os aspectos históricos e legais da Compensação Ambiental. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/compensacao/index.php?id_menu=157. Acesso em 12/01/2012.

OLIVEIRA, A. I. A. Introdução à Legislação Ambiental Brasileira e Licenciamento Ambiental. Rio de Janeiro: Lúmen Juris, 2005.

PLANO DIRETOR ESTRATÉGICO DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRAS DE MACACU - Diagnóstico. Cachoeiras de Macacu, 2006.

PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRAS DE MACACU. Cachoeiras de Macacu: Prefeitura Municipal de Cachoeiras de Macacu, 2010.

TEIXEIRA DA SILVA, A. A *(in) sustentabilidade da política ambiental brasileira*. Revista ECO.21, nº 129, agosto de 2007.

5 - DIAGNOSTICO AMBIENTAL

5.1 - Meio Físico

5.1.1 - Levantamento Topográfico e Áreas de Empréstimo

O mapa contendo o levantamento topográfico e o levantamento das áreas de empréstimo foi elaborado pela COHIDRO, empresa responsável pelo Projeto, e encontra-se apresentado no Volume de Mapas deste EIA.

5.1.2 - Área do Reservatório

O mapa contendo a delimitação da área do reservatório, apresentando a curva cota X área X volume, foi elaborado pela COHIDRO, empresa responsável pelo Projeto, e encontra-se apresentado no Volume de Mapas deste EIA.

5.1.3 - Geologia da Área de Influência Indireta

a) Aspectos Metodológicos

O Mapa Geológico (Mapa 5.1.1) foi elaborado com base nos dados do Programa Levantamentos Geológico Básicos do Brasil – Geologia do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000) - Projeto Rio de Janeiro, escala 1:400.000; Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro, Folha Itaboraí – SF23-Z-B-V-1, escala 1:50.000, DRM, 1982 e Mapa Geológico da Folha Nova Friburgo – SF23-Z-BII, escala 1:100.000, CPRM, 2009.

Foram consultados, também, artigos técnicos e científicos sobre a região, informações de trabalhos pontuais existentes e o Projeto Básico – Relatório RT – 0812-0105-12-00-01 da COHIDRO. Adotou-se a escala de 1:50.000 para a Área de Influência Indireta - AII e 1:25.000 para a área de Influência Direta – AID.

Após interpretação preliminar das imagens de satélite e mapas pré-existentes foi realizada uma etapa de campo com o objetivo de verificar in situ os padrões previamente mapeados e complementar as informações obtidas anteriormente. O trabalho de campo foi realizado durante o período de 11 a 14 de março de 2013 quando foi percorrida a área de estudo através de todas as estradas vicinais

transitáveis. Foram utilizados os mapas preliminares de serviço, cartas topográficas do IBGE (1:50.000) e imagens de satélite. Foram visitados e estudados 50 pontos de observação. Todos os pontos estudados foram georreferenciados por GPS, com registro fotográfico.

Após a consolidação dos dados de campo e de escritório, foram elaborados os textos e mapas nas escalas adequadas. O mapa geológico apresenta as unidades litoestratigráficas, as estruturas geológicas reconhecidas e legenda explicativa.

b) Considerações Sobre a Geotectônica da Região

A área de estudo está inserida na entidade geotectônica Cinturão Orogênico Atlântico ou Faixa Ribeira. Os terrenos geológicos desse compartimento (Orógeno) correspondem às estruturas produzidas pela deformação compressiva da litosfera continental durante os processos de convergência nas margens ativas das placas tectônicas relacionados ao choque de placas tectônicas entre os continentes africano e sul-americano há aproximadamente 630 Ma. Este choque entre os continentes, que teve seu apogeu há cerca de 560 Ma, gerou uma enorme cadeia de montanhas produzida por dobramentos, falhas ou a combinação dos dois. Tais eventos estão relacionados ao Ciclo Tectônico Brasileiro.

As características tectono-termiais das rochas desses terrenos são resultantes, portanto, de processos de subducção (quando uma placa tectônica colide e mergulha por baixo de outra placa tectônica). Esses terrenos sofreram uma ou mais colisões no Neoproterozóico quando da colagem do continente Gondwana Ocidental. Todos os domínios ou sistemas orógenos sofreram, assim, efeitos das orogêneses neoproterozóicas, caracterizadas pela instalação do magmatismo - que representa a raiz plutônica de arcos magmáticos gerados durante processo de subducção, pelo metamorfismo e fusão parcial das rochas supracrustais e infracrustais, pela deformação contracional de baixo ângulo, seguida de cisalhamento transcorrente regional e pela colocação de diversos corpos granitóides de dimensões variadas.

O metamorfismo associado ao evento colisional retrabalhou rochas mais antigas, com idades neoproterozóicas, representadas na AII pelos litotipos dos Complexos Paraíba do Sul e Rio Negro.

Corpos granitóides neoproterozóicos tardi a pós-colisionais presentes na unidade

Suíte Serra dos Órgãos neoproterozóicos/paleozóicos intrudiram as unidades litoestratigráficas mais antigas da região estudada.

Há cerca de 130 Ma, a região sofreu intensos falhamentos normais acompanhados de vulcanismo basáltico dando início a um processo de separação da África e da América do Sul. Durante o período compreendido entre o Cretáceo Superior e o Terciário Inferior ocorreu a abertura do Oceano Atlântico Sul e a implantação das bacias sedimentares do Rift Continental do Sudeste (Riccomini, 1989) e os fenômenos de soerguimento, como aconteceu na Serra do Mar.

Os processos de intemperismo e erosão atuando por milhões de anos foram os responsáveis pelas modificações das rochas na superfície formando solos e posteriormente retirando tais solos e rochas superficiais fazendo com que mais de 20 km de espessura de rochas fossem alteradas e removidas expondo mais recentemente o relevo com os gnaisses e granitos dos níveis mais profundos da crosta terrestre. No Terciário, teve início a deposição dos sedimentos colúvio-aluvionares provenientes da alteração dos gnaisses e granitos. Os processos de sedimentação perduram até os dias atuais (Quaternário), constituindo depósitos de tálus em vales elevados e planícies, em geral, em vales de fundo plano, preenchidos por sedimentos fluviais grosseiros, que se intercalam com depósitos coluvionares de encosta, acumulados na base das elevações compondo um amplo sistema de leques aluviais coalescentes.

c) Unidades Litoestratigráficas

Foram reconhecidas e descritas as Unidades Litoestratigráficas Complexo Rio Negro, Complexo Paraíba do Sul/Unidade São Fidélis, Suíte Serra dos Órgãos/Unidade Santo Aleixo, Diques de Diabásio, Depósitos Colúvio-Aluvionares, Depósitos de Tálus através de observações em afloramentos, blocos ou matacões de rocha, cortes de estradas, em antigas áreas de empréstimo, vales e planícies fluviais. A unidade Santo Eduardo descrita em trabalhos regionais anteriores foi englobada na unidade São Fidélis, haja vista apresentar litotipos semelhantes e haver identidade entre elas.

c.1.1) Complexo Paraíba do Sul / Unidade São Fidélis - NPsf (Neoproterozóico)

Na área de interesse o Complexo Paraíba do Sul é representado pela unidade estratigráfica Grupo São Fidelis. A unidade é constituída por granada-biotita-(sillimanita)-plagioclásio gnaisses quartzo-feldspáticos (figura 5.1.1), migmatizados com bolsões e veios de leucossomas graníticos. Variedades portadoras de cordierita e sillimanita (kinzigitos), com horizontes de xistos grafitosos apresentam contatos transicionais com os granada-biotita gnaisses; ocorrência de expressivas intercalações de quartzitos feldspáticos (qz), rochas metacarbonáticas e calciossilicáticas que constituem numerosas e pequenas lentes e boudins, além de corpos de anfibolitos. Em geral, os gnaisses estão migmatizados, tendo sido descritos em trabalhos anteriores como metatexitos de estrutura estromática a flebítica. Devido ao notável paralelismo entre bandas de paleossoma (biotita plagioclásio gnaiss) e neossoma quartzo – feldspático sucessivamente alternadas. Tais estruturas migmatíticas sugerem conotação sintectônica. Podem ocorrer estruturas diatexiticas com leucossoma com granada e, subordinadamente, cordierita. Os quartzitos constituem longos corpos descontínuos intercalados nos gnaisses devido ao dobramento regional (camadas dobradas e falhadas). Geralmente apresentam espessuras aparentes em torno de 20m podendo atingir centenas de metros. Apresentam granulação predominantemente grossa, coloração cinza-esbranquiçada a amarelada, fraturadas de brilho vítreo. Por vezes apresentam passagens gradacionais para termos ricos em mica - biotita, muscovita e sillimanita (quartzo xisto) ou feldspatos (gnaisses quartzosos).

Figura 5.1.1 - Afloramento de rocha gnáissica alterada com xistosidade bem preservada em um corte de escavação para retirada de saibro (UTM: 734395//7514202).



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

c.1.2) Complexo Rio Negro (N_{yr}) – Neoproterozóico

O Complexo Rio Negro é definido como um conjunto ortoderivado representante de um arco magmático constituído por ortognaisses bandados e granitoide - diorito, tonalito gnaiss, leucogranito e gnaiss porfiróide (figura 5.1.2).

Os gnaisses são cinzentos e bandados, de composição tonalítica e trondhemítica, com texturas porfíricas recrystalizadas e augen. Os gnaisses mostram forte foliação de baixo a médio ângulo. Intercalações de metagabros, metaquartzo dioritos e paleodiques anfibolíticos são comuns. Lentes extensas e estreitas apresentam-se alongadas segundo a direção NE–SW.

Estão fracamente deformados. A foliação interna é caracterizada por uma superfície planar com mergulhos suaves e moderados para NW. O complexo é frequentemente injetado por apófises e venulações de granitóides da Suíte Serra dos Órgãos.

Figura 5.1.2- Afloramento de rocha da unidade Rio Negro formando corredeira no leito do rio Guapi-Açu



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

c.1.3) Suíte Serra dos Órgãos/Unidade Santo Aleixo (NPysso) – Neoproterozóico

Esta unidade é formada por granitoides (gnaisses graníticos a granodioríticos) à hornblenda e biotita de composição tonalítica a granítica, predominando os termos granodioríticos (figura 5.1.3). São equigranulares, de granulação média a grossa, cor cinza clara, foliação descontínua dada por aglomerados centimétricos de biotita e hornblenda (melanossomas) e leucossomas quartzo-feldspáticos graníticos a pegmatóides.

O batólito é envolvido pelos ortognaisses do Complexo Rio Negro. Apresenta disposição alongada na direção NE–SW, paralelamente à foliação interna do plúton e concordante com a principal direção tectônica impressa regionalmente nas encaixantes. A foliação interna, de baixo ângulo, mostra vergência para SE. A fácies marginal do batólito de composição granodiorítica enriquecida por xenólitos das rochas supracrustais (com aspecto migmatítico) é denominada de Unidade Santo Aleixo - **Nyss** que é predominante na área de estudo.

Figura 5.1.3 - Rocha granítica da unidade Suíte Serra dos Órgãos (UTM: 734534//7514892)



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

c.1.4) Suíte Nova Friburgo (O_{ynf}) - Paleozóico/Ordoviciano

Essa unidade é representada por corpos intrusivos de granitos homófonos de granulação grossa a muito grossa com textura equigranular, porfírica e megaporfírica. Ocorrem granodiorito e diorito subordinados.

As texturas encontradas nos granitos são primárias, sem influência de deformação. As estruturas planares presentes são representadas por uma foliação de fluxo magmático, marcada pela orientação preferencial dos minerais, principalmente dos cristais tabulares de feldspato. A composição mineralógica é representada essencialmente por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio e biotita, além de minerais acessórios, como titanita, apatita, zircão, allanita, muscovita.

c.1.5) Diques de diabásio (K_λ) - Mesozóico/Cretáceo

São rochas básicas em forma de diques com textura diabásica a gabróica. Os afloramentos apresentam-se em blocos alinhados por vezes imersos em solo residuais. Os diques preenchem falhas ou diáclases segundo direção preferencial NE-SW (figura 5.1.4).

As rochas apresentam textura equigranular idiomórfica intergranular com cristais de clinopiroxênio rodeados por ripas de plagioclásio. Quartzo e intercrescimentos granofíricos são encontrados em espaços intersticiais. Os minerais acessórios são a apatita, rutilo e minerais opacos magnéticos. O

clinopiroxênio altera-se, em geral, para hornblenda e biotita.

Figura 5.1.4 - Blocos de rocha básica indicando a presença de extenso dique de diabásio. Estrada para Rio do Mato (UTM: 723985//7501276)



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

c.1.6) Depósitos de talús (Qt) - Cenozóico/Quaternário

São depósitos gravitacionais de encostas com matacões angulosos a arredondados em matriz areno-argilosa a argilo-arenosa intensamente pedogenizada no topo do depósito. Trata-se de depósitos mal selecionados, arenosos com cascalhos e blocos ou matacões acumulados nos eixos de drenagens e são posteriormente trabalhados pelos fluxos do canal (figura 5.1.5).

Os depósitos mais expressivos estão situados na vertente da Serra do Mar, ao longo dos córregos do André e Manoel Alexandre, tributários do rio Guapi-Açu. Os corpos de talús têm grande espessura, mas área reduzida ocorrendo, em geral, associados às bases de encostas nos ambientes de transição das áreas montanhosas para os fundos de vale, sendo muitas vezes, represados por níveis de base locais no alto curso dos canais.

De modo geral, as bases das rampas encontram-se interdigitadas com os depósitos fluviais nos vales principais (canais tronco) e também conectadas aos altos cursos dos rios tributários (cabeceiras de drenagens), já que a descarga de materiais oriundos dos processos de deslizamentos ou avalanches detríticas atinge, muitas

vezes, a rede de drenagem.

Figura 5.1.5 - Campo de matacões de granito (Suíte Serra dos Órgãos) em rampa de colúvio/depósito de tálus. Entre as localidades de Guapi-Açu e Santo Amaro (UTM: 733425//7518845).



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

c.1.7) Depósitos Colúvio – Aluvionares (Qca) - Cenozóico/Quaternário

Os depósitos Colúvio – Aluvionares são areno-siltico argilosos intercalados com camadas de cascalheiras associados a depósitos de encostas, sedimentos lacustrinos e de manguezais retrabalhados. Trata-se de areias, siltes, argilas e cascalhos aluviais e material coluvial representado por detritos rochosos, angulosos e sem classificação nas proximidades das encostas. Ocorrem como planícies colúvio-aluvionares (figura 5.1.6).

Figura 5.1.6 - Exposição de aluvião arenosa cinza claro a esbranquiçado formando planície colúvio-aluvionar no vale do rio Estreito(UTM: 727942//7514063).



Fonte:pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

Apresentam interface dos sistemas continentais oriundos de processos fluviais e de encosta com sistemas marinhos. Costumam ser terrenos mal drenados com padrão de canais meandantes e divagantes. Na área, ocorrem, também, diversos alvéolos aluvionares cercados por rampas de colúvio.

A maior ocorrência de planície aluvionar está distribuída ao longo do curso médio do rio Guapi-Açu, em meio a colinas rebaixadas na transição para a Planície Costeira, onde a aluvião é muito larga. Nesta planície o papel das rampas de colúvio é restrito, sendo o aporte sedimentar proveniente das cabeceiras na vertente da Serra do Mar e também do afogamento eventual das planícies em episódios de grandes cheias e marés altas, gerando áreas alagadas e pantanosas, muitas delas drenadas e retificadas pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOS) nos anos 50 do século passado.

O conjunto deste material sedimentar, em geral, é bastante explorado pelas populações que os utilizam como fonte de material de construção (areia, argila, cascalho). Importante ressaltar, que devido à sua topografia plana e fertilidade dos solos, as planícies fluviais constituem as áreas preferencialmente ocupadas pela agricultura e construções civis, ou seja, correspondem aos locais de concentração das atividades e habitações humanas.

d) Aspectos Estruturais

As principais características tectono-estruturais das rochas proterozóicas presentes no compartimento geotectônico Cinturão Orogênico Atlântico ou Faixa Ribeira são resultantes de processos de subducção ocorridos durante a convergência, colisões e colagens das margens ativas das placas tectônicas brasileiras/pan-africanas.

Essas características são representadas por metamorfismo e fusão parcial das rochas supracrustais e infracrustais, pela deformação contracional de baixo ângulo, seguida de cisalhamento tangencial ou transcorrente e pela colocação de diversos corpos granitóides de dimensões variadas. O cisalhamento tangencial associado à colisão continental impôs uma estruturação regional de direção NE-SW.

O metamorfismo relacionado aos processos colisionais retrabalhou rochas neoproterozóicas representadas, principalmente pelos litotipos proterozóicos do Complexo Paraíba do Sul. Corpos granitóides tardi a sincolisionais são representados pelas rochas da Suíte Serra dos Órgãos. Os granitos pós-colisionais pertencem a Suíte Nova Friburgo de idade ordoviciana.

As sucessivas colagens e interações das placas formaram faixas móveis, colisionais ou transpressionais, retomadas sucessivas vezes, implicando diferentes fases de deformação. As várias fases de deformação, acompanhadas de migmatização e granitização resultaram em feições estruturais complexas, contatos gradacionais e indefinidos entre as rochas supracrustais e do embasamento mais antigo.

A feição estrutural mais freqüente é relacionada à deformação dúctil, sendo representada pela foliação gnáissica. A deformação dúctil atingiu a maior parte das rochas da região. Este tipo de deformação se estende desde as unidades mais antigas – Complexo Paraíba do Sul até os gnaisses graníticos da Suíte Serra dos Órgãos (560-570 Ma). A partir do Ordoviciano, o magmatismo pós-colisional ordoviciano – representado pelos Granitos pós-colisionais da Suíte Nova Friburgo - não apresenta estruturas dúcteis.

A foliação dúctil é dada pelo paralelismo de aglomerados milimétricos a centimétricos de biotita \pm hornblenda, em matriz quartzo-feldspática granoblástica. Os litotipos granodioríticos e tonalíticos do complexo Rio Negro e os gnaisses graníticos da Suíte Serra dos Orgãos, também, apresentam este tipo de foliação.

As estruturas dos terrenos granito-gnáissicos e migmatíticos das rochas

neoproterozóicas apresentam feições de aspecto plástico com orientação preferencial NE-SW. As falhas e fraturas estão alinhadas principalmente segundo as direções NE/SW.

Dobramentos, planos axiais horizontalizados, eixos paralelos à direção do esforço, estiramento de minerais, bandeamento antigo preservado em boudins ou parcialmente transpostos em rochas gnáissicas migmatização intensa, podem ser considerados como testemunhos observáveis da evolução metamórfica e estrutural dessas rochas.

As principais feições estruturais então originadas envolvem a obliteração e lenticularização de leitos e bandas, feições tectônicas truncadas, dobras intrafoliais, estiramento mineral e foliações miloníticas. As foliações geradas pela deformação tangencial exibem dobramentos superpostos, abertos a fechados, de amplitudes métricas a decaquilométricas e com eixos de direção NE-SW.

Os principais sistemas de diáclases são paralelos à foliação regional (direção NE) com mergulhos acentuados – subverticais a verticais, além de um sistema sub-horizontal semelhante às fraturas de alívio de carga quase paralelas à superfície topográfica.

e) Aspectos Geotécnicos das Unidades Litoestratigráficas

e.1.1) Complexo Paraíba do Sul (Unidade São Fidélis)/ Complexo Rio Negro

As rochas gnáissicas predominantes nessas unidades compõem terrenos onde são encontrados variados tipos texturais e composicionais. Essa diversidade entre os terrenos, por vezes, muito próximos uns dos outros, deve-se aos efeitos tectônicos, à origem e à composição extremamente variáveis de seus constituintes litológicos. Esse fato resulta em comportamentos geotécnicos bastante heterogêneos. As rochas, em geral, se caracterizam por serem tectonizadas com textura em variados graus de foliação metamórfica, apresentando via de regra, bandamento deformacional e composicional dispostos em várias direções e ângulos de mergulhos. Sendo assim, as rochas são portadoras de alta densidade de superfícies planares que representam planos de fraqueza e de descontinuidades estruturais, tornando-se, às vezes geotecnicamente problemáticas para serem expostas em

taludes de corte, principalmente quando intemperizadas. A resistência ao intemperismo é diferenciada em função da heterogeneidade na composição e na espessura das bandas, tornando a dureza e a profundidade do substrato rochoso extremamente variadas.

Os solos superficiais são, em geral, areno-argilosos. O solo de alteração também é areno-argiloso. Quanto à escavação os solos superficiais são de primeira categoria. Os solos de alteração são classificados, também, como de primeira categoria. Apresentam alta capacidade de carga.

Essas unidades, em geral, apresentam um baixo potencial de suscetibilidade a eventos de erosão e movimentos de massa, devido às altitudes baixas e ao gradiente suave do relevo colinoso dominante. Entretanto o desaparecimento da cobertura vegetal e da intensificação da ocupação humana vem aumentando a suscetibilidade de processos erosivos localizados.

As rochas do Complexo Rio Negro e os solos derivados pelo intemperismo apresentam comportamentos geotécnicos semelhantes aos litotipos e solos do Complexo Paraíba do Sul.

e.1.2) Suíte Serra dos Órgãos/Unidade Santo Aleixo

O caráter mais isotrópico das rochas graníticas ou granitóides dominantes dessas unidades, com menor grau de fraturamento, confere boas propriedades geomecânicas ao maciço rochoso.

Apresentam, em geral, alto grau de coesão à base de quartzo e feldspato. Quando frescas, são de alta resistência ao corte e à penetração. Necessitam de explosivos para o desmonte. Possuem baixa porosidade primária e elevada resistência à compressão; moderada a alta resistência ao intemperismo físico-químico.

As rochas alteram-se para solos argilo-silto-arenosos. Os solos residuais pouco evoluídos são bastante erodíveis e se desestabilizam com facilidade em taludes de corte. Erodem bastante quando submetidos a chuvas intensas, não sendo, nesse caso, adequados para uso como material de empréstimo.

Em geral, as rochas graníticas alteram-se de maneira diferenciada, deixando matacões imersos nos solos. A profundidade do substrato rochoso é, normalmente, irregular, mesmo em locais onde os solos são mais desenvolvidos. A ocorrência de

blocos e matacões podem dificultar os trabalhos de escavação e perfuração. Podem sofrer desestabilizações e movimentos em taludes de corte ou em rampas de declives acentuados.

Os solos argilo-silto-arenosos com pedogênese incipiente são bons para uso como saibro. Os solos residuais mais evoluídos apresentam boa capacidade de compactação, são pouco permeáveis, moderadamente plásticos e pouco erosivos, podendo ser utilizados como material de empréstimo. A capacidade de carga é, em geral, alta.

Os afloramentos rochosos podem ocorrer maciços, com poucas fraturas. Os trechos de afloramento de rocha muito fraturados condicionam a instabilidade de lascas e blocos rochosos. Por vezes, capeando o topo e porções de declividade menos acentuada nos afloramentos rochosos escarpados, ocorrem horizontes pouco espessos de solo coluvionar ou mesmo de delgado horizonte de solo residual em contato direto sobre a rocha sã. Esses materiais podem ser submetidos a processos de deslizamentos planares, em períodos de chuvas intensas ou prolongadas.

e.1.3) Depósitos de Tálus e Colúvio

Em diversas porções das encostas e base das escarpas dos morros da All ocorrem diversos corpos de depósitos de tálus que refletem a evolução morfogenética dos terrenos.

Os corpos de tálus consistem de depósitos de composição textural e mineralógica bastante heterogênea, composto por blocos de rocha de dimensões variadas envoltos em matriz areno-argilosa, de espessuras variáveis, resultantes de antigos movimentos de massa, depositados no sopé de encostas escarpadas de alta declividade ou meias encostas e ao longo de concavidades e linhas de drenagem onde a quebra de relevo potencializou a redução da energia cinética e deposição do material. Esses depósitos apresentam elevada permeabilidade, em função de sua heterogeneidade granulométrica, condicionando em períodos de precipitações elevadas, alto grau de saturação. Associados à ausência de estrutura interna capaz de conferir coesão aos materiais constituintes do tálus, esses corpos detríticos apresentam baixas propriedades geotécnicas, sendo altamente suscetíveis a processos de remobilização durante eventos de precipitações extremas ou

prolongadas.

Podem ser submetidos a rupturas bruscas, com o desmonte dos depósitos onde grandes blocos de rocha podem ser mobilizados e ganhar grande energia cinética e poder de impacto. Os depósitos de tálus podem, também, ser submetidos a processos de movimentos de massa lentos, representados pelos rastejos (creep). Podem ocorrer blocos de rocha in situ, isto é, estão na sua posição original no terreno, não tendo sido submetidos a processos de mobilização, e resultam dos processos intempéricos, principalmente o físico – aquecimento e resfriamento, atuantes sobre as rochas granito-gnáissicas.

Associados aos tálus ocorrem depósitos coluvionares compostos de materiais de composição mineralógica e textural heterogêneos com maior porcentagem de matriz fina (areno-argilosa) com pedregulhos e blocos de rocha, porém em menor proporção do que nos depósitos de tálus, e representam processos de movimentação de massa gravitacionais resultantes de ruptura, transporte e deposição de solo e rocha.

Os depósitos de colúvio distribuem-se ao longo das encostas, apresentando variadas espessuras, depositados nas porções mais distais e basais do relevo, em função da sua maior mobilidade durante o processo de transporte e deposição. Podem ocorrer sob a forma de rampas de colúvio. Esses materiais podem ocorrer em contato direto com a rocha sã ou pouco alterada, ou capeando horizontes de solo residual.

Os depósitos de colúvio apresentam em geral, baixas propriedades geotécnicas, com baixa capacidade de suporte, alta permeabilidade e alta instabilidade em taludes de corte. Processos de ruptura lentos, do tipo rastejo (creep), podem ocorrer com frequência, e também rupturas bruscas, representadas por deslizamentos planares, principalmente ao longo do contato solo-rocha.

e.1.4) Depósitos Colúvio – Aluvionares

A unidade é constituída de sedimentos recentes, que resultam da sucessão de processos deposicionais que se desenvolveram em regime fluvial, composto de areias inconsolidadas, lentes de argila e cascalheiras fluviais em depósitos de calha, terraços e planícies de inundação, intercalados ou interdigitados com depósitos

coluvionares areno-silto-argilosos, relacionados com processos dinâmicos de encostas e transporte por gravidade principalmente.

Apresentam granulometria variada. A espessura das aluviões é variável. O comportamento geotécnico é condicionado pelas variações texturais e espessura dos estratos sedimentares, e pela posição do nível d'água. A capacidade de suporte é variável, de muito baixa, nos terrenos com níveis de argila mole onde podem ocorrer recalques, a média a alta nos trechos arenosos e com níveis de cascalhos.

A escavabilidade dos materiais desta unidade é fácil nos locais de maior espessura de material arenoso, como ao longo dos terraços aluvionares. A escavação em materiais arenosos, pouco coesivos, pode exigir implantação de estruturas de contenção das paredes das cavas.

A unidade apresenta alta suscetibilidade a inundações. São terrenos suscetíveis à erosão ao longo das margens (solapamento) dos canais fluviais.

f) Aspectos Hidrogeológicos

Os aspectos hidrogeológicos levantados basearam-se nos conhecimentos geológicos e geomorfológicos da região e nos mapas hidrogeológicos regionais – Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio Janeiro do Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000); Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil – SIG (CPRM, 2007) e Mapa Hidrogeológico do Brasil (Mente *et alii*, 1983).

A geologia, o relevo, clima, hidrologia, vegetação e solos são os fatores que em conjunto, determinam as condições hidrogeológicas de uma região. O fator geológico destaca-se na determinação da distribuição e importância das estruturas armazenadoras de água subterrânea. Isso porque, a litologia, a estrutura e a tectônica controlam as condições de ocorrência, movimento e qualidade das águas subterrâneas.

A All é constituída por aquíferos fissurais e porosos. Os primeiros são representados por rochas cristalinas do embasamento pré-cambriano (Complexo Paraíba do Sul, Complexo Rio Negro, Suíte Serra dos Órgãos). As rochas cristalinas armazenam água nas fraturas e fissuras, sendo consideradas, geralmente, como de baixa potencialidade para água subterrânea. Tais aquíferos apresentam uma distribuição espacial heterogênea e aleatória.

Os aquíferos porosos são formados por depósitos colúvio-aluvionares e flúviomarinhos quaternários.

Os depósitos aluvionares e flúviomarinhos, constituídos por sedimentos arenosos ou areno-argilosos quaternários, apresentam condições hidrogeológicas variáveis, ocorrendo como aquíferos livres, com lençol freático a pequena profundidade, sem proteção em superfície.

f.1.1) Aquífero Fissural – Rochas Cristalinas

O sistema aquífero fissural é constituído por rochas cristalinas, de alto grau metamórfico, consideradas como de baixa potencialidade para água subterrânea. Nessas rochas, a água subterrânea circula apenas através de suas fraturas e fissuras apresentando uma distribuição espacial heterogênea e aleatória.

As rochas cristalinas constituem aquíferos associados a sistemas de falhas e fraturas. A porosidade primária de suas rochas é quase nula, conferindo a elas uma permeabilidade extremamente baixa. A infiltração de água ocorre, essencialmente, nas zonas fraturadas, constituindo um aquífero fissural. Portanto, esses aquíferos estão relacionados à caracterização da natureza e da quantidade de suas fraturas, sendo que a água circula apenas em fraturas abertas. Esse tipo de aquífero apresenta caráter descontínuo, sendo a circulação das águas, em geral, pequena e dependente da interconectividade dessas fraturas.

Os mantos de intemperismo ou as coberturas colúvio-eluviais (solos residuais/coluviais) sobrepostas sobre essas rochas podem armazenar, dependendo de suas espessuras, volumes de água que, eventualmente, podem ser aproveitados em captações pontuais para abastecimento de residências através de poços escavados.

A presença de uma cobertura de solos sobre as rochas cristalinas favorece o processo de infiltração das águas de chuva e funciona como área de recarga para o meio fraturado subjacente. Do mesmo modo, as linhas de drenagem encaixadas em fraturas e diáclases são fundamentais, juntamente com as aluviões a elas associadas, para a alimentação dos aquíferos cristalinos.

O sistema cristalino como um todo é considerado de pequena potencialidade aquífera, com importância hidrogeológica relativamente pequena. As vazões típicas

ficam em torno de 2-3m³/h, sendo a qualidade química da água geralmente boa. Os poços fornecem vazões variadas em função da densidade de fraturas.

Quanto mais intensamente fraturada uma rocha, maior a sua capacidade de armazenar água subterrânea, sendo muito importante a presença de fraturas de grandes extensões. Portanto, a locação de poços neste tipo de terreno deve partir de um estudo estrutural de detalhe, onde as direções de falhas e fraturas, bem como suas características (abertas, fechadas, com material de preenchimento), devem ser observadas.

Nos aquíferos fissurais, em geral, o tempo de residência das águas de percolação é longo o suficiente para permitir uma mineralização dessas águas. Isso ocorre principalmente quando a circulação se faz por sistemas de fissuras pequenas e microscópicas, dando tempo para haver uma dissolução das rochas, sendo comum a presença de íons como cloretos, sódio, magnésio, potássio e cálcio na forma de carbonatos.

A qualidade das águas dos aquíferos fissurais é, em geral, boa. No entanto, cuidados devem ser tomados no sentido de evitar a sua contaminação já que os aquíferos fissurais constituem sistemas livres, de alta vulnerabilidade, principalmente aonde as coberturas de solo são pouco espessas e arenosas. Poços locados em fraturas, com conexão hidráulica aos cursos d'água podem também ser contaminados através de recarga induzida. Nos depósitos aluvionares dos vales estruturais, a vulnerabilidade é ainda maior por possuírem permeabilidade elevada e nível freático próximo à superfície. Neste caso constituem sistemas sujeitos à todo tipo de contaminação, sendo mais frequente a de origem orgânica e bacteriológica.

De acordo com Barreto (Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro, 2000), os aquíferos fissurais da área de estudo podem ser classificados em dois tipos: os de Favorabilidade Muito Baixa e os de Favorabilidade Moderada.

Os primeiros correspondem aos domínios geomorfológicos de relevo movimentado (montanhas, serras, morros altos) com gradiente de declividade superior a 45 graus. Nesse setor, as rochas cristalinas apresentam coberturas de solo pouco espessas, em terrenos de alta declividade, não oferecendo condições promissoras à acumulação de água subterrânea, uma vez que a inclinação dos terrenos controla o processo de escoamento superficial e, portanto a disponibilidade de água para a

infiltração na sua superfície. Nesse tipo de terreno, predominam, assim, os processos de escoamento superficial, em detrimento dos de infiltração.

A boa produtividade de poços vai depender da existência de fraturas na rocha e da boa conexão com a cobertura sobrejacente em áreas menos declivosas.

No entanto existe sempre a possibilidade de acumulação no fundo dos vales. Locais como os sopés de vertentes com solos mais espessos e fundo de vales seriam os mais indicados para a locação de poços. Nos vales estruturais os depósitos aluvionares de cascalho e areia grossa constituem aquíferos restritos e, onde atingem maiores espessuras, apresentam condições hidrogeológicas interessantes. A sua alimentação se dá através da infiltração direta das águas pluviais e pela recarga induzida dos cursos d'água, o que lhes confere vazões efetivas elevadas. Estes aquíferos podem ser captados através de poços escavados de pequena profundidade. No entanto poços profundos que captam fraturas no embasamento cristalino destes depósitos costumam ter vazões excelentes, pois o sistema de fraturas é permanentemente alimentado através da infiltração das águas a partir dos aluviões.

O Aquífero Cristalino com Favorabilidade Moderada corresponde a área das unidades de relevo das Colinas Isoladas e Morrotes Isolados que correspondem a pequenas elevações sustentadas por rochas cristalinas das unidades litoestratigráficas Complexo Paraíba do Sul (gnaisses, migmatitos) e Suíte Serra dos Órgãos (granitos e granitóides) capeadas ou circundadas por depósitos elúvio-coluvinares, apresentando gradientes de declividades inferiores a 45 graus.

Tal tipo de aquífero corresponde às áreas de média a boa potencialidade aquífera, principalmente quando ocorrem concentrações de fraturas na rocha, haja vista que, o relevo suave colinoso permite o desenvolvimento de coberturas de solo residual/coluvionar mais espessas com composição misturada de areia, argila e silte, com boa permeabilidade. Essa permeabilidade responde pela recarga do aquífero fissural cristalino subjacente nas áreas de baixada, além de permitir a captação de água em poços tipo cacimba, para uso doméstico. Nessa unidade, também se encontram nascentes nas vertentes e nos sopés das colinas, decorrentes do contato dos solos permeáveis com o maciço rochoso.

f.1.2) Depósitos Aluvionares (Aqüífero Poroso)

A potencialidade relativamente alta dos aqüíferos aluviais está associada aos altos valores dos recursos renováveis, dependentes essencialmente dos rios aos quais esses depósitos estão ligados. São constituídos por depósitos arenosos com intercalações silto-argilosas das aluviões fluviais que se estendem pelas baixadas, ocupando planícies de inundação e as calhas dos rios.

As aluviões mais expressivas apresentam, via de regra, distribuição de areia, cascalho, argila e silte muito complexa. Os sedimentos podem apresentar localmente variações, mas, normalmente, são compostos por intercalações de areias e argilas, com matéria orgânica e variação composicional.

Os aqüíferos são livres, sobrepostos, em geral, ao embasamento cristalino. Apresentam espessuras até 20m e possuem importância hidrogeológica local.

O comportamento de aqüífero poroso caracteriza-se por possuir uma porosidade primária e nos terrenos arenosos uma elevada permeabilidade. Dependendo da espessura e da razão areia/argila dessas unidades, podem ser produzidas vazões significativas nos poços tubulares perfurados.

Os aqüíferos são livres, com lençol freático à pequena profundidade, por vezes aflorante ou subaflorante, sem proteção em superfície e, portanto, vulneráveis a qualquer tipo de contaminação (figura 5.1.7)

A espessura relativa das unidades finas e grossas depende do tipo de sedimentos transportados pelo rio e da sua história geológica. Em geral, predominam camadas de areia de permeabilidade elevada que possibilita razoável aproveitamento das águas subterrâneas. A permeabilidade é variável. A porosidade efetiva média é de 5%. As vazões são médias, em torno de 8 a 10m³/h.

Figura 5.1.7 - Lençol freático à pequena profundidade aflorando em uma área escavada para exploração de areia. Fazenda Santo Estevão (UTM 724145//7507118)



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

A potencialidade das aluviões não foi suficientemente estudada como manancial de exploração de água subterrânea. Sua utilização deve ocorrer apenas no suprimento parcial de algumas localidades. As aluviões podem ser consideradas como de boas perspectivas hidrogeológicas, voltadas para poços rasos, tendo em vista pequenas demandas para o atendimento a particulares, pequenas comunidades. Além disso, a recarga desse tipo de aquífero é favorecida pela elevada precipitação pluviométrica da região. A recarga fluvial é a principal fonte de alimentação das aluviões. A infiltração e escoamento são irregulares devido à heterogeneidade litológica das aluviões. Entretanto, devido à granulometria predominantemente grossa dos sedimentos, ocorre uma infiltração da água para o subsolo, muito importante para os processos de recarga das aluviões.

As captações podem ser feitas por poços rasos, cacimbas ou poços escavados com ponteiras. As águas são normalmente de boa qualidade a levemente ferruginosas. Os sólidos totais dissolvidos – STD são inferiores a 200ppm. Podem apresentar, também, uma maior concentração de cloro – águas do tipo cloretada.

A potabilidade é considerada boa, mostrando apenas um caráter ligeiramente ácido, o que não chega a comprometer o consumo humano, entretanto pode variar localmente, principalmente em função de critérios bacteriológicos devido a contaminações produzidas por resíduos urbanos.

As aluviões possuem favorabilidade hidrogeológica variável. Nos locais onde podem

adquirir grande possança, com larguras e espessuras expressivas, se espera uma favorabilidade média a alta.

Na parte sul da área ocorre sedimentos que adquirem características de depósitos flúvio-marinhos. Os aquíferos relacionados aos sedimentos flúvio-marinhos situam-se em terrenos com cotas inferiores a 4 metros. São formados predominantemente por sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica. Podem apresentar águas salgadas e salobras, com altos teores de ferro e cloretos de má qualidade e apresentam permeabilidade muito baixa, não sendo adequados para utilização como fonte de água subterrânea.

As captações, raras, normalmente são feitas por poços rasos – cacimbas ou ponteiras - aproveitando os primeiros níveis d'água, que podem ser potáveis.

5.1.4 - Geologia da Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada

A Área de Influência Direta – AID do empreendimento considera a área correspondente ao reservatório a ser formado e a faixa de seu entorno imediato a partir da cota 18,5, limite da faixa de segurança do empreendimento e ainda as unidades de conservação situadas à pelo menos 500 metros de distância da cota 18,5. Inclui os locais selecionados para implantação da Barragem e dos Diques de Guapi-Açu. Trata-se de área sujeita aos impactos diretos da implantação e operação da barragem.

A Área Diretamente Afetada - ADA, totalmente incluída na AID, abrange a porção da área a ser inundada pelo futuro lago formado a partir do fechamento das comportas do barramento a ser construído. Esse alagamento corresponde ao trecho do leito do rio Guapi-Açu e de suas margens, atingindo a cota 18, e ainda o alcance da cota 18,5 ao se contemplar a margem de segurança para a formação do lago (Mapa 5.1.2).

Tais áreas estão inseridas, principalmente, na unidade litoestatigráfica Depósitos Colúvio – Aluvionares de idade quaternária, correspondendo às partes baixas ou baixadas onde se desenvolve a planície fluvial do rio Guapi-Açu. Esses depósitos são constituídos por sedimentos quaternários (neoceno-zóicos) inconsolidados compostos de areias, siltes, argilas e cascalhos aluviais e materiais coluviais representado por detritos rochosos, angulosos e sem classificação nas proximidades

das encostas. Nessa planície ocorrem colinas isoladas que se destacam na paisagem. À medida que essas baixadas se aproximam das escarpas serranas, as superfícies planas das baixadas vão sendo substituídas por um relevo de colinas e morrotes isolados por sedimentos fluviais ou rampas de colúvio. Essa morfologia demonstra uma grande variedade de ambientes deposicionais. O processo erosivo dominante na planície é o de solapamento das margens dos rios.

Nas planícies sobressaem terrenos colinosos de baixa amplitude topográfica que foram modelados até o Terciário superior e, posteriormente, dissecados durante o período quaternário.

Ao longo da margem direita do rio Guapi-Açu, em áreas de cota mais elevada representados por colinas ou morrotes isolados, predominam rochas do Complexo Rio Negro/Unidade Rio Negro representadas, principalmente por ortognaisses bandados, de granulação grossa, com intercalações de metagabro e metadiorito. Tais rochas encontram-se migmatizadas com estruturas dobradas e estromáticas. A ombreira da barragem nessa margem da barragem será apoiada em um morrote sustentados por esses ortognaisses (figura 5.1.8).

Figura 5.1.8 - Planície colúvio-aluvionar no local do eixo da barragem. Ao fundo, colina isolada sustentada por gnaisses da unidade Rio Negro onde será apoiada a ombreira direita da barragem (UTM: 722433/7503803)



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

Já na margem esquerda – onde será apoiada a ombreira esquerda - destaca-se a Unidade São Fidelis (Complexo Paraíba do Sul) sustentando pequenas colinas isoladas e morrotes. A unidade é composta por biotita-plagiocásio gnaisses, migmatizados com estruturas estromáticas e schlieren, associados a quartzitos e calcissilicáticas (figura 5.1.9).

Figura 5.1.9 - Planície colúvio-aluvionar no local do eixo da barragem. Ao fundo, morro baixo sustentado por rochas gnáissicas da unidade São Fidelis - ombreira esquerda da barragem (UTM: 722433//7503803)



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

5.1.5 - Aspectos Geotécnicos da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada

Na região da Barragem predominam **Depósitos Colúvio-Aluvionares** abrangendo o leito do rio Guapi-Açu e o terraço aluvionar. Colinas Isoladas e Morros Baixos sustentados por rochas gnáissicas e granito-gnáissicas das **Unidades São Fidélis e Rio Negro** sobressaem na Planície Fluvial e nas margens do futuro reservatório . A unidade **Depósitos Colúvio-Aluvionares** é constituída de sedimentos recentes, que resultam da sucessão de processos deposicionais que se desenvolveram em regime fluvial, composto de areias inconsolidadas, lentes de argila e cascalheiras fluviais em depósitos de calha, terraços e planícies de inundação, intercalados ou interdigitados com depósitos coluvionares areno-silto-argilosos, relacionados com processos dinâmicos de encostas e transporte por gravidade principalmente.

Esses materiais que compõem a planície fluvial apresentam granulometria variada com espessuras bastante variáveis. O comportamento geotécnico é condicionado pelas variações texturais e espessura dos estratos sedimentares, e pela posição do nível d'água. A capacidade de suporte é variável, de muito baixa, nos terrenos com níveis de argila mole onde podem ocorrer recalques, a capacidade de suporte média a alta nos trechos arenosos e/ou com níveis de cascalho.

A escavabilidade dos materiais desta unidade é fácil nos locais de maior espessura de material arenoso, como ao longo dos terraços aluvionares. A escavação em materiais arenosos, pouco coesivos, pode exigir implantação de estruturas de contenção das paredes das cavas. A unidade apresenta alta suscetibilidade a inundações. São terrenos suscetíveis à erosão ao longo das margens (solapamento) dos canais fluviais.

Os solos superficiais e de alteração das rochas da **Unidade São Fidélis (Complexo Paraíba do Sul)** e da **Unidade Rio Negro (Complexo Rio Negro)** são, em geral, areno-argilosos. Quanto à escavação os solos superficiais são de primeira categoria – facilmente escaváveis. Os solos de alteração são classificados, também, como de primeira categoria. Apresentam alta capacidade de carga e um baixo potencial de suscetibilidade a eventos de erosão e movimentos de massa, devido às altitudes baixas e ao gradiente suave do relevo colinoso dominante. Entretanto o desaparecimento da cobertura vegetal e da intensificação da ocupação humana vem aumentando a suscetibilidade de processos erosivos localizados.

Investigações de subsuperfície na área da Barragem e dos Diques foram executadas através de sondagens a percussão e roto-percussivas (sondagem mista), com ensaios de SPT (Standart Penetration Test). Foram consultados dados e informações do Projeto Básico (2012) e do RELATÓRIO E SERVIÇOS DE GEOTECNIA (Relatório RT-0812-0106-0517-001, maio 2013) ambos realizados pela COHIDRO.

Os boletins e perfis de sondagem executadas no período de setembro de 2012 a maio de 2013 encontram-se apresentados no anexo 2, no final deste capítulo.

Os trabalhos de sondagem realizados ao longo do eixo do futuro barramento revelaram que a rocha ou o impenetrável (obstáculo não penetrável pela ferramenta

de sondagem à percussão) foi alcançado a uma profundidade que variava entre 8,00 m (furo SP-117) e 30,30 m (furo SP-127).

A profundidade do material colúvio-aluvionar chega a atingir, em alguns furos, 24 a 27 metros até alcançar a rocha ou o impenetrável. No sítio da Barragem e do Dique 1 predomina um extenso terraço aluvionar. Abaixo da cota de 10 metros, o material é, algumas vezes, composto por argila mole (com SPT abaixo de 2 golpes) alternado com areia fina a grossa (com SPT de 2 a 5 golpes), com espessura de 4 a mais de 10 metros, recobrimdo horizontes de solo residual e rocha alterada / fraturada, que juntos podem alcançar mais de 10 metros de espessura.

As argilas moles são expansíveis e retráteis conforme a variação do teor de umidade.

Estão a profundidades variáveis, no entanto, se as fundações se aproximarem dessas camadas, pode haver necessidade de reforços e procedimentos específicos para que não haja recalques significativos e comprometimento das referidas estruturas. Técnicas específicas de engenharia, se necessário, podem não só evitar, como anular os efeitos dos movimentos dessas argilas.

Sotoposto a esses materiais foi inferido a presença de rocha sã, caracterizada como granito gnaisse.

Nas ombreiras da Barragem e do Dique 1 para jusante da Barragem observam-se erosões na superfície do terreno, na parte alta da margem direita.

Nos Diques 2 a 6 foram caracterizados horizontes de solo coluvionar e residual, sotopostos a rocha alterada / fraturada. Em geral, o primeiro metro, em média, se mostra como um solo vegetal (com SPT menor que 5 golpes), composto por argila siltosa e arenosa, com pedregulhos finos, raízes capilares e matéria orgânica.

Na seqüência, em profundidade, apresenta-se um solo residual maduro (com 5 a 10 golpes de SPT), composto por argila siltosa e arenosa e com 3 a 5 metros de espessura, em geral.

Destaca-se no Dique 6 (estrada vicinal que segue para a localidade de Poço Anil.) o solo residual com 2 golpes de SPT, como resultado na sondagem SP 42.

O solo residual jovem pode ser caracterizado como um silte argiloso e arenoso espesso, podendo alcançar quase 20 metros de espessura. Sotoposto a esses

materiais encontra-se um expressivo horizonte de rocha alterada / fraturada. Abaixo se infere uma rocha sã, caracterizada como granito gnaisse.

Nas áreas dos diques foram caracterizados, em geral, horizontes de solo coluvionar e residual sobrepostos à rocha alterada / fraturada. O primeiro metro, em média, se mostra como um solo vegetal (com SPT menor que 5 golpes), composto por argila siltosa e arenosa, com pedregulhos finos, raízes capilares e matéria orgânica.

O Dique 1 tem suas ombreiras apoiadas em colinas sustentadas por gnaisses bandados migmatizados da Unidade Rio Negro. São separadas por um trecho de micro relevo formado por depósitos colúvio- aluvionares da Planície Fluvial do rio Guapi-Açu. Na ombreira esquerda observam-se cicatrizes de deslizamento evoluindo para voçoroca (figura 5.1.10). A rocha gnáissica encontra-se bastante alterada com saprolito espesso e solo residual pouco desenvolvido. A rocha alterada mostra foliação quase vertical resultantes de dobras apertadas. Esta foliação deformada disposta em direções e ângulos de mergulhos variados com composições mineralógicas também variadas representa superfícies planares com planos de fraqueza e descontinuidades estruturais, tornando-se, certamente problemáticas do ponto de vista geotécnico, principalmente quando expostas ao intemperismo em taludes de corte.

Sondagem mista realizada no local da ombreira direita do Dique 1 (percussão + rotativa) atingiu profundidade de até 16m - 12 metros de solo e 3m de rocha (SM-84). A profundidade menor foi de 10m, alcançada por sondagem a percussão (SP-88) na baixada.

Figura 5.1.10 – Cicatriz de deslizamento em colina sustentada por rochas gnáissicas do Complexo Rio Negro. Nessa colina está projetada a ombreira direita da barragem (UTM: 721549//7504515).



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

O Dique 2 (figura 5.1.11) está compreendido entre colinas sustentadas por gnaisses (ortognaisses) do Complexo Rio Negro. Nessas colinas não foram observadas feições erosivas expressivas e cicatrizes de deslizamento. O local do barramento do Dique 2 apresenta profundidades variando de 13m – sendo 10m de solo e 3m de rocha sã - (SM-74) na ombreira esquerda, a 10m (SP-76) na baixada.

Figura 5.1.11 - Local do Dique 2 entre duas colinas sustentadas por gnaisses (ortognaisses) do Complexo Rio Negro.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

O Dique 3 (figura 5.1.12) e os demais diques apoiam suas ombreiras em pequenas colinas sustentadas por gnaisses do Complexo Rio Negro, geralmente em área onde predomina pastagens. Ao longo do eixo do Dique 3 as sondagens apresentam profundidades entre 20m (SP-63) na ombreira esquerda e 12m (SP-66) na baixada. No Dique 4 as sondagens apresentam maior profundidade em torno de 16m (SP-53) na ombreira direita e menor profundidade de 8m (SP-58) na baixada. No local da ombreira direita do Dique 5 o furo SP-44 alcançou a profundidade de 22m. Na ombreira esquerda, o furo SP-48 atingiu a profundidade de 15m. Na baixada, a menor profundidade foi de 8m (SP-49).

Figura 5.1.12 - Local projetado para a construção do Dique 3 entre duas colinas, nas proximidades do Haras São Geraldo (UTM: 721582//7505979).



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

5.1.6 - Aspectos Hidrogeológicos da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada

O aquífero predominante é do tipo poroso, granular, descontínuos e local, em sedimentos inconsolidados aluvionares encontrados em camadas de espessuras variáveis ou lentes arenosas. O lençol freático ocorre à pequena profundidade, por vezes aflorante ou subaflorante, sem proteção em superfície e, portanto, vulneráveis a qualquer tipo de contaminação, principalmente aquela advinda do uso de agrotóxicos, haja vista, grande parte desses terrenos serem ocupados e usados por diferentes tipos de plantios. Dependendo da espessura e da razão areia/argila

dessas unidades, podem ser produzidas vazões significativas nos poços tubulares perfurados. Nos terrenos ou camadas arenosos a permeabilidade é alta. Em geral, predominam camadas de areia de permeabilidade elevada que possibilita razoável aproveitamento das águas subterrâneas.

A permeabilidade é variável. A porosidade efetiva média é de 5%. As vazões são médias, em torno de 8 a 10m³/h.

Estes aquíferos podem ser captados através de poços escavados de pequena profundidade. Poços profundos que captam fraturas no embasamento cristalino destes depósitos costumam ter vazões excelentes, pois o sistema de fraturas é permanentemente alimentado através da infiltração das águas a partir dos aluviões. Na Fazenda Santa Maria, de propriedade de Paulo Roberto de Souza, tem um poço tubular com 137m de profundidade atingindo o embasamento cristalino fraturado – aquífero fissural - com nível d'água a 13m. Outro poço escavado no solo, na mesma fazenda tem água a 7 metros de profundidade.

O enchimento do reservatório provocará, nas rochas da área de estudo, uma mudança permanente no lençol freático para um novo perfil de equilíbrio, que será determinado pelas novas condições do nível de base, pela maior transmissividade dos maciços, em função do aumento da espessura saturada, e pela diminuição da superfície livre por onde se infiltra a água da chuva. A subida do nível d'água se processará pelo represamento do fluxo natural das águas subterrâneas e pela infiltração a partir do reservatório, se bem que em proporção bastante reduzida. Esse comportamento é previsto em terrenos permeáveis, como é o caso de aluviões ligadas às extensas planícies do rio Guapi-Açu.

No caso de rochas pouco permeáveis ou impermeáveis, como as pertencentes aos Complexos Paraíba do Sul, Rio Negro e Suíte Serra dos Órgãos o comportamento do nível d'água estará condicionado à posição topográfica do contato entre os solos de cobertura e a rocha sã, podendo se encontrar a profundidades variáveis, porém pouco profundas. Nessas condições, a presença do reservatório terá influência muito pequena no comportamento do lençol freático, que se restringirá à pequena faixa no entorno do reservatório.

Ressalte-se que, na planície colúvio-aluvial do rio Guapi-áçu e afluentes, o nível d'água encontra-se a pequenas profundidades, geralmente inferiores a 5 m,

devendo ser subaflorante nas áreas rebaixadas, onde podem existir lagoas temporárias ou áreas alagáveis. Tendo em vista o fato de a planície aluvial ocupar cotas baixas e conter sedimentos permeáveis, é prevista uma sensível elevação do nível d'água nas áreas correspondentes aos seus terraços.

A subida do lençol freático na área do reservatório poderá provocar, portanto, efeitos e alterações diversas, como formação de baixios úmidos ou zonas alagáveis e alteração das condições edáficas, principalmente à jusante dos diques projetados..

A produção de poços rasos e cacimbas situados no entorno do reservatório, poderá eventualmente, aumentar devido ao incremento da espessura saturada e consequente maior vazão. Podem-se esperar, também, alterações da qualidade da água subterrânea tendo em vista a submersão de expressivas áreas com intenso uso de solo para agricultura e pastagens.

5.1.7 - Recursos Minerais da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada

Para o levantamento dos processos de titularidade minerária na área de estudo foi feita uma consulta aos processos minerários protocolados no DNPM – 9º Distrito, situado no Rio de Janeiro (RJ), a partir da consulta ao banco de dados SIGMINE, disponível no site do órgão.

O SIGMINE – Sistema de Informação Geográfica da Mineração contem as poligonais das áreas com títulos minerários, bem como o número de seus respectivos processos no DNPM e a fase em que se encontra o processo.

A partir da identificação de processos que têm interferência com a Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, foi realizada a consulta no Cadastro Mineiro, banco de dados também do DNPM, que contem informações mais detalhadas de tais processos.

Dessa forma, através do shape do SIGMINE, foi elaborado o Mapa de Processos Minerários (Mapa 5.1.3) onde serão identificados os processos de titularidade minerária existentes na AID.

Na região existe um crescimento constante da construção civil devido a uma notável expansão das cidades. Assim, a produção dos insumos básicos empregados nessa atividade contribui para as economias locais. Na área de estudo há registros de uma

série de bens minerais onde se destacam a exploração de areia e outros materiais de uso direto na construção civil (brita e rocha para cantaria), além de água mineral. Extrações paralisadas de argila e saibro também estão presentes.

O saibro deriva-se, principalmente, da alteração de rochas da Suíte Serra dos Órgãos. Essa unidade é composta principalmente de leucogranitos grosseiros, que quando afetados pelo intemperismo, geram depósitos ricos em quartzos grosseiros tipo sacaroidal com pouca argila, excelentes para utilização como saibro.

As áreas de extração de areia na região se dão em geral sob regime de licenciamento (figura 5.1.13). No entanto, é comum a extração ilegal de areais devido à variação da disponibilidade de material no leito dos rios (figura 5.1.14). Os areais exploram nas margens e nos leitos ativos de rios e nas planícies aluvionares. Essa atividade depende diretamente dos períodos de chuva que pode intensificar a capacidade de transporte de sedimento nos leitos dos rios, além dos atributos físicos das drenagens como largura, profundidade em outros. Por esse motivo, essa atividade tem um caráter intermitente e raramente deixa vestígios ao final do processo. Em geral, extraem o material com auxílio de balsa e bomba de sucção de forma artesanal e destina-se ao consumo local.

Figura 5.1.13 - Extração de areia por dragas na Fazenda Santo Estevão. Área de concessão e autorização mineral do DNPM (UTM: 724145//7507118).



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

Figura 5.1.14 – Extração ilegal de areia nas margens e leito ativo do rio Guapi-Açu feita artesanalmente com pás e carregamento animal.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

Na região existem atualmente diversas explorações de água mineral em atividade. Em Cachoeiras de Macacu, as marcas comercializadas mais conhecidas são: Cascataí (fonte de mesmo nome) classificada como fluoretada e radiativa na fonte, Serra de Santo Amaro (fluoretada e hipotermal), Millenium e Recanto (fonte São Lázaro) classificada como fluoretada e radiativa na fonte, Gualumar (fluoretada) dentre outras.

Os recursos minerais presentes na Área de Diretamente Afetada - ADA são representados, principalmente por areias para construção civil, seguido de argila de uso industrial. Outros recursos são representados por água mineral e granito. A tabela 5.1.1 apresenta a relação dos processos minerários ativos na ADA que sofrerão interferências com a área a ser atingida pelo reservatório.

Tabela 5.1.1 – Processos Minerários Ativos na ADA		
NOME	SUBS	USO
Fazenda Santo Estevão Empreendimentos E Turismo Ltda	Areia	Construção Civil
Areal Da Divisa Ltda	Areia	Construção Civil
Maria Cristina Almeida Gonçalves	Areia	Construção Civil
Maria Cristina Almeida Gonçalves	Areia	Construção Civil
Fazenda Santo Estevão Empreendimentos E Turismo Ltda	Areia	Construção Civil
Jose Arley Lima Costa	Água Mineral	Engarrafamento
Eli Lopes Da Silva	Areia	Construção Civil
Jose Arley Lima Costa	Granito	Revestimento
Fazenda Santo Estevão Empreendimentos E Turismo Ltda	Areia	Construção Civil
Fazenda Santo Estevão Empreendimentos E Turismo Ltda	Areia	Construção Civil
Fazenda Santo Estevão Empreendimentos E Turismo Ltda	Areia	Construção Civil
Fazenda Santo Estevão Empreendimentos E Turismo Ltda	Areia	Construção Civil
Parahy Mineradora Ltda	Água Mineral	Engarrafamento
Paulo Roberto De Souza	Água Mineral	Engarrafamento
Eli Lopes Da Silva	Argila	Industrial
Fazenda Santo Estevão Empreendimentos E Turismo Ltda	Areia	Construção Civil

Fonte: SIGMINE; Cadastro Mineiro do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM

A tabela apresenta 16 (dezesseis) áreas requeridas no DNPM, tanto para fins de pesquisa como para exploração. Dessas áreas, 11 (nove) encontram-se em fase de autorização de pesquisa (Alvará de Pesquisa), 1 (uma) na fase de Licenciamento, 3 (três) em requerimento para pesquisa e 1 (uma) na fase de requerimento para Licenciamento.

Os recursos minerais que suscitaram interesse para autorizações e concessões minerais são: areia (11 áreas), argila industrial (1 área), granito (1 área) e água mineral (3 áreas).

5.1.8 - Geomorfologia da Área de Influência Indireta

a) Aspectos Metodológicos

O estudo geomorfológico foi elaborado visando a identificar, caracterizar e mapear as unidades de relevo homólogas, levando em consideração tanto os aspectos descritivos, associados à geometria das formas de relevo, quanto os aspectos morfodinâmicos e suscetibilidade à erosão.

Inicialmente, foram levantados e analisados os dados e as informações disponíveis na literatura geomorfológica existente sobre a região onde se insere o empreendimento em estudo. Foram consultados, principalmente, os trabalhos do RADAMBRASIL (Folha Rio de Janeiro/Vitória) e CPRM, Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro, escala 1:250.000, 2000, Mapa Geomorfológico das Bacias Hidrográficas dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu, CPRM, 2012). Além da pesquisa bibliográfica, foram interpretadas imagens de satélite e cartas topográficas do IBGE (1:50.000). Foram utilizados, também, mapas geológicos e geomorfológicos preexistentes de interesse para os estudos, além das observações de campo.

Durante os serviços de campo, foram verificados, *in loco*, os limites das unidades previamente mapeadas e complementadas as informações obtidas anteriormente. Após a consolidação dos dados de campo e de escritório, foi elaborado o Mapa Geomorfológico, na escala de 1:50.000 (Mapa 5.1.4 volume de mapas deste EIA), contendo as unidades de relevo e suas legendas..

A metodologia adotada hierarquiza os conjuntos de paisagens geomorfológicas em táxon ou grupo de uma categoria. O primeiro táxon corresponde ao domínio morfoestrutural, que abrange maior extensão em área e representa a influência do substrato geológico (grande unidade geotectônica). O segundo táxon corresponde às unidades geomorfológicas e representa a atuação dos processos geomorfológicos (processos erosivos ou deposicionais) na esculturação do relevo dentro do domínio morfoestrutural. O terceiro táxon corresponde às unidades de relevo homólogas individualizadas nas unidades geomorfológicas por fotoanálise, considerando parâmetros morfométricos, como desnivelamento topográfico, dimensão dos interflúvios ou densidade de drenagem.

b) Geomorfologia Regional

A geomorfologia da região é o resultado da interação entre aspectos geológicos, tectônicos e climáticos. A ocorrência de escarpas imponentes com grandes desníveis altimétricos reflete uma notável influência da tectônica na compartimentação do relevo (figura 5.1.15).

Figura: 5.1.15 – Serras e montanhas com escarpas condicionadas a grandes falhamentos regionais.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

A composição e a natureza das rochas combinadas com suas estruturas marcaram no relevo características que permitem a divisão da região de estudo em domínios morfoestruturais distintos. Os fatores climáticos, por sua vez, influíram na variedade dos processos morfogenéticos, e, em consequência, nas feições do modelado.

Nessa região são representativas as feições de dissecação como morros, serras ou feições de transição entre morfologias distintas de serras elevadas escarpadas e planícies fluviais. As serras apresentam-se contínuas enquanto as planícies fluviais ocorrem por vezes de forma estreita e alongada ao longo dos vales fluviais na região serrana e de forma ampla no trecho a montante e a jusante do eixo projetado para a barragem.

Pode-se dividir a área de estudo em duas grandes unidades ou domínios morfoestruturais: o Cinturão Orogênico do Atlântico (ou Planalto Atlântico) e as Bacias Sedimentares Cenozóicas. O Cinturão Orogênico do Atlântico, onde se insere a Unidade Geomorfológica Escarpa da Serra dos Órgãos ou Escarpas Serranas (Dantas, 2000) compreende um conjunto diversificado de rochas metamórficas e ígneas de idades diversas. Esse compartimento está representado por terrenos montanhosos e colinosos, sustentados por rochas graníticas – gnáissicas. A unidade Bacias Sedimentares Cenozóicas está representada pela Unidade Geomorfológica Baixada da Baía da Guanabara onde predominam

sedimentos coluvionares e aluvionares de origem predominantemente fluvial. Tal unidade inclui planícies fluviais, morrotes e colinas isoladas.

As escarpas serranas apresentam, em geral, desnivelamentos elevados, por vezes, superiores a 1500 metros com vertentes muito íngremes e rochosas. As configurações morfológicas dos escarpamentos são variadas, devido, principalmente a influências litoestruturais. Observa-se, assim, tanto uma muralha montanhosa, quanto um degrau escarpado mais degradado devido à ação diferencial dos processos tectônicos e erosivos durante todo o Cenozoico. Expressivos depósitos de sedimentos grosseiros mal selecionados (rudáceos) de encosta e dos altos cursos fluviais documentam o transporte em condições torrenciais e o acelerado recuo erosivo morfoestrutural.

A bacia fluvial do rio Guapi-Açu drena a escarpa e o seu canal tronco possui orientação NE-SW. O vale desse rio corresponde aos eixos de maior recuo da escarpa pelo trabalho erosivo e constitui as principais vias de penetração para o alto da serra. Os cursos afluentes formadores bacia do Guapi-Açu apresentam orientação preferencial NW, descendo de forma abrupta dos paredões rochosos das serras e confluindo no canal tronco do Guapi-Açu já na sua planície sedimentar fluvial.

A orientação NE-SW do rio Guapi-Açu é condicionada pelas estruturas geológicas das rochas pré-cambrianas (foliação, bandamento composicional) e subordinadamente, pelos diques de diabásio. A direção preferencial NW dos canais tributários é atribuída às falhas e fraturas ortogonais a este sistema.

As cabeceiras da bacia do rio Guapi-Açu drenam as rochas pré-cambrianas graníticas-gnáissicas da unidade litoestratigráfica Suíte Serra dos Órgãos enquanto seu médio e baixo curso atravessa os depósitos colúvio-aluvionares da planície fluvial.

O alto curso do rio Guapi-Açu apresenta uma amplitude significativa de relevo com a área mais baixa da bacia, mostrando uma passagem abrupta do ambiente montanhoso para a planície. O baixo curso deste rio mostra-se meandrante (parcialmente retificado), cruzando um restrito ambiente transicional de colinas até a planície costeira junto ao recôncavo da Baía de Guanabara.

As áreas de baixada situadas especialmente no baixo-médio vale do rio Guapi-Açu inclui um relevo de colinas e morrotes isolados com desníveis topográficos entre 30 e 120m, de encostas predominantemente convexas com formas côncavas embutidas. Essas elevações são bordejadas pelas planícies fluviais do Guapi-Açu ocorrendo, por vezes, como “ilhas” de colinas afogadas em meio aos depósitos sedimentares. A formação desse relevo de colinas no sopé da Serra dos Órgãos está relacionada ao contínuo recuo e rebaixamento das Escarpas Serranas, decorrente da dinâmica erosiva das encostas e da incisão dos canais fluviais.

São caracterizadas por planícies fluviais amplas e encostas cobertas por rampas de colúvios no sopé dos paredões rochosos e escarpas. No sentido das cabeceiras de drenagem, as planícies são restritas e encaixadas com predomínio de depósitos de colúvios sobre os leitos fluviais.

Os colúvios do sopé dos paredões apresentam uma ruptura de declive em sua porção intermediária, com aumento da declividade em seu perfil para o fundo de vale. Esta marca na paisagem registra um processo de dissecação ocorrido posteriormente a um primeiro ciclo de deposição com nível de base mais elevado. O processo de dissecação promove o entalhamento dos colúvios em sua porção inferior, em contato com o canal, deixando-os suspensos e com suas rampas mais suaves.

Todas essas unidades foram delineadas a partir da abertura do Atlântico e consolidadas ao longo do Terciário e continuaram a ser modeladas por eventos de erosão e sedimentação não uniformes ao longo do Cenozóico Superior. Esse conjunto de eventos resultou na atual configuração da região em estudo.

c) Unidades Geomorfológicas Regionais

A delimitação das unidades geomorfológicas — unidades macrorregionais — baseia-se na homogeneidade das formas de relevo e na sua gênese comum em relação aos fatores litoestruturais e climático, procurando-se retratar as paisagens da região.

c.1.1) Escarpa da Serra dos Órgãos (Escarpas Serranas)

As Escarpas Serranas apresentam uma orientação geral ENE-WSW e guarda remanescentes de Mata Atlântica. Caracteriza-se por longas encostas de alta

declividade expondo em suas cotas mais altas paredões e picos rochosos. Em alguns trechos, a amplitude topográfica da escarpa atinge mais de 1500m.

Essa unidade caracteriza-se por morfologia serrana bastante escarpada com um significativo controle estrutural que está ligado à história evolutiva geológico-geomorfológica da área. Trata-se de um relevo de transição entre a zona montanhosa do planalto reverso da Região Serrana e os terrenos planos e elevações isoladas do recôncavo da Baixada da Guanabara (Dantas, 2000). Esse escarpamento é drenado pelas principais bacias de drenagem que formam o sistema hidrográfico Macacu – Guapi-Açu - Guapimirim.

Esse compartimento mantém grande parte de sua cobertura florestal, principalmente nas altas vertentes inseridas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos e do Parque Estadual dos Três Picos. Nas baixas vertentes, observa-se o predomínio de pastagens. Ressalta-se a existência de áreas agrícolas nos sopés das escarpas, em especial nas várzeas dos altos vales do rio Guapi-Açu.

É comum a ocorrência de movimentos de massa nas escarpas florestadas, em especial, movimentos translacionais rasos e quedas de blocos, demonstrando assim, o processo de evolução geomorfológica dessa unidade de relevo. Assim sendo, eventos de enxurrada durante chuvas intensas podem promover problemas em localidades situadas nos altos cursos de rios em posição de sopé da escarpa.

c.1.2) Baixada da Baía da Guanabara

A Baixada da Baía da Guanabara é representada por áreas de acumulação fluviais e fluviomarinhas (alúvio-colúvio-marinhas) importantes, resultantes de uma sucessão de eventos de regressão e transgressão do nível relativo do mar. A feição morfológica dominante consiste nas extensas planícies constituídas por sedimentos inconsolidados neoceno-zóicos colúvio-aluviais, podendo ocorrer colinas isoladas. À medida que essas baixadas se aproximam das escarpas serranas, as superfícies planas das baixadas vão sendo substituídas por um relevo de colinas e morrotes isolados por sedimentos fluviais ou rampas de colúvio. Essa morfologia demonstra uma variedade expressiva de ambientes deposicionais. O processo erosivo dominante é o de solapamento das margens dos rios. Nas planícies sobressaem terrenos colinosos de baixa amplitude topográfica que foram modelados até o

Terciário superior e, posteriormente, dissecados ao longo do Quaternário. A baixada do rio Guapi-Açu compreende extensos fundos de vales preenchidos por sedimentos de origem fluvial, fluviolagunar e fluviomarinha, sendo delimitada por colinas isoladas. Ao sul da área começam a predominar amplas planícies fluviomarinhas. O curso do rio sofreu, em parte, obras de retificação visando rebaixar o nível do lençol freático e drenar planícies alagadas.

d) Unidades de Relevo

Com base nas imagens de satélite, mapas pré-existentes, cartas topográficas (1:50.000) e trabalhos de campo, foram separados conjuntos de formas de relevo com textura e padrão semelhante, levando em conta a amplitude altimétrica, gradiente, geometria dos topos e vertentes, densidade e padrão de drenagem. Foram identificadas e delimitadas oito unidades ou sistemas de relevo existentes na AI - **Planícies Fluviais, Rampas de Alúvio-Colúvio, Rampas de Colúvio-Tálus, Colinas Isoladas, Morrotes Isolados, Morros Baixos , Morros Altos e Serras.**

d.1.1) Planícies Fluviais (Várzeas) – Pf

Correspondem a superfícies subhorizontais constituídas de depósitos arenosos ou areno-argilosos bem selecionados formando planícies de inundações, terraços fluviais e leques alúvio-coluviais, com gradientes suaves e convergentes em direção aos canais troncos (figura 5.1.16). Os terrenos são inundáveis nos baixos cursos fluviais. Possuem moderada a baixa capacidade de carga. O lençol freático é pouco profundo, subaflorante, passível de contaminação.

Figura 5.1.16- Planície colúvio-aluvionar no local do eixo da barragem. Ao fundo, colina isolada sustentada por gnaisses.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

d.1.2) Rampas de Alúvio-Colúvio - Rc

São representadas por superfícies deposicionais inclinadas (5 a 10 graus) constituídas por depósitos de encosta, areno-argilosos a argilo-arenosos, mal selecionados, em interdigitação com depósitos praticamente planos das planícies fluviais. Ocorrem nas fraldas dos patamares, degraus estruturais e escarpas de borda de planalto (figura 5.1.17). Esses depósitos apresentam alta instabilidade em taludes de corte. Processos de ruptura lentos, do tipo rasteja (creep), podem ocorrer, e também rupturas bruscas, representadas por deslizamentos planares, principalmente ao longo do contato solo-rocha.

Figura 5.1.17 – Rampa de colúvio contendo matacões de granitóides



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

d.1.3) Rampas de Colúvio-Tálus - Rt

As rampas de colúvio/tálus são superfícies deposicionais altamente inclinadas (10 a 25 graus) constituídas por depósitos de encosta, de matriz areno-argilosa a argilo-arenosa, rica em blocos, mal selecionados, em interdigitação com depósitos suavemente inclinados das rampas de alúvio-colúvio. Ocorrem nos sopés das vertentes íngremes das escarpas serranas (figura 5.1.18).

Os depósitos de tálus são suscetíveis a processos de remobilização durante eventos de precipitações extremas ou prolongadas, podendo, também, ser submetidos a processos de movimentos de massa lentos, representados pelos rastejos (creep).

Figura 5.1.18 – Rampa de colúvio-tálus com inúmeros blocos de rocha granitoide. Ao fundo, um trecho das escarpas serranas.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

d.1.4) Colinas Isoladas - Ci

Corresponde a formas de relevo residuais, com vertentes convexas e topos arredondados ou alongados, com gradientes suaves (5 a 10 graus), com sedimentação de colúvios, remanescente do afogamento generalizado do relevo produzido pela sedimentação fluvial (figura 5.1.19). A densidade de drenagem é baixa a média com rede de drenagem imperfeita de padrão variado. As amplitudes topográficas estão em torno de 30-50m. Consistem de formas de relevo residuais. Os terrenos têm moderada a alta capacidade de carga (solos residuais e colúvios) com baixa suscetibilidade à erosão em geral, e moderada nas vertentes mais declivosas. Atuação predominante de processos de pedogênese com formação de solos profundos e bem drenados, em geral com baixa suscetibilidade à erosão. Ocorrências localizadas de processos de erosão laminar. Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

Figura 5.1.19 – Colina Isolada em planície fluvial. Ao fundo, morrotes e serras.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

d.1.5) Morrotes Isolados - Mi

Representam relevo de morros convexos, residuais, dissecados e topos arredondados e/ou alongados, com sedimentação de alúvios e colúvios e, subordinadamente, com depósitos de tálus; densidade de drenagem média com padrão de drenagem variável, de dendrítico a retangular ou treliça (figura 5.1.20). As amplitudes topográficas situam-se entre 50 e 120 e os gradientes das encostas são médios. Ocorrem subordinadamente, cristas alinhadas de morros mais elevados com amplitudes de relevo e declividades um pouco mais acentuadas. Equilíbrio entre os processos de pedogênese e morfogênese – formação de solos profundos e bem drenados com moderada suscetibilidade à erosão. Atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrências localizadas de processos de erosão linear acelerada expressa através de sulcos e ravinas. Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

Figura 5.1.20 – Morrote isolado sustentado por gnaisses da unidade Rio Negro.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

d.1.6) Morros Baixos - Mb

Essa unidade é representada por um relevo de morros dissecados com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados e ou alongados, com sedimentação de alúvios e colúvios e, subordinadamente, com depósitos de talus. As vertentes possuem gradiente suave a moderado (10° A 25°). As amplitudes topográficas variam de 100 a 200m e a densidade de drenagem é média com padrão variável, de dendrítico a retangular ou treliça.

Ocorrem subordinadamente, cristas alinhadas de morros de topos aguçados, mais elevados com amplitudes topográficas e declividades um pouco mais acentuadas. São formas de relevo residuais. A atuação de processos de erosão laminar é frequente e por vezes, a erosão linear forma sulcos e ravinas. Rampas de colúvios são geradas nas baixas vertentes.

Os terrenos apresentam moderada a alta capacidade de carga (colúvios e solos residuais) com alta suscetibilidade à erosão. Os solos são via de regra, pouco espessos com ocorrência de afloramentos de rocha. De maneira semelhante aos Morrotes Isolados a pedogênese e a morfogênese se equilibram. Os solos são profundos e bem drenados com moderada suscetibilidade à erosão. Observam-se trechos de solo exposto e alterado pela erosão laminar. Ocorrem localmente de

processos de erosão linear acelerada expressos através de sulcos e ravinas (figura 5.1.21).

Figura 5.1.21 – Morros baixos com solo exposto pela erosão laminar e em sulcos.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

d.1.7) Morros Altos (Degraus escalonados ou estruturais) - Ma

Essa unidade é constituída por relevo de morros elevados convexo-côncavos dissecados e topos arredondados ou aguçados, com sedimentação de colúvios, alúvios e subordinadamente, depósitos de tálus. Ocorrem compartimentos colinosos em seções alveolares nos vales principais. A densidade de drenagem é média a alta com padrão de drenagem variável, de dendrítico a retangular. As amplitudes topográficas estão entre 200 a 400m, com vertentes de gradientes médios a altos, com formas residuais proeminentes. Podem apresentar relevo de patamares estruturais em alguns trechos, com vertentes retilíneas e escarpadas, com amplitudes topográficas alcançando 500m. Por isso podem ser também, interpretados como Degraus Escalonados – constituídos de extensos espigões e degraus escalonados em forma de patamares que se projetam de escarpa da serra do Mar, gerando relevos montanhosos junto a sua base. Apresentam geometria retilíneo-côncava, vertentes de gradientes elevados (30 a 45°) e topos aguçados ou alinhados em extensas cristas. Tais patamares apresentam amplitudes de relevo

superiores a 300m e densidade de drenagem alta com padrão treliça a retangular. Atuação da erosão e de movimentos de massa é frequente (figura 5.1.22). Nas baixas vertentes são comumente gerados depósitos de tálus e de colúvios.

Figura 5.1.22 – Morros Altos apresentando cicatrizes de erosão e movimentos de massa devido ao desmatamento.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

d.1.8) Serras (Escarpas serranas) - Se

Relevo de patamares litoestruturais (alinhamentos serranos e degraus estruturais) com vertentes de declividades acentuadas, retilíneas a côncavas e topos aguçados ou arredondados que se destacam topograficamente na paisagem (figura 5.1.23). A densidade de drenagem é alta com padrão de drenagem variável, de paralelo a dendrítico. As; amplitudes topográficas são superiores a 500m, apresentando gradientes elevados, com ocorrência de colúvios e depósitos de tálus, solos rasos e afloramentos de rocha. Os terrenos escarpados e/ou de altas declividades apresentam alta suscetibilidade a processos de erosão e movimentos de massa, incluindo queda de blocos.

Figura 5.1.23 - Relevo de Serras com montanhas e topos aguçados formando picos.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

e) Aspectos Morfodinâmicos (dinâmica dos processos geomorfológicos)

As considerações aqui apresentadas têm a finalidade de analisar e qualificar o relevo de acordo com a morfodinâmica atual, destacando a importância dessa dinâmica na interação dos diferentes componentes ambientais. Os aspectos morfológicos foram relacionados a parâmetros, tais como declividades, condições litológicas e pedológicas, precipitação, cobertura vegetal, ações antrópicas e processos morfogenéticos predominantes.

Segundo TRICART (1977), a intensidade morfodinâmica é classificada de acordo com o balanço entre a intensidade dos processos morfogenéticos e pedogenéticos, considerando-se três graus de meios ecodinâmicos: estável (predominância de pedogênese), de transição (equilíbrio entre pedogênese e morfogênese) e instável (predominância da morfogênese).

A All abrange regiões de morfologia variada sustentada por diferentes unidades litoestratigráficas, com os tipos de relevo e solos a elas associados. Os processos morfogenéticos se diferenciam em função da diversidade litológica, estrutura geológica, clima, relevo e da cobertura vegetal. As influências tectono-estruturais são constantes (alinhamentos de topos ou cristas estruturais, cursos d'água retilíneos/sulcos estruturais, falhas, diáclases, foliação das rochas).

A diferença de permeabilidade entre solo e rocha constitui um meio de percolação preferencial na interface entre esses dois tipos de material, podendo desencadear processos erosivos e instabilidades, principalmente em terrenos declivosos.

Os produtos de intemperismo dos diversos tipos de rocha — que guardam as características originais dessas rochas — podem se apresentar por vezes, desfavoráveis. As influências antrópicas (principalmente o desmatamento) contribuem para degradar o meio ambiente. A devastação das matas para uso pecuário rompe, mormente, a cobertura vegetal, deixando os solos desprotegidos das chuvas e facilitando o escoamento superficial das águas pluviais.

A erosão atua, principalmente, por meio do escoamento concentrado, provocando o aparecimento de sulcos, ravinas e até voçorocas nas encostas mais íngremes, onde podem ocorrer, também, movimentos de massa, ocasionando instabilidade dessas áreas.

O comportamento erosivo nas Serras e Morros Altos é caracterizado pela atuação de movimentos de massa nas encostas. Os tipos e a intensidade dos movimentos de massas são reconhecidos como deslizamentos, quedas de rochas e avalanches de detritos, que ocorrem, principalmente, nos períodos de maior precipitação pluvial. Estes processos erosivos removem porções da vegetação, do solo, de depósitos eluvionares e coluvionares e até mesmo de rocha sã. Deste modo, é comum a presença de inúmeras cicatrizes erosivas ao longo das encostas íngremes, expondo afloramentos rochosos. O material detrítico removido pelos movimentos de massa é transportado para os sopés das encostas ou junto aos eixos das drenagens, formando depósitos de tálus e colúvio. Aliás, a evolução natural do relevo está ligada a desmoronamentos e escorregamentos das encostas que são favorecidos pelas fraturas na rocha e pela ausência de vegetação, principalmente durante episódios de chuvas intensas. Na base das encostas ou na meia encosta e próximo aos afloramentos rochosos, distribuem-se os blocos de rocha desmoronados formando o tálus, que não é muito estável.

Essa dinâmica natural é inevitável nos relevos montanhosos em meio tropical e a floresta nas encostas exerce uma função primordial para harmonizar a energia da natureza. A cobertura florestal é de extrema importância na regularização da hidrologia das encostas e no controle dos movimentos de massa.

As formas de relevo mais conservadas (colinas e morrotes isolada) oferecem, via de regra, poucas restrições quanto ao uso e ocupação, pois se trata de formas de relevo convexas de topos arredondados com poucos desníveis, gradientes suaves a médios, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão.

Nesse caso, os processos morfogenéticos não têm muita atuação em função do tipo do modelado, do escoamento superficial predominante e da espessa cobertura das formações superficiais de textura argilosa e areno-argilosa.

Considerando essas condições, a morfodinâmica tem fraca intensidade e se realiza, principalmente, pelo escoamento superficial difuso e subsuperficial, favorecendo o aprofundamento do manto de decomposição. Tais características contribuem para que a intensidade morfodinâmica onde ocorrem relevo colinoso seja enquadrada na faixa estável (predominância de pedogênese) e, secundariamente, de transição (equilíbrio entre pedogênese e morfogênese) nos morros baixos e isolados.

Podem, no entanto, surgir ravinas a partir de escoamentos concentrados localizados. Ocorrem, também, rastejo e pequenos deslizamentos de terra a partir de cortes efetuados junto à base dessas colinas e morros baixos.

Ocorrem também superfícies de relevo montanhoso, forte ondulado, ondulado com dissecação variável. Nas partes de relevo mais movimentado, como serras, montanhas, morros altos, os processos morfogenéticos, dos quais o escoamento superficial do tipo concentrado é predominante, têm muita atuação em função do tipo do modelado e das coberturas das formações superficiais de textura argilosa e areno-argilosa.

A erosão, nesse caso, atuando, principalmente, por meio do escoamento concentrado, pode provocar o aparecimento de sulcos e ravinas nas encostas mais íngremes, onde podem ocorrer, também, movimentos de massa, ocasionando instabilidade dessas áreas.

Essas formas mais dissecadas, onde a ação da erosão foi mais acentuada - são mais restritivas quanto à implantação de empreendimentos. Sistemas de serras, montanhas e morros altos com relevos de dissecação diferencial, orientados conforme a estrutura, com declives médios a acentuados, sustentados por gnaisses ou granitóides, com formações superficiais de espessuras variadas, com ou sem fragmentos de rocha, determinam um grau elevado de instabilidade para esses

setores da área. Tais processos erosivos tendem a se desenvolver estimulados pela crescente substituição de vegetação natural por pasto. Nesses setores, a intensidade morfodinâmica é classificada como instável (predominância da morfogênese).

Na baixada do rio Guapi-Açu a erosão é muito fraca devido a baixa ou inexistente gradiente topográfico. São áreas de baixada ou planícies de acumulação de sedimentos. Nesse caso predomina a pedogênese com formação de solos Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos.

f) Avaliação da Suscetibilidade à Erosão (ocorrência e/ou propensão de processos erosivos, movimentos de massa)

Os processos erosivos superficiais e deslizamentos ocorrem em áreas de formações superficiais areno-argilosas em geral submetidas a ações antrópicas tais como desmatamentos, cortes de estrada, ocupação por moradias e áreas de empréstimo e, também, devido a desequilíbrios naturais entre os processos pedogenéticos e morfogenéticos. As influências antrópicas (principalmente o desmatamento) contribuem para a degradação do meio ambiente.

Cortes realizados nas encostas para lotes de terreno, ruas, estradas e áreas de empréstimo podem promover o desconfinamento do solo/rocha e alterar o equilíbrio dinâmico natural, vindo a acelerar o processo de mobilização da encosta. Dependendo da declividade do terreno e do grau de saturação dos materiais, o processo de ruptura pode evoluir do rastejo – movimento muito comum – para movimentos mais acelerados e de alto poder de impacto, como corridas de detritos e lama e deslizamentos.

f.1.1) Descrição das Classes de Suscetibilidade

A avaliação da suscetibilidade de erosão está relacionada com os tipos de relevo e suas informações morfométricas e feições morfológicas, tais como vales, encostas, tipos de elevações, aspectos geológicos e estruturais das rochas, classes e propriedades físicas e químicas dos solos, processos morfodinâmicos e seus efeitos (erosão laminar, sulcos erosivos, ravinas, voçorocas e cicatrizes de erosão), condições climáticas, proteção vegetal e uso da terra. A integração desses atributos

permitiu agrupar as áreas em três categorias ou classe de suscetibilidade à erosão: **baixa, média, alta.**

As diferentes categorias estabelecidas expressam a situação atual e potencial, haja vista tratar-se de uma avaliação dinâmica, alterada, principalmente, conforme a atividade antrópica.

Valores altos de amplitude de relevo, declividade e grau de dissecação (entalhamento da drenagem) propiciam, em geral, maior intensidade dos processos morfodinâmicos e mais elevada suscetibilidade à erosão dos terrenos. A alta intensidade das chuvas favorece os fluxos superficiais (escoamento superficial pluvial) e subsuperficiais nas mais diferentes profundidades acompanhando as descontinuidades pedológicas e/ou litológico-estruturais (as zonas de fraturas e falhas). Os contatos litológicos são os locais preferenciais para o alívio de pressão piezométrica exfiltrando a água e iniciando a erosão que, por vezes, avança de maneira remontante.

A seguir, a descrição das diferentes classes de suscetibilidade à erosão:

➡ Baixa - B

As áreas de baixa suscetibilidade à erosão distribuem-se nas Planícies Colúvio-Alúvionares onde ocorrem depósitos sedimentares com areias, siltes, cascalhos e argilas compondo, em geral, solos profundos (>1m) (Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos). Podem ocorrer solos compressíveis com baixa capacidade de suporte. A erosão laminar pode manifestar-se sem evidências erosivas marcantes. São comuns erosões laterais e verticais do canal; erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais.

A suscetibilidade a movimentos de massa é nula, porém em determinados trechos, próximos ao contato com formas de relevo elevadas e de alta declividade, as planícies podem ser atingidas por materiais detríticos provenientes de movimentos de massa ocorridos à montante. Nos terraços fluviais livres das inundações pelo transbordamento dos rios, a suscetibilidade à erosão é baixa, exceto nos pontos onde o uso e ocupação humana degradou os solos.

Como se trata de uma área de acumulação de sedimentos a propensão a assoreamentos é considerável.

A escavabilidade dos materiais é fácil nos locais de maior espessura de material arenoso, com predominância de materiais de primeira categoria. Entretanto, a escavação em materiais arenosos, pouco coesivos, pode exigir implantação de estruturas de contenção das paredes das cavas.

Podem ocorrer inundações irregulares, não ocorrendo todos os anos. Durante episódios de chuvas intensas é comum a ocorrência de enchentes na bacia hidrográfica do rio Guapi-Açu.

➡ Média - M

Esta classe distribui-se em áreas de relevo ondulado a forte ondulado, com Colinas Isoladas, Morrotes Isolados e Morros Baixos de encostas convexas com segmentos retílineos e declividades entre 10-20°, topos arredondados e amplitudes topográficas entre 30 e 120m. Podem ocorrer também em relevos mais elevados com morros altos ou montanhas nos topos mais amplos de forma arredondada com presença de solos maduros e mais profundos. O substrato é composto predominantemente por gnaisse ou granitóide. Ocorrem, eventualmente, matacões imersos no solo. Os solos são, em geral, medianamente profundos - Latossolos e Argissolos. Ocorrem, também, Afloramentos de Rocha. O solo de alteração quando siltoso e micáceo, torna-se mais suscetível à erosão. São terrenos moderadamente suscetíveis à erosão, evidenciado pela formação terracetes de pisoteio, de sulcos e ravinas devido ao escoamento concentrado das águas superficiais e erosão laminar devido ao escoamento difuso e concentrado. Ambos os tipos de escoamento proporcionam a remoção parcial dos horizontes superficiais dos solos (figura 5.1.24). Podem ocorrer ravinas e escorregamentos localizados em solos superficiais de textura argilosa provocados, principalmente, por concentrações de águas pluviais. Nos setores menos declivosos a intensidade dos processos morfogenéticos se equivale aos processos pedogenéticos.

Figura 5.1.24 – Terracetes de pisoteio com formação de pequenas ravinas em Morros Baixos.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

➡ Alta - A

Esta classe abrange relevo montanhoso e forte ondulado, com amplitudes topográficas entre 250 e 800 m, gradientes elevados a muito elevados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus e solos rasos. Os topos são arredondados e angulosos, encostas com declividades acentuadas, entre 35-45°, característico das unidades de relevo Morros Altos e Serras com vertentes convexas e retilíneas. Nessa unidade podem ocorrer concentrações de blocos e matacões (tálus) sujeitos a mobilização. A suscetibilidade a movimentos de massa varia de moderada a alta. Nas vertentes mais íngremes podem ocorrer rupturas localizadas e, eventualmente, quedas de blocos de rocha e depósitos de tálus e colúvios na base das encostas. O substrato geológico granito-gnáissico apresenta-se bastante fraturado, com linhas de drenagem e encostas de vales condicionadas pelas fraturas regionais e locais.

Grande quantidade de fraturas (falhas e juntas) são evidenciadas nesses vales retilíneos, encostas subverticais e escarpas abruptas. A presença de matacões, lascas e blocos de rocha é constante.

Predominam solos rasos com profundidades inferiores a 50cm (Cambissolos e Neossolos Litólicos) e exposições de Afloramentos de Rocha. Ocorrem, também, Argissolos bastante suscetíveis à erosão, pois apresentam horizonte C profundo e pouco coeso com elevado teor de silte e/ou areia fina. Os Cambissolos são também,

muito suscetíveis à erosão. Os horizontes A e B são pouco desenvolvidos sobre um horizonte C espesso e, a semelhança dos Argissolos, pouco coeso com alto teor em silte.

O processo dominante é o movimento de massa representado por deslizamento de terra e pela queda de blocos, além de rolamento de blocos, escorregamentos e deslocamentos rochosos condicionados às juntas de alívio e planos de falha.

Os deslocamentos ocorrem em setores subverticais de encostas rochosas e em taludes de corte ao longo de estradas, por desprendimento de blocos definidos por fraturas no maciço. Ocorrem, também, deslizamentos de solo e rocha associados à dinâmica evolutiva das encostas. Desenvolvem-se, em geral, ao longo de superfícies de ruptura bem definidas. O seu desencadeamento se dá pela diminuição dos parâmetros de resistência dos materiais envolvidos, através da redução da coesão entre os grãos dos solos residuais ou coluvionares.

O rolamento de blocos ou matacões pode ser desencadeado por solapamento em sua base de apoio decorrente da erosão, descalçamento por escavação ou evolução dos processos de intemperismo. Podem ocorrer rolamentos de matacões de grande porte, mesmo na ausência de chuvas. Os escorregamentos planares em solos são freqüentes. Esses processos ocorrem naturalmente, e de forma generalizada, nessa classe de suscetibilidade, sendo deflagrados, principalmente, por eventos de chuvas intensas. São, também, fortemente induzidos pelo tipo de uso do solo, com mudança na dinâmica das águas nas encostas (desmatamento, movimentos de terra).

As áreas de suscetibilidade **alta** estão relacionadas, também, aos trechos onde a declividade combinada com o desmatamento, o uso inadequado das terras, com solos da classe Argissolo dão origem a sulcos erosivos, ravinas e cicatrizes de erosão propiciadas pelo escoamento concentrado das águas pluviais. Os processos morfogenéticos prevalecem em relação aos pedogenéticos.

As Rampas de Colúvio-Tálus formadas na base dos paredões rochosos ou mesmo ao longo de altas drenagens podem ser enquadradas nesta classe de suscetibilidade. Nos locais onde ocorre um contato abrupto entre o tálus e a rocha forma-se uma superfície inclinada que favorece os escorregamentos.

Os corpos de tálus são muito heterogêneos, com blocos de rocha de dimensões variadas imersos em uma matriz areno-agilosa. Esses depósitos relacionam-se a

processos morfogenéticos gravitacionais resultantes de movimentos de massa nas encostas de elevada declividade, cuja deposição, geralmente em pontos de queda de relevo, alcançou uma posição de equilíbrio dinâmico. Os depósitos de tálus capeiam vertentes e ocorrem em estreita associação com depósitos coluvionares, com alto grau de saturação e elevada permeabilidade. Tais depósitos apresentam baixas propriedades geotécnicas. A suscetibilidade a movimentos de massa é muito alta, estando sujeitos a lentas mobilizações, assumindo um movimento semelhante a um fluxo viscoso, nem sempre perceptível a olho nu.

Os demais processos morfogenéticos são caracterizados por escoamentos difusos e concentrados tornando as vertentes com declividades acentuadas ($> 45^\circ$) suscetíveis a processos erosivos de ravinamento e movimentos de massa como rastejos e deslizamentos translacionais rasos.

Podem ocorrer também corridas de massa ao longo das drenagens principais. São deslocamentos de massas viscosas de solo/rocha, de natureza hidrodinâmica, envolvendo grandes volumes de material. Originam-se a partir de escorregamentos em locais mais altos a montante, cujos materiais adquirem velocidade e fluidez ao longo das linhas de drenagem devido às elevadas declividades e amplitudes das encostas. Têm grande raio de alcance e alto poder destrutivo.

Tabela 5.1.2 – Características das Classes de Suscetibilidade à Erosão na AI

Tipos	Classes		
	Alta	Média	Baixa
Relevo	Forte ondulado; Montanhoso	Ondulado a forte ondulado	Plano e suave ondulado
Unidades de Relevo	Morros Altos e Serras; Rampas de Colúvio-Tálus.	Colinas e Morrotes Isolados; Morros Baixos	Planícies Colúvio- Alúvionares
Tipo litológico predominante	Gnaiss e granitóides	Gnaiss ou granitóide	Areias, siltes, argilas e cascalhos aluviais
Solos dominantes	Solos que possuem gradientes texturais, pequena profundidade efetiva, média a baixa relação infiltração/escoamento superficial.	Solos medianamente profundos, com ou sem gradiente textural. Latossolos e Argissolos.	Profundos, bem drenados, alta relação infiltração/escoamento superficial. Neossolos Flúvicos, Gleissolos Háplicos..

Tabela 5.1.2 – Características das Classes de Suscetibilidade à Erosão na AI

Tipos	Classes		
	Alta	Média	Baixa
	Neossolos, Argissolos, Cambissolos, Afloramentos de Rocha		
Efeitos da morfodinâmica	Erosão laminar severa e sulcos erosivos, ravinas; remoção parcial do solo; presença de sulcos, ravinas, cicatrizes de deslizamento e de queda de blocos e lascas de rocha. Suscetibilidade à movimentos de massa é alta, onde os tipos de ruptura característicos são os planares e/ou rotacionais. Ocorrência de queda de blocos nos paredões rochosos. Nos depósitos de talus a suscetibilidade a movimentos de massa é muito alta, estando sujeitos a lentas mobilizações ou rastejos	Erosão laminar moderada e sulcos erosivos localizados pelo escoamento semiconcentrado, algumas ravinas.	Fraca erosão laminar sem evidências erosivas, com infiltração das águas ou com ligeiras evidências de sinais de erosão laminar por escoamento difuso; Terrenos sujeitos a inundações e assoreamentos.

5.1.9 - Geomorfologia da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada

a) Geomorfologia da AID e ADA (as unidades de relevo)

A AID e a ADA estão inseridas principalmente na unidade de relevo Planície Fluvial constituídas de depósitos arenosos ou areno-argilosos formando planícies de inundações, terraços fluviais e leques alúvio-coluviais, com gradientes suaves e convergentes em direção aos canais troncos. Nessa planície ocorrem Colinas Isoladas que se destacam na paisagem e, subordinadamente Morros Baixos e Morrotes Isolados à medida que a planície se aproxima das partes de relevo mais

acentuada da área estudada. Na maioria das vezes, as colinas e os morrotes encontram-se isolados por sedimentos fluviais ou rampas de colúvio (mapa 5.1.5).

As colinas possuem vertentes convexas com gradientes suaves e topos arredondados ou alongados. A densidade de drenagem é baixa a média com rede de drenagem de padrão variado. As amplitudes topográficas variam entre de 30-50m.

Os morros e morrotes são, em geral, convexos, com topos arredondados e/ou alongados. As vertentes têm gradientes médios, apresentando, em alguns casos depósitos de talus associados na baixa encosta. As amplitudes topográficas variam entre 50 e 120.

Ocorrem, também, Rampas de Alúvio-Colúvio em alguns trechos no contato entre a planície fluvial e as elevações circundantes. São constituídas por depósitos de encosta, areno-argilosos a argilo-arenosos, mal selecionados, em interdigitação com depósitos praticamente planos das planícies fluviais.

b) Dinâmica dos Processos Geomorfológicos

b.1.1) Ocorrência e/ou propensão de processos erosivos, movimentos de massa.

A AID abrange as unidades de relevo **Planície Fluvial, Colinas Isoladas, Morros Baixos Morrotes Isolados e Rampas de Colúvio**. Os processos morfogenéticos se diferenciam em função da diversidade litológica, estrutura geológica, formas de relevo, tipos de solos e cobertura vegetal.

Na baixada do rio Guapi-Açu onde predomina a Planície Fluvial a erosão é muito fraca devido ao baixo ou inexistente gradiente topográfico. São áreas de baixada ou planícies de acumulação de sedimentos. Nesse caso predomina a pedogênese com formação de solos Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos. O lençol freático é pouco profundo, as vezes subaflorante.

As unidades de relevo Colinas Isoladas, Morros Baixos, Morrotes Isolados oferecem, via de regra, poucas restrições quanto ao uso e ocupação, pois se trata de formas de relevo convexas de topos arredondados com poucos desníveis, gradientes suaves a médios, com moderada suscetibilidade à erosão.

Nesse caso, os processos morfogenéticos não têm atuação muito intensa em função do tipo do modelado, do escoamento superficial predominante e da espessa cobertura das formações superficiais de textura argilosa e areno-argilosa.

Considerando essas condições, a morfodinâmica tem fraca a média intensidade e se realiza, principalmente, pelo escoamento superficial difuso e subsuperficial, favorecendo o aprofundamento do manto de decomposição. Tais características contribuem para que a intensidade morfodinâmica onde ocorrem esses padrões de relevo seja enquadrada na faixa de transição (equilíbrio entre pedogênese e morfogênese).

Nessas unidades podem surgir sulcos e ravinas a partir de escoamentos concentrados localizados. Ocorrem, também, rastejo e pequenos deslizamentos de terra a partir de cortes efetuados junto à base dessas colinas e morros baixos.

As Rampas de Colúvio ocorrem, em geral, em contato direto com a rocha sã ou pouco alterada, ou capeando horizontes de solo residual. Distribuem-se ao longo das encostas, apresentando variadas espessuras, depositados nas porções mais distais e basais do relevo.

A diferença de permeabilidade entre o material coluvionar e a rocha constitui um meio de percolação preferencial na interface entre esses dois tipos de material, podendo desencadear processos erosivos e instabilidades. Processos de ruptura lentos, do tipo rastejo (creep), podem ocorrer, e também rupturas bruscas, representadas por deslizamentos planares, principalmente ao longo do contato solo-rocha. Nesse caso predomina a morfogênese em relação à pedogênese.

Na AID ocorrem terrenos com duas classes de suscetibilidade à erosão diferenciadas: **Baixa e média suscetibilidade erosão**.

As áreas de **baixa suscetibilidade à erosão** situam-se nas Planícies Colúvio-Alúvionares onde ocorrem depósitos sedimentares com areias, siltes, cascalhos e argilas compondo, em geral, solos profundos (>1m) (Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos). Podem ocorrer solos compressíveis com baixa capacidade de suporte. A erosão laminar quando ocorre não mostra evidências erosivas marcantes. São comuns erosões laterais e verticais do canal; erosão em sulcos e desbarrancamentos na margem dos canais.

A suscetibilidade a movimentos de massa é praticamente nula, porém em determinados trechos, próximos ao contato com formas de relevo elevadas e de alta declividade, as planícies podem ser atingidas por materiais detríticos provenientes de movimentos de massa ocorridos à montante. Nos terraços fluviais livres das inundações pelo transbordamento dos rios, a suscetibilidade à erosão é baixa, exceto nos pontos onde o uso e ocupação humana degradaram os solos. Como se trata de uma área de acumulação de sedimentos a **propensão a assoreamentos** é considerável. A escavabilidade dos materiais é fácil nos locais de maior espessura de material arenoso, com predominância de materiais de primeira categoria. Entretanto, a escavação em materiais arenosos, pouco coesivos, pode exigir implantação de estruturas de contenção das paredes das cavas.

Podem ocorrer inundações irregulares em alguns anos. Durante episódios de chuvas intensas é comum a ocorrência de enchentes na bacia hidrográfica do rio Guapi-Açu.

A **classe de média suscetibilidade à erosão** distribui-se em terrenos de relevo ondulado a forte ondulado, como Colinas Isoladas, Morrotes Isolados e Morros Baixos. São formas de relevo com encostas convexas, por vezes retilíneas, de declividades entre 10-20°, topos arredondados e amplitudes topográficas entre 30 e 120m. O substrato é composto por gnaisse ou granitóide. Ocorrem, eventualmente, matacões imersos no solo. Os solos são medianamente profundos - Latossolos e Argissolos. Ocorrem, também, Afloramentos de Rocha. O solo de alteração quando siltoso e micáceo torna-se mais suscetível à erosão. As feições erosivas mais comuns são sulcos e ravinas formadas pelo escoamento concentrado das águas pluviais. Áreas de solo exposto pela erosão laminar são observadas nas encostas sujeitas ao escoamento difuso e concentrado. Ambos os tipos de escoamento proporcionam a remoção parcial dos horizontes superficiais dos solos.

Podem ocorrer cicatrizes de deslizamentos ou voçorocas localizadas em solos superficiais de textura argilosa (figura 5.1.25). Nos setores menos declivosos a intensidade dos processos morfogenéticos se equivale aos processos pedogenéticos.

Figura 5.1.25 - Ravinas evoluindo para voçorocas em encostas de alta declividade em Morros Baixos próximo ao vale do rio Guapi-Açu.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

Tabela 5.1.3 –Classes de Suscetibilidade à Erosão na AID		
Situação	Classe	
	Baixa	Média
Relevo	Plano e suave ondulado	Ondulado a forte ondulado
Unidades de Relevo	Planícies Colúvio-Alúvionares	Colinas e Morrotes Isolados; Morros Baixos
Tipo litológico predominante	Areias, siltes, argilas e cascalhos aluviais	Gnaiss ou granitóide
Solos dominantes	Profundos, bem drenados, alta relação infiltração/escoamento superficial. Neossolos Flúvicos, Gleissolos Háplicos..	Solos medianamente profundos, com ou sem gradiente textural. Latossolos e Argissolos.
Efeitos da morfodinâmica	Fraca erosão laminar sem evidências erosivas, com infiltração das águas ou com ligeiras evidências de sinais de erosão laminar por escoamento difuso; Terrenos sujeitos a inundações e assoreamentos.	Erosão laminar moderada e sulcos erosivos localizados pelo escoamento semiconcentrado, algumas

c) Aportes de sedimentos; propensão a assoreamentos.

O aporte de sedimentos para as baixadas é um fenômeno natural, pois seus terrenos recebem há muito tempo o afluxo de detritos inorgânicos e orgânicos provenientes dos morros e montanhas situadas no seu entorno. A unidade Planície Fluvial do rio Guapi-Açu recebe os produtos do intemperismo e da erosão das rochas que compõem o relevo regional. A unidade é constituída de sedimentos recentes, que resultam da sucessão de processos deposicionais que se desenvolveram em regime fluvial, composto de areias inconsolidadas, lentes de argila e cascalheiras fluviais em depósitos de calha (figura 5.1.26), terraços e planícies de inundação, intercalados ou interdigitados com depósitos coluvionares areno-silto-argilosos, relacionados com processos dinâmicos de encostas e transporte por gravidade principalmente. Essa morfologia demonstra, portanto, uma variedade expressiva de ambientes deposicionais. Apresenta alta suscetibilidade a inundações, sendo, suscetível à erosão apenas ao longo das margens (solapamento) dos canais fluviais.

Figura 5.1.26 – Areias grossas e cascalhos depositados no alto curso do rio Guapi-Açu.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

O regime de chuvas torrenciais é um dos mais importantes fatores determinantes do relevo, pelo seu poder erosivo e capacidade de transporte, pois a água no percurso para a baixada carrega fragmentos de rocha, areia e lama. A origem do sedimento tem início, de certa forma, no ciclo de transformação das rochas que começa pelo

intemperismo, que é o conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que ocasionam a desintegração e decomposição das rochas. Os produtos do intemperismo - rocha alterada e solo (manto de alteração) estão sujeitos à erosão, transporte e sedimentação.

A partir da formação dos sedimentos, estes permanecem no local e dão origem aos sedimentos autóctones ou poderão ser transportados, por diferentes agentes da natureza (com destaque para a água) com modificação na forma e nas dimensões iniciais, originando os sedimentos alóctones. A chegada de sedimentos à baixada, produz o assoreamento e diminuição da qualidade das águas em função do aumento da turbidez das águas (figura 5.1.27).

Figura 5.1.27 – Aspecto do assoreamento no rio Guapi-Açu.



Fonte: pesquisa de campo/Ambiental/jan-fev de 2013

O alagamento de áreas, proveniente da elevação e afloramento do lençol freático e do transbordamento dos rios durante períodos de chuvas intensas ou mais prolongadas, também responde pelo transporte e deposição de sedimentos - nesse caso com predomínio dos sedimentos finos, colaborando, assim, com assoreamentos locais.

5.1.10 - Solos da Área de Influência Indireta

A caracterização dos solos que ocorrem na bacia do rio Guapi-Açu foi realizada mediante mapeamentos na escala 1:50.000 na Área de Influência Indireta (mapa 5.1.6) e 1:25.000 nas Áreas Diretamente Afetada e de Influência Direta (mapa 5.1.7).

Na Área de Influência Direta foram utilizados os dados existentes, notadamente o mapeamento de solos do Estado do Rio de Janeiro, publicado em 2000, pela CPRM/ EMBRAPA.

Nas demais áreas foram coletados dados primários mediante mapeamento em caminhamento e coleta de perfis completos com análises de laboratório.

a) Procedimentos Metodológicos

a.1) Seleção e incorporação de dados básicos e mapeamentos

Primeiramente, foram selecionados e pesquisados os principais estudos antecedentes da região e mais especificamente referentes à área da bacia do rio Guapi-Açu.

As folhas planialtimétricas: SF-23-Z-B-V-1 Itaboraí, SF-23-Z-B-II-3 Teresópolis, SF-23-Z-B-II-4 Nova Friburgo e SF-23-Z-B-V-2 Rio Bonito, que cobrem a bacia hidrográfica do rio Guapi-Açu constituíram o principal material cartográfico básico usado para o mapeamento dos solos.

Também foram utilizadas ortofotos na escala 1:25.000, IBGE, com curvas de nível de 5 em 5 metros a partir das quais foram geradas as bases cartográficas do trabalho.

Complementando o material cartográfico, foram obtidos e utilizados (1) o Mapa Geral de Cachoeiras de Macacu gerado em 2011 pela CIGEO - Centro de Informações e Geoprocessamento da Secretaria Municipal de Planejamento, Gestão e Habitação que contém a toponímia e a rede rodoviária municipal atualizadas e (2) o Mapa Geomorfológico das Bacias Hidrográficas dos Rios Guapi-Macacu e

Caceribu, na escala 1:80.000, (CPRM-Dantas et. al. 2011) que contém as principais unidades de relevo da região estudada.

a.2) Critérios para Classificação dos Solos

A classificação de solos utilizada no Brasil, contém um conjunto de definições, conceitos e critérios que são utilizados para o estabelecimento das diferentes classes.

Os critérios distintivos e a caracterização dos solos utilizados nesse trabalho seguem as normas adotadas pela Embrapa/Solos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, Edição de 2006.

A seguir, de forma sucinta, são apresentados os principais atributos diagnósticos, conceitos e fases usados para o mapeamento dos solos.

- **Atividade da Argila:** refere-se à capacidade de troca de cátions (valor T) da fração mineral. Atividade alta designa valor igual ou superior a 27cmol/kg de argila e atividade baixa valor inferior a esse. Para essa distinção, é considerada a atividade das argilas no horizonte B, ou no C quando não existe B.
- **Eutrofismo e Distrofismo:** o termo eutrófico especifica distinção de solos com saturação por bases (valor V) igual ou superior a 50%, e distrófico especifica distinção de solos com saturação por bases inferior a 50%. Para essa distinção, é considerada a saturação por bases no horizonte B, ou no C quando não existe .
- **Consistência do solo:** trata-se de uma avaliação a campo das forças de coesão e adesão que atuam no solo, em vários teores de umidade. A consistência é avaliada em torrões de solo a seco, úmido e molhado.
- **Contato lítico:** é o limite entre o solo e o material subjacente, contínuo e coerente, suficientemente coeso para não ser escavado com uma pá.
- **Cor –** a cor do solo, obtida pela comparação com a escala da Munsell Soil Color Charts é usada para separação de algumas classes de solo. Os critérios distintivos usam a cor a úmido. Assim, solos amarelos tem matiz mais amarelo que 5YR; solos vermelho-amarelos - matiz 5YR ou mais amarelo que 2,5YR e

solos vermelhos - matiz 2,5YR ou mais vermelho. O Croma é relativo à pureza, intensidade ou saturação de uma cor. O Valor mostra a clareza da cor.

- Coloração variegada: presença de duas ou mais cores no horizonte de solo, em proporções semelhantes, sem que se consiga determinar uma cor predominante.
- Complexo sortivo: conjunto de cátions - cálcio, magnésio, sódio e potássio, que ocupam a Capacidade de Troca de Cátions do solo, saturando-a juntamente com as cargas negativas dos colóides.
- Descontinuidade do material de origem ou descontinuidade litológica: discordância de materiais originários do solo quanto à granulometria e mineralogia. É comum em solos formados a partir de materiais sedimentares recentes.
- Drenagem interna do perfil: avaliação das condições internas quanto à remoção d'água no perfil. São analisadas no campo as condições de permeabilidade, textura e presença ou ausência de horizontes impeditivos ou com características de hidromorfismo. Os solos são classificados em gradações desde excessivamente drenados quando são muito arenosos e muito mal drenados quando o lençol freático é praticamente superficial.
- Gleico: designa solos que não sejam Gleissolos, com horizonte glei.
- Mudança textural abrupta: consiste em um considerável aumento no conteúdo de argila dentro de pequena distância na zona de transição entre o horizonte A ou E e o horizonte subjacente B.
- Horizonte de solos: são as secções de constituição mineral ou orgânica, aproximadamente paralelas à superfície do terreno e dotadas de propriedades geradas por processos formadores do solo.
- Horizontes Diagnósticos
 - ➔ Horizonte A húmico: horizonte mineral superficial com saturação de bases inferior a 65%, com valor e croma da cor do solo úmido igual ou inferior a 4, com teores de carbono orgânico dentro de limites especificados para o A chernozêmico.

- ➔ Horizonte A proeminente: horizonte A espesso, comparável ao horizonte A chernozêmico quanto à cor, ao conteúdo de carbono orgânico, à consistência, à estrutura e à espessura, diferenciando-se dele apenas por apresentar saturação por bases inferior a 65%.
- ➔ Horizonte A moderado: é um horizonte superficial que apresenta teores de carbono orgânico variáveis, espessura e/ou cor que não satisfaçam as condições requeridas para caracterizar um horizonte A chernozêmico ou proeminente.
- ➔ Horizonte B textural: é um horizonte mineral subsuperficial no qual há evidências de acumulação, por iluviação, de argila silicatada. O horizonte B textural possui um acréscimo de argila em comparação com o horizonte sobrejacente eluvial e, usualmente, apresenta cerosidade.
- ➔ Horizonte B latossólico: horizonte mineral subsuperficial, com espessura mínima de 50cm, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, caracterizado pela presença de quantidades variáveis de óxidos de ferro e alumínio, argilominerais do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo, e pela ausência quase absoluta de argilominerais do tipo 2:1.
- ➔ Horizonte B incipiente: horizonte mineral subsuperficial que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura, e no qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não deve consistir em estrutura da rocha original.
- ➔ Horizonte glei: horizonte mineral subsuperficial ou eventualmente superficial caracterizado pela intensa redução de ferro e formado sob condições de excesso de água, o que lhe confere cores neutras ou próximas de neutras na matriz do solo, com ou sem mosqueados. Esse horizonte é fortemente influenciado pelo lençol freático, sob prevalência de um regime de umidade redutor, virtualmente livre de

oxigênio dissolvido, em virtude da saturação com água durante todo o ano ou pelo menos por longos períodos.

- ➔ Léptico: termo utilizado para designar solos com contato lítico entre 50 e 100 cm.

➔ Grupamentos de classes de textura

A textura, em ciência do solo, corresponde à composição granulométrica da terra fina seca ao ar (TFSA), obtida em laboratório.

Foram consideradas as seguintes classes de textura, conforme os teores de argila, areia e silte determinados em laboratório:

- ➔ textura muito argilosa: identifica solos com mais de 600g de argila/kg;
- ➔ textura argilosa: quando o solo tem entre 350 e 600g de argila/kg;
- ➔ textura média: quando o solo contém 350g de argila e mais de 150g de areia/kg, excluídas as classes texturais areia e areia-franca;
- ➔ textura arenosa: refere-se às classes texturais areia e areia-franca.

Para as classes de solos com significativa variação textural entre horizontes superficiais e subsuperficiais, expressa em forma de fração - textura média/argilosa.

A caracterização efetuada em função da proporção de cascalhos (diâmetro de 2 a 20mm) em relação à terra fina (fração menor que 2mm) corresponde separa solos através das seguintes classes:

textura muito cascalhenta – quanto existe mais de 50% de cascalho na composição granulométrica do horizonte;

textura cascalhenta – quando esse valor oscila entre 15 e 50% de cascalho; e

textura com cascalho – quando as quantidades de cascalho variam entre 8 e 15%.

➔ Fases

O critério de fases tem como objetivo fornecer informações adicionais sobre as condições ambientais. São comumente empregadas fases de relevo, pedregosidade, rochiosidade e de vegetação, essa última utilizada quando não são

elaborados mapas de uso e ocupação do solo, como auxílio na avaliação de condições microclimáticas locais.

→ Fases pedregosa e rochosa

Constam da classificação as fases pedregosa e rochosa, para caracterizar solos com quantidades de calhaus e matações, na parte superficial ou subsuperficial do solo, suficientes para impedir ou restringir o uso de implementos agrícolas.

→ Fases de relevo

O nome da fase de relevo acompanha a descrição da unidade de solos com o intuito de serem fornecidos subsídios ao estabelecimento de limitações com relação ao emprego de implementos agrícolas e, mediante avaliação da declividade e comprimento das pendentes, auxiliar na determinação da susceptibilidade à erosão. As formas de relevo que acompanham a designação da unidade de solos são as seguintes:

- Relevo plano: corresponde a superfícies de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis entre 0 e 3%.
- Relevo suave ondulado: caracteriza superfícies de topografia pouco movimentada, constituída por conjuntos de colinas (elevações de altitudes relativas até 100m), apresentando declives suaves, entre 3 e 8%.
- Relevo ondulado: designa superfícies de topografia pouco movimentada, constituídas por conjunto de colinas, com declives moderados, entre 8 e 20%.
- Relevo forte ondulado: corresponde a superfícies de topografia movimentada, formadas por morros (elevações de 100 a 200m de altitudes relativas) e raramente colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%.
- Relevo montanhoso: caracteriza superfícies com topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando

desnivelamentos relativamente grandes (superiores a 200m) e declives fortes ou muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%. Essa forma de relevo não está presente na área em estudo.

- ➔ **Relevo escarpado:** compreende áreas com predomínio de formas abruptas como superfícies íngremes e vertentes com declives muito fortes, ultrapassando 75%.
- ➔ **Perfil de solo ou perfil pedológico:** é a secção vertical típica de uma determinada classe de solo, que pode ser subdividida em camadas, chamadas horizontes.
- ➔ **Tiomorfismo (Solos tiomórficos):** solos ou horizontes formados em condições de abundância de enxofre e seus derivados. Termo utilizado para caracterizar solos com elevado teor de sulfetos ou sulfatos.
- ➔ **Típico:** solo que representa o conceito central da classe
- ➔ **Transição:** é a faixa que separa um horizonte de outro. É classificada pela topografia em horizontal ou plana; ondulada ou sinuosa; irregular e descontínua ou quebrada e pela espessura em abrupta, clara, gradual e difusa.
- ➔ **Unidade de mapeamento de solos:** grupo de delineações que representam áreas de paisagens similares, compostas de 1 ou mais classes de solos ou tipos de terreno.
- ➔ **Unidade taxonômica de solos:** unidade de todos os solos que se enquadram num determinado compartimento de um sistema de classificação de solos.

a.3) Métodos de Trabalho

➔ Trabalhos em Escritório

No escritório foram desenvolvidas, em resumo, as seguintes atividades:

- ➔ **Seleção de material básico** – constou da seleção de material cartográfico, bibliográfico e de elaboração das fichas a serem utilizadas no campo para descrições de perfis.

Atualização da nomenclatura dos solos - os trabalhos de mapeamento de solos consultados contém a antiga nomenclatura de solos.

Neste estudo procedeu-se à atualização das denominações de classes de solos, conforme normas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA, Edição 2006.

- ➔ **Classificação de solos** - ao final dos trabalhos de mapeamento de campo e de posse das análises, procedeu-se à classificação de solos e à elaboração da legenda das unidades de mapeamento.
- ➔ **Elaboração do Mapa de Solos da Área Diretamente Afetada** - O mapa semidetalhado de solos foi desenhado em base planialtimétrica com curvas de nível de 5 em 5 metros. Uma minuta em papel foi escaneizada e transformada em mapa digital.
- ➔ **Elaboração do Mapas de Solos da Áreas de Influência Indireta** – o mapa foi compilado a partir do Mapa de Solos do Estado do Rio de Janeiro da EMBRAPA/CPRM, atualizados após viagem ao campo. As unidades de mapeamento contidas no mapa original tiveram seu traçado completamente modificado, após verificações no terreno, segundo as curvas de nível dos mapas cartográficos do IBGE.
- ➔ **Relatório Final do Mapeamento** – ao final dos trabalhos e após a elaboração dos mapas foi elaborado o presente relatório com as informações sobre as tres áreas de Influência do Empreendimento.

➔ Métodos de trabalho de campo

Ao início da etapa de campo, procedeu-se a uma visita preliminar visando ao planejamento dos trabalhos que, efetivamente, foram iniciados logo após.

A área foi inteiramente percorrida pelas estradas principais e vicinais, às margens das quais foram examinados os solos que ocorrem na área da bacia hidrográfica. O trabalho foi concomitante e integrado aos levantamentos geológico e geomorfológico, de modo que foi possível estabelecer "in loco" as correlações entre solos, relevo e material de origem.

Nos locais onde foram realizadas observações geológicas e geomorfológicas foram também feitas observações, checagens e exames em barrancos ou através de

tradagens, para determinação das características morfológicas dos solos visando a sua classificação e composição de unidades de mapeamento.

Durante essa etapa foram feitas observações dos usos do solo com agricultura, pecuária, reflorestamento e extração mineral, principalmente de areia para construção civil.

A ocorrência de erosão em terracetes de pisoteios, sulcamentos, ravinamentos e voçorocas também foi registrada, com a finalidade de correlacionar tipos de erosão com os solos, relevo, morfologia do terreno e geologia.

As observações foram registradas em caderneta de campo e estão georreferenciados em coordenadas UTM, obtidas com aparelho GPS portátil Garmin 62S.

Os métodos de trabalho de laboratório foram aplicados às amostras coletadas na Área Diretamente Afetada e constam de item específico, apresentado neste relatório.

a.4) Principais Classes de Solos que Ocorrem na Área

A seguir é apresentada uma caracterização com as principais propriedades das classes de solos e/ou tipos de terrenos identificados na área de estudo e que constam na legenda de identificação do Mapa de Solos.

➡ Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico e latossólico

Esta classe reúne solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural de coloração que varia de vermelha a amarela e teores de Fe_2O_3 inferiores a 150g/kg e argila de atividade baixa (Tb). O horizonte B textural caracteriza-se pelo acúmulo de argila translocada dos horizontes superficiais podendo ser evidenciada pela presença de cerosidade envolvendo as unidades estruturais. São solos em geral profundos e bem drenados, com seqüência de horizontes A-Bt-C.

Em sua grande maioria, os Argissolos Vermelho-Amarelos presentes na área de estudo não têm alto gradiente textural, isto é, uma marcante diferença de textura entre os sub-horizontes superficiais e os subsuperficiais identificada,. Em geral são típicos ou latossólicos quando intermediários para Latossolos Vermelho-Amarelos, pois, sua morfologia se assemelha a esses últimos. Não há grande diferenciação

entre horizontes, as transições entre eles são graduais e até difusas e a estrutura não é em grau moderado ou forte, em blocos, comum aos argissolos.

Os solos são distróficos e têm saturação de bases menor do que 50%, com média a alta saturação por alumínio trocável. O horizonte A é do tipo moderado.

O maior gradiente textural e a menor condutividade hidráulica do horizonte B nos Argissolos pode, durante uma chuva forte, determinar uma rápida saturação do horizonte superficial mais arenoso e a redução da infiltração da água na superfície do solo. Isto faz com que desenvolva enxurrada, com energia suficiente para arrastar partículas de solo ao longo da pendente mesmo suavemente ondulada. Assim pode ocorrer também a perda da coesão entre partículas do solo e o caminhamento lateral do fluxo de água acima do horizonte B menos permeável, contribuindo para o processo de erosão. Os Argissolos são, portanto, em relevos semelhantes, mais suscetíveis à erosão do que os Latossolos.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos foram mapeados em associação com Latossolos Vermelho-Amarelos, nas associações LVAd1, LVAd2 e LVAd3, nas quais figuram como segundo componente.

Figura 5.1.28 - Exposição de Argissolo Vermelho-Amarelo latossólico em barranco erodido. Unidade de mapeamento LVAd1. Coordenadas UTM 726733 e 7511033



Figura 5.1.29 - Terracetes de pisoteio em área de relevo ondulado e forte ondulado, onde ocorrem Argissolos Vermelho-Amarelos, mapeados como segundo componente da associação CXbd2. Coordenadas UTM 721548/7511603.



➡ Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico e léptico

São solos minerais, não hidromórficos, bem drenados, pouco profundos a profundos, seqüência de horizontes A, (B), C, caracterizando-se pela presença de um horizonte B incipiente subjacente a horizonte A, com ocorrência de minerais facilmente intemperizáveis e fragmentos da rocha matriz no perfil.

São solos pouco evoluídos, de características bastante variáveis, mas em geral pouco profundos ou rasos e com teores de silte relativamente elevados. Devido a seu desenvolvimento ainda incipiente, as características dos cambissolos são, em geral, bastante influenciadas pelo material de origem (CPRM/EMBRAPA,2000).

Quando são denominados lépticos, têm contato lítico entre 50 e 100 cm de profundidade.

Ocupam relevos movimentados das regiões serranas, notadamente forte ondulado, montanhoso e escarpado, mapeados em associações com Latossolos, Neossolos Litólicos e Afloramentos de Rochas.

A textura é argilosa e média e o horizonte superficial A é moderado ou proeminente. Os horizontes mais ricos em matéria orgânica situam-se em áreas mais elevadas, com temperaturas amenas. Nos relevos montanhosos e escarpados, entremeiam-se com afloramentos rochosos e boulders, sendo identificados através da fase rochosa.

Em superfície, podem ocorrer quantidades variáveis de calhaus e matacões, caracterizando uma fase pedregosa.

Os cambissolos que ocorrem na área de estudo foram mapeados em tres associações, respectivamente CXbd1, CXbd2 e CXbd3, associados a Latossolos, Argissolos e nas duas últimas associações, a Neossolos Litólicos.

Em área de relevos montanhosos e escarpados, também ocorrem associados a Afloramentos de Rochas, na associação denominada AR no mapa de solos.

São solos muito erodíveis, com suscetibilidade à erosão forte e, na maioria das vezes, muito forte.

Em virtude de suas características internas, relevo e suscetibilidade à erosão, os cambissolos constituem áreas que devem ser conservadas e preservadas, com sua vegetação natural ou em regeneração.

Figura 5.1.30- Cambissolos Háplicos ocupam os terrenos montanhosos em primeiro plano. Unidade de Mapeamento CXbd2, em Santo Amaro. Vista de local próximo à fonte de água mineral Cascataí. UTM 733938/7519279.



➡ Gleissolos

Compreende solos minerais, hidromórficos, com horizonte A moderado ou húmico seguido de horizonte glei, desde que não simultâneo com B textural, B nátrico ou plíntico. As argilas gleizadas, refletem condições de redução de ferro pela influência

do lençol freático próximo à superfície durante grande parte do ano. Na área ocorrem Gleissolos Háplicos.

➔ Gleissolo Háplico Distrófico típico

Essa unidade é formada por solos minerais, hidromórficos, mal a muito mal drenados, pouco profundos, originados pela deposição recente de materiais finos, com menos de 5% de matéria orgânica e horizonte glei, subsuperficial, com espessura de 15cm ou mais.

O horizonte diagnóstico, “glei” é saturado com água, por influência do lençol freático durante parte do ano ou o ano todo, apresentando evidências de processos de redução e oxidação. Essas evidências são traduzidas pelas cores acinzentadas devidas à redução dos óxidos de ferro e pelos mosqueados de cores brunadas e avermelhadas que traduzem os processos de oxidação, quando o horizonte de solos não está encharcado.

Os Gleissolos desenvolvem-se sobre sedimentos holocênicos nas planícies alagáveis, com aporte freqüente de matéria orgânica em superfície, originada a partir da decomposição de restos vegetais.

Predominam os solos distróficos, com argila de atividade alta (Ta) e baixa (Tb), com textura argilosa, muito argilosa e média.

Em virtude de sua posição no relevo e aos sedimentos que os formaram, ocorrem associados a Gleissolos Melânicos e Neossolos Flúvicos. Estão presentes nas várzeas ou planícies fluviais e nas planícies flúvio-marinhas, associados, mapeados pelas associações GMbd e RYbd nas quais são componentes secundários.

A suscetibilidade à erosão é nula/ligeira, principalmente em função do relevo plano onde ocorrem.

Figura 5.1.31 - Várzea com ocorrência de Gleissolos Háplicos associados a Neossolos Flúvicos. Os Gleissolos ocorrem nas áreas mais encharcadas. Coordenadas UTM 723445/7506390.



Figura 5.1.32 - Plantio de gramados para retirada em forma de rolos, em área de Gleissolos Háplicos. Local de coordenadas UTM 723857/7508271.



➔ Gleissolo Melânico Distrófico Distrófico típico ou cambissólico

A esta classe pertencem Gleissolos com presença de horizonte A húmico ou proeminente, de cores escuras, com valores e cromas muito baixos – 2/1 e 2,5/1, com espessura maior do que 20 cm que se assenta sobre horizontes ou camadas Cg, de argila gleizada.

São originados a partir da deposição de sedimentos fluviais, conservando características do material originário, em várias camadas superpostas com distinta composição granulométrica. São classificados como cambissólicos, quando têm características intermediárias para cambissolos.

Análises químicas em perfis da área revelaram solos muito pobres em nutrientes, com teores muito altos de matéria orgânica no horizonte superficial e, nos solos denominados alumínicos, há presença de alta saturação com alumínio trocável (>50%).

Esses gleissolos estão associados a Gleissolos Tiomórficos e Háplicos, na unidade de mapeamento GMbd.

Figura 5.1.33 - Várzea do rio Duas Barras, ocupada por Gleissolos Melânicos. O horizonte superficial A é húmico. Coordenadas UTM 730329/7513640.



➡ Gleissolos Tiomórficos Órticos

Os Gleissolos tiomórficos são caracterizados pela presença de um horizonte glei em e, também, pela presença de um horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos dentro de 100 cm da profundidade do solo. Esse horizonte forma-se pela oxidação de materiais minerais ou orgânicos ricos em sulfetos.

O material sulfídrico se acumula no solo ou sedimento permanentemente saturado de água salobra. Os sulfatos são reduzidos biologicamente formando sulfetos. Expostos, os sulfetos oxidam-se formando ácido sulfúrico que pode produzir sulfatos

de ferro ou de alumínio. O pH, em razão desses materiais é muito baixo, com valores em torno de 3,4 e 3,8 em subsuperfície.

Segundo a classificação do mapa de solos, o horizonte A é húmico, rico em matéria orgânica, espesso e de coloração escura.

O horizonte sulfúrico é altamente tóxico para a maioria das plantas cultiváveis e pode estar ou vir a ser trazido à superfície por escavações, dragagens ou outras operações de movimentos de terra.

Os Gleissolos Tiomórficos se situam na região da confluência dos rios Guapi-Açu e Macacu, em área classificada como planície intermarés, portanto, com influência, pelo menos pretérita, de águas salinas oriundas da Baía da Guanabara.

Na unidade de mapeamento definida pelo símbolo GMbd, figuram como segundo componente, em associação com Gleissolos Melânicos e Háplicos.

➡ Latossolos

Sob essa denominação, estão compreendidos solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo do A. São muito intemperizados e evoluídos, devido às profundas transformações do material de origem.

A espessura do *solum* (horizontes A + B) pode ser superior a 2 metros. Os latossolos típicos tem alta drenagem interna e elevada permeabilidade, devido à estrutura muito pequena granular. A seqüência de horizontes é do tipo A-Bw-C, com pequeno gradiente textural, normalmente pouco perceptível no campo.

As classes de latossolos são diferenciadas em função das características morfológicas, profundidade, cor, teor de ferro e, em alguns casos, pelos valores do índice Ki do horizonte Bw. Na área da bacia hidrográfica do rio Guapi-Açu foram identificados Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos.

➡ Latossolo vermelho-amarelo Distrófico típico

A essa classe pertencem solos cuja cor é no matiz 5YR ou mais amarelo do que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA), associada a teores de Fe₂O₃ relativamente baixos, normalmente entre 70 e 110g/kg, e índice Ki inferior a 1,5 (Camargo *et al.*, 1987; Embrapa, 1988a).

São predominantemente distróficos com textura argilosa e muito argilosa com insignificante ou pequeno incremento de argila de A para o B, conseqüentemente, baixa relação textural B/A. Os teores de argila aumentam gradativamente em profundidade ou podem permanecer constantes ao longo do perfil.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos na área estudada têm horizonte A do tipo moderado ou proeminente. Embora não seja uma regra geral, observa-se a tendência de os solos das regiões mais frias e úmidas apresentarem menores teores de bases e saturação com alumínio mais elevada. A presença de horizonte superficial mais desenvolvido e rico em matéria orgânica, do tipo proeminente é também típica dessas áreas (CPRM/EMBRAPA, 2001).

Os Latossolos Vermelho-Amarelos distribuem-se por toda a área da bacia hidrográfica, em relevos desde ondulado a montanhoso e são característicos das colinas "meia-laranja" e do relevo denominado "mar de morros". As vertentes do relevo onde ocorrem latossolos variam de suaves a fortemente onduladas. São os solos característicos das colinas residuais isoladas, das colinas amplas e suaves, colinas dissecadas e morros e mesmo de alguns morros e serras, segundo classificação de Dantas (CPRM, 2011).

As associações em que predominam como primeiro componente foram identificadas pelos símbolos LVA1, LVA2 e LVA3. Estão mapeados, também, como segundo componente das unidades de mapeamento CXbd1 a CXbd3, nas quais estão associados a Cambissolos.

São solos com elevada macroporosidade, conseqüentemente, com alta capacidade de armazenar e transmitir líquidos, diretamente relacionada com a geometria do sistema poroso, apresentando excelente permeabilidade interna, que é excessiva ou muito rápida.

Quando se posicionam em relevos forte ondulado e montanhoso, é moderada, a forte sua suscetibilidade à erosão. Em relação a outras classes de solos, como Argissolos e Cambissolos, é maior a resistência dos Latossolos aos processos erosivos, característica atribuída à sua estrutura interna em grânulos muito pequenos e à forças físicas que os agrega.

Os Latossolos são utilizados, em toda a extensão da bacia, com pastagens naturais e, em menor proporção com pastagens plantadas, com predomínio de *Brachiaria* sp. e kikuio.

Figura 5.1.34 - Colina onde ocorrem Latossolos Vermelho-Amarelos. Unidade de mapeamento LVAd1. Local de coordenadas UTM 733910/7511801.



Figura 5.1.35 - Relevo forte ondulado e ondulado, característico de Latossolo Vermelho-Amarelo. Nas áreas de vertentes dissecadas, há ocorrência de Argissolos Vermelho-Amarelos. Unidade de mapeamento LVAd1. Local de coordenadas UTM 733863/7512805.



→ Latossolo Vermelho Distrófico típico

Esta classe compreende solos minerais, profundos, com horizonte C abaixo de 130 cm, bem drenados a acentuadamente drenados, friáveis, porosos, com elevado grau de floculação, não hidromórficos, com horizonte B latossólico e textura argilosa. Diferenciam-se dos demais latossolos pela cor vermelha, com matiz 2,YR e 5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B com teores de Fe_2O_3 entre 80 e 180g/kg . A transição entre horizontes é difusa, a estrutura é forte muito pequena granular característica dos latossolos ou fraca em blocos subangulares. São de baixa fertilidade natural, com alta saturação de alumínio trocável no complexo sortivo. Os solos desta classe associam-se a Latossolos Vermelho-Amarelos e Argissolos, na unidade de mapeamento LVAd1.

A suscetibilidade à erosão é moderada, condicionada ao relevo onde se situam.

Figura 5.1.36 - Encosta onde ocorrem Latossolos Vermelhos, componentes da associação LVAd1. Coordenadas UTM 726120/7511231.



Figura 5.1.37 - Colina típica de relevo de Latossolos. O Latossolo Vermelho ocupa posição intermediária e inferior da colina. Unidade de Mapeamento LVAd1. Coordenadas UTM 723987/7501275.



Figura 5.1.38 - Panorâmica mostrando tres unidades de mapeamento de solos. No centro da foto, os morros mais baixos são ocupados por Cambissolos Háplicos da unidade de mapeamento CXbd1. Na parte superior da foto, Neossolos Litólicos. Ao fundo, Afloramentos de Rochas da Serra do Estreito. Vista a partir do local de Coordenadas UTM 727328/7516694.



➡ Neossolo Flúvico Distrófico

Esta classe compreende solos minerais não hidromórficos, pouco evoluídos, formados em depósitos aluviais recentes, com textura predominantemente média e argilosa.

Devido à sua origem de fontes as mais diversas, esses solos são muito heterogêneos quanto à textura e demais propriedades físicas e químicas, que podem variar num mesmo perfil entre as diferentes camadas. Apresentam um horizonte A sobreposto a camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si e estão presentes, principalmente em várzeas como solos dominantes. As áreas onde ocorrem os Neossolos Flúvicos estão sujeitas a riscos de inundação por cheias periódicas ou por acumulação de água de chuvas na época de intensa pluviosidade. Devido à topografia plana em que estão situados, apresentam muito baixo potencial erosivo, com baixa suscetibilidade à erosão.

São os solos de maior potencial agrícola de toda a área da bacia hidrográfica do rio Guapi-Açu e são intensamente cultivados com mandioca, milho, quiabo, coqueiros e com pastagens nativas e plantadas, estas, nas várzeas mais altas.

Ocupam os terrenos planos de várzea que se estendem desde o curso inferior do rio Guapi-Açu, em altitudes em torno de 5 e 6 metros ou pouco mais até os cursos médios e superiores do rio e de seus afluentes, em várzeas altas, onde as altitudes atingem 100 metros ou mais.

Quando denominados gleicos, têm uma camada subsuperficial onde está presente argila gleizada ou um horizonte glei.

Constituem uma unidade de mapeamento denominada RYbd e estão associados a Gleissolos Háplicos.

Essa classe de solos está bem caracterizada na descrição dos solos que ocorrem na Área de Influência Direta, pois, foram coletados perfis e procedeu-se a análises de laboratório que revelam o status da química e física desses solos.

Figura 5.1.39 - Neossolo Flúvico textura arenosa em planície fluvial à margem do rio Estreito. Unidade de mapeamento RYbd. Coordenadas UTM 727942/7514063.



Figura 5.1.40 - Várzea do rio Guapi-Açu com ocorrência de Neossolos Flúvicos, unidade de mapeamento RYbd. Coordenadas UTM 724263/7509604.



Figura 5.1.41 - Várzea do rio Duas Barras, ocupada por Neossolos Flúvicos textura arenosa/média/argilosa. Coordenadas UTM 731902/7512835.



Figura 5.1.42 - Plantio de *Citrus* sp. em área de Neossolos Flúvicos. Local de coordenadas UTM 724626/7507339.



Figura 5.1.43 - Cultivo de goiabeiras em Neossolos Flúvicos. Local de coordenadas UTM 727783/7512127.



➡ Neossolo Litólico Distrófico

Nessa classe estão reunidos solos minerais pouco desenvolvidos, rasos, constituídos por um horizonte A assentado diretamente sobre a rocha, ou sobre um horizonte C ou B incipiente pouco espesso. Esse horizonte, na área da bacia hidrográfica do rio Guapi-Açu é moderado e com textura média ou argilosa.

Os Neossolos Litólicos são distróficos, isto é, com saturação de bases menor do que 50%.

É comum a presença de elevados teores de minerais primários, cascalhos e calhaus e rochas semi-intemperizadas na massa do horizonte A e, quase sempre no C, quando presente.

Ocorrem nos divisores de águas e nascentes do rio Guapi-Açu e afluentes na Serra dos Órgãos e da Serra do Mar, em relevos montanhoso e escarpado. É comum a presença de rochacidade e pedregosidade em áreas de Neossolos Litólicos que, também, se associam a afloramentos rochosos na maior parte da área onde foram mapeados.

Devido à sua profundidade e posição no relevo, são muito suscetíveis à erosão, classificada no grau muito forte. Outrossim, pelas mesmas razões e devido à pequena profundidade efetiva do solo que impede o desenvolvimento radicular das

culturas, não têm aptidão para agricultura, sendo recomendados para preservação da flora e fauna.

Foram mapeados pela unidade de mapeamento RLd, na qual estão associados a Cambissolos Háplicos, com ocorrência de Afloramentos Rochosos.

Figura 5.1.44 - Neossolo Litólico formado a partir de rochas gnáissicas. Componente da unidade de mapeamento CXbd2. Fazenda Santa Maria. Coordenadas UTM 734395/7514202.



Figura 5.1.45 - Panorâmica em que aparecem várzeas do rio Caboclo em primeiro plano, morros ocupados por argissolos e cambissolos em segundo, e montanhas com relevo escarpado da Serra do Estreito ao fundo. Os Neossolos Litólicos são componentes da associação CXbd2 e recobrem afloramentos de rochas nos relevos mais elevados. Coordenadas UTM 721766/7511540.



➡ TIPOS DE TERRENO - AFLORAMENTOS DE ROCHAS

São os afloramentos rochosos que ocorrem nos relevos montanhosos e escarpados das regiões serranas na Área de Influência Indireta, nos limites municipais entre Teresópolis e Nova Friburgo e Cachoeiras de Macacu e Guapimirim, divisores de águas das Serras do Mar e Serra dos Órgãos.

Os pontos culminantes atingem 1300 metros na Serra do Subaio, 1295 metros na Serra da Ressaca, acima de 1400 metros junto às nascentes do rio Guapi-Açu e córrego da Boa Vista e no Morro Queimado a 2000 metros nas nascentes do rio Manuel Alexandre, na Serra do Mar. Essas altitudes são atingidas por picos e afloramentos graníticos e gnáissicos, a maior parte deles, de grande beleza cênica. Os Afloramentos de Rochas são considerados pela classificação de solos, como tipos de terreno, representados pela unidade de mapeamento AR, na qual os rochedos são associados a Cambissolos e Neossolos Litólicos.

Figura 5.1.46 - Afloramento de rocha em forma de pico, na Serra do Estreito. Unidade de mapeamento AR. Vista a partir do local de coordenadas 733938/7519279



a.5) Legenda de Identificação do Mapa de Solos

As unidades de mapeamento de solos da Área de Influência Indireta e seus respectivos símbolos que constam no mapa, estão representadas na tabela 5.1.4 apresentada a seguir:

Tabela 5.1.4 - Legenda de Identificação das unidades de mapeamento de solos

Símbolo	Unidade de Mapeamento
LVA_{d1}	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico textura argilosa e muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, A moderado, ambos relevo ondulado e forte ondulado + Latossolo Vermelho Distrófico típico textura argilosa relevo ondulado
LVA_{d2}	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico textura argilosa e muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, A moderado, relevo forte ondulado
LVA_{d3}	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico textura média/argilosa ou média/muito argilosa + Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, textura argilosa ou média, todos A moderado, relevo forte ondulado e montanhoso
CX_{bd1}	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, textura argilosa ou média + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura média/argilosa, todos A moderado ou A proeminente, relevo montanhoso e forte ondulado
CX_{bd2}	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, textura argilosa ou média + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico textura argilosa+ Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura média/argilosa, todos A moderado ou A proeminente, relevo montanhoso e forte ondulado + Neossolo Litólico Distrófico típico, A moderado, textura média, fase pedregosa + Afloramentos de Rochas
CX_{bd3}	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, textura média ou argilosa, fase não rochosa ou rochosa, relevo montanhoso e escarpado + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado, ambos A moderado ou A proeminente + Neossolo Litólico Distrófico típico, A moderado, textura média fase pedregosa e não pedregosa + Afloramentos de Rochas
GM_{bd}	Gleissolo Melânico Distrófico típico ou cambissólico, A húmico ou A proeminente + Gleissolo Tiomórfico Húmico típico, ambos textura argilosa ou muito argilosa + Gleissolo Háplico Ta Distrófico típico + Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico, ambos textura argilosa, A moderado, relevo plano
RL_d	Neossolo Litólico Distrófico típico, fase rochosa + Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico ou típico, ambos textura média ou argilosa, A moderado, relevo escarpado e montanhoso + Afloramentos de Rochas
RY_{bd}	Neossolo Flúvico Tb Distrófico e Eutrófico gleico ou típico, textura média ou média/arenosa + Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico, textura média ou argilosa, ambos A moderado, relevo plano + Gleissolo Melânico Distrófico típico ou cambissólico, A húmico ou A proeminente
AR	Afloramentos de Rocha, relevo escarpado e montanhoso + Neossolo Litólico Distrófico típico, textura média, A moderado ou A proeminente, relevo escarpado e montanhoso + Cambissolos Háplico Tb Distrófico típico, fase rochosa, A moderado e proeminente, textura média ou argilosa relevo montanhoso

5.1.11 - Solos das Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada

a) Introdução

Na área que será efetivamente atingida pelo reservatório e numa faixa de 500 metros do seu entorno, foi realizado um estudo de solos mais detalhado com coleta de oito perfis, seis deles com auxílio do trado.

A principal feição da área é uma extensa várzea, com tendência a alagamentos frequentes durante os períodos chuvosos, entremeada por colinas e morros com relevo suavemente ondulado a montanhoso.

Nas várzeas a predominância é de Neossolos Flúvicos, antigamente denominados solos aluviais, com enorme variedade de granulometria das camadas depositadas pela sedimentação devida à ação da água dos rios e riachos.

Nas áreas a montante do futuro reservatório pode-se observar os meandros e os leitos antigos dos rios e riachos que foram retificados por macrodrenagem.

b) Métodos de Trabalho

Os métodos de trabalho em escritório são os mesmos descritos para a Área de Influência Indireta, acrescidos da interpretação dos resultados analíticos, visando à classificação dos solos.

Os atributos, critérios e normas de classificação de solos constam de sub-item ao início do presente relatório.

b.1.1) Métodos de trabalho de campo

Na Área Diretamente Afetada foram coletados 8 perfis, 6 dos quais a trado, totalizando 29 amostras que foram analisadas em laboratório.

Para a descrição de perfis foram seguidas as normas da EMBRAPA/SOLOS e da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo para determinação das principais características morfológicas de cada horizonte de solo amostrado: cor, mosqueado, textura, estrutura (quando possível), consistência a seco, úmido e molhado, transições (na descrição em cortes), porosidade, raízes e informações complementares.

Para cada perfil foi elaborada uma ficha com informações gerais do local amostrado. As descrições de perfis pedológicos estão apresentadas ao final desse capítulo, seguidas dos resultados de análises.

b.1.2) Métodos de trabalho de laboratório

As amostras de solos coletadas no campo, devidamente etiquetadas, numeradas e embaladas, foram enviadas a laboratório certificado que utiliza as normas do Manual

de Métodos de Análise de Solos publicado pela EMBRAPA como metodologia para as determinações.

Os principais métodos de trabalho e extratores utilizados para caracterizações químicas e físicas foram os seguintes:

- Extração de fósforo, potássio, sódio, ferro, cobre e manganês, pelo extrator Mehlich-1;
- Extração de enxofre com $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 0,01 mol/L;
- Matéria orgânica obtida pela oxidação com $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 10 mol/L;
- Cálcio, magnésio e alumínio obtidos através de extração com KCl 1mol/L;
- Capacidade de troca de cátions determinada através do extrator $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 0,01mol/L;
- Análises físicas: conforme métodos preconizados pela EMBRAPA; teor de argila determinado pelo método do densímetro;
- pH em água 1:2,5, segundo métodos da EMBRAPA;
- $\text{H}^+ + \text{Al}^+$ - obtidos pelo extrator SMP (seg. Van, RAIJ);

b.1.3) Métodos de trabalho de escritório

Em adição às etapas já descritas anteriormente cujas atividades são coincidentes, para as Áreas Diretamente Afetada e de Influência Direta foram acrescentadas as seguintes fases:

- ➔ Catalogação de resultados de amostras de solos.
- ➔ Classificação de solos com base nos resultados dos boletins de análise de laboratório.
- ➔ Elaboração de minuta do mapa de solos na escala 1:25.000 da ADA e AID.
- ➔ Elaboração da legenda definitiva dos solos na escala 1:25.000.
- ➔ Transformação da minuta do mapa de solos em mapa final, sobre base cartográfica especialmente preparada para os temas relativos ao meio físico da bacia do rio Guapi-Açu.

- ➔ Integração dos dados de solos com os demais estudos relacionados ao meio físico da área em estudo.
- ➔ Elaboração do relatório final do tema "Caracterização dos Solos" e descrição das classes que ocorrem na ADA e AID.

c) Principais classes de solos que ocorrem na Área Diretamente Afetada e na Área de Influência Direta

Na área que será alagada pelo futuro reservatório e no seu entorno, numa faixa de 500 metros a partir da cota de inundação, ocorrem Argissolos-Vermelho-Amarelos, Argissolos Amarelos, Cambissolos Háplicos, Gleissolos Háplicos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelhos, Neossolos Litólicos e Afloramentos de Rochas (mapa 5.1.7).

As características morfológicas da maioria dessas classes já foram descritas no item referente aos solos que ocorrem na Área de Influência Indireta.

Analisando os dados analíticos, foram adicionadas propriedades e características complementares às já descritas anteriormente principalmente dos Neossolos Flúvicos. Outrossim, foram acrescentadas propriedades de Argissolos Vermelho-Amarelos caracterizados por perfil típico.

c.1.1) Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico

Classe de solos já descrita para a AII. Ocorre nas Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada, em relevos suave ondulado, ondulado e forte ondulado.

O Argissolo Vermelho-Amarelo foi mapeado pela unidade PVAd1 em áreas de relevo suave, constituído por pequenas ondulações em posição mais elevada do que os Neossolos Flúvicos, entremeando-se às baixadas e várzeas da área estudada em cotas entre 10 e 20 metros.

Um perfil típico da área suavemente ondulada foi coletado na região onde existem cavas do Areal Santo Estevão, em local de cotas que variam entre 10 e 15 metros. O horizonte A é moderado com textura franco-arenosa contendo 58% de argila; situa-se sobre horizontes Bt2 e Bt3, cuja textura é franco-argilosa, com um incremento de argila que atinge o valor de 400g/kg em relação a um teor bem menor, de 180 g/kg no horizonte A.

São solos pobres em nutrientes, baixos valores de íons trocáveis - 0,1 cmol_c de cálcio e magnésio e com alta saturação com alumínio trocável, cujos valores podem atingir 85%. O pH é ácido, a saturação de bases é baixa a muito baixa e a capacidade de troca de cátions é, também, muito baixa. Os teores de matéria orgânica são baixos, maiores em superfície, da ordem de 2 dag/kg. Na maioria das áreas onde ocorrem são utilizados com pastagens,.

Esses solos são originados a partir de material coluvial, areno-argiloso contendo altos teores de silte, com espessura de pouco mais de 2 metros. Esse material de origem foi depositado sobre areia de granulometria variada, que é explorada para fins de construção civil nas cavas do areal.

Os argissolos que ocorrem em relevo suave ondulado estão associados a Argissolos Amarelos na unidade de mapeamento PVAd1, conforme mostra o mapa de solos. Nas unidades de mapeamento LVAd2, LVAd3 e CXbd1 os Argissolos são latossólicos e ordenados como segundo e terceiro componente das associações de solos em que predominam Latossolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos Háplicos.

Figura 5.1.48 - Aspecto do Perfil nº 02 formado a partir de colúvio sobre areia que está sendo explorada para extração de areia. Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico.



Figura 5.1.49 - Cava de areia sob material coluvial que deu origem aos Argissolos Vermelho-Amarelos, no local do perfil nº 02. Coordenadas UTM 723568/7506706.



Figura 5.1.50 - Argissolo Vermelho-Amarelo em relevo forte ondulado. É o segundo componente da associação LVAd3, em local onde será implantado o eixo da barragem. É um solo com alta suscetibilidade à erosão. Coordenadas UTM 721605/7504194.



c.1.2) Argissolo Amarelo Distrófico típico

Esta classe compreende solos com horizonte B textural de cor amarelada e ou brunada, nos matizes 10YR ou 7,5YR contendo baixos teores de Fe_2O_3 , geralmente inferiores a 70g/kg, com predomínio de caulinita na fração argila.

São em geral profundos, bem drenados e apresentam seqüência de horizontes do tipo A-Bt-C, típicos ou latossólicos - estes, com características intermediárias para latossolos.

São distróficos, formados a partir de materiais coluviais, com textura média/argilosa e argila de atividade baixa. Ocorrem em áreas de relevo suave ondulado, associados a Argissolos Vermelho-Amarelos.

Figura 5.1.51- Cultivo de pupunha em Argissolo Amarelo textura média/argilosa. Local de coordenadas UTM 724105/7509211.



c.1.3) Cambissolo Háplico Distrófico típico

Classe de solos cujas propriedades já foram descritas no item referente à Área de Influência Indireta.

Na Área de Influência Direta, os Cambissolos foram associados a Latossolos, Argissolos e Neossolos Litólicos que ocorrem em morros elevados, com relevo forte ondulado e montanhoso, na unidade de mapeamento CXbd1.

Figura 5.1.52 - Relevo forte ondulado e montanhoso, onde ocorrem Cambissolos Háplicos, unidade de mapeamento CXbd. Vista do local de coordenadas UTM 723522/7510687 onde foi coletado o perfil nº 05.



c.1.4) Gleissolo Háplico Distrófico típico

As características desses solos também estão descritas no item referente à AII.

O perfil representativo na Área Diretamente Afetada, corresponde a um local situado em parte abaciada e bastante alagadiça do relevo, em cota inferior a 10 metros e numa drenagem natural que deságua no rio Guapi-Açu.

Na área mapeada ocorrem Gleissolos Háplicos distróficos, com textura média, predominando a areia na fração granulométrica.

Quimicamente são pobres em nutrientes, com valores máximos de 0,1 a 0,3 cmol_c de cálcio e magnésio, saturação de bases máxima de 15%, portanto, de baixa a muito baixa fertilidade natural. A soma de bases e capacidade de troca de cátions também são muito baixas.

São ácidos, com valores de pH entre 4,5 e 5,1 com alta a muito alta saturação pelo alumínio trocável, com teores da ordem de 85 a 86%.

Esses solos foram mapeados pela associação identificada pelas letras-símbolo GXbd, na qual foram associados a Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico ou típico, textura média ou média/arenosa.

Figura 5.1.53- Tradagem para descrição e coleta de amostras do perfil nº 03, em várzea próxima às cavas de areia. Coordenadas UTM 723568/7506706.



Figura 5.1.54 - Sacos plásticos contendo material de cada um dos horizontes do perfil nº 03 para análises de laboratório.



c.1.5) Gleissolo Melânico

Classe cujas características morfológicas foram descritas em item anterior e que, na Área Diretamente Afetada, está associada à Neossolos Flúvicos na unidade de mapeamento RYbd.

c.1.6) Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico

As principais características morfológicas e químicas desses latossolos já foram descritas no item referente à Área de Influência Indireta.

No mapa na escala 1:25.000 figuram como principais componentes das associações LVAd1, LVAd2 e LVAd3. São solos de textura argilosa e muito argilosa, que ocupam colinas e morros com relevo suave ondulado a forte ondulado.

Os topos de praticamente todas as elevações da área são ocupados por Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos, em relevo suave ondulado.

Também ocorrem em situações de meia-encosta e até mesmo terço inferior de colinas e estão representados pelas unidades de mapeamento acima referidas.

Figura 5.1.55 - Colina típica onde ocorrem Latossolos Vermelho-Amarelos. Fazenda Carrazal. Unidade de mapeamento LVAd1. Coordenadas UTM 722517/7508589.



c.1.7) Latossolo Vermelho Distrófico típico

Essa classe está descrita no item referente à Área de Influência Indireta. No mapa na escala 1:25.000, os Latossolos Vermelhos estão associados a Latossolos Vermelho-Amarelos nas unidades de mapeamento LVAd2 e LVAd3.

c.1.8) Neossolo Flúvico Argila de Atividade Baixa e Alta, Distrófico

Essa classe compreende solos desenvolvidos sobre terraços aluviais, presentes em quase todas as várzeas vizinhas ao rio Guapi-Açu e seus afluentes.

As unidades de mapeamento RYbe e RYbd tem a maior extensão em superfície de toda a área em estudo.

Os Neossolos Flúvicos são os solos mais importantes sob o ponto de vista de produção agrícola, pois, são os mais cultivados.

Devido à sua origem, desenvolvidos sobre camadas sedimentares de natureza diversa, são solos com granulometria extremamente variável, normalmente com elevados a muito elevados teores de silte, por exemplo, 64% da fração granulométrica do perfil nº 04. As camadas são siltosas desde a superfície até maiores profundidades do solo e podem estar intercaladas de areia grossa e fina, eventualmente de argila.

Algumas camadas coletadas são quase totalmente constituídas por mica muscovita, por exemplo, na última camada do perfil nº 07.

As análises químicas dos Neossolos Flúvicos revelam solos com baixa fertilidade natural, com saturação de bases - entre 15,9 % no perfil nº 05 e 42% no perfil nº 01.

A saturação com alumínio trocável varia entre valores que podem atingir 68% como no perfil nº 05.

Em geral, são baixos a muito baixos os teores de cálcio e magnésio trocáveis, que podem ter valores entre 1,5 e 0,5 cmol_c no perfil nº 04. Os teores de matéria orgânica são médios a baixos, sempre maiores nos horizontes superficiais, por exemplo, 3,6 dag/kg e 0,4 em profundidade no mesmo perfil nº 04.

As análises químicas revelam que a capacidade de troca de cátions determinada na maioria dos perfis é baixa, portanto, os solos tem argila de atividade baixa, exceto na área representada pelo perfil nº 04, cuja atividade de argila é alta a muito alta em profundidade.

O perfil nº 07 é endoeutrófico, isto é, tem alta saturação de bases no segundo horizonte, com valor que atinge 54,4%.

Pelo que se verifica através do resultado de análises, os Neossolos Flúvicos são solos de baixo potencial de fertilidade natural. As maiores produções são atingidas devido às práticas de calagem e adubação que corrigem a acidez e a deficiência de nutrientes. Os efeitos dessas intervenções são visíveis no maior desenvolvimento das culturas, principalmente milho e mandioca.

Figura 5.1.56 - Aspecto do perfil nº 08 coletado na Fazenda Carrazal. Unidade de mapeamento RYbd. Coordenadas UTM 722972/7508327



Figura 5.1.57 - Riacho na Fazenda Carrazal, em cuja margem foi coletado o perfil nº 08. A área é ocupada por pastagens plantadas.



Figura 5.1.58 - Relevo típico da Unidade de mapeamento RYbd, na área onde foi coletado o Perfil nº 04. A área é ocupada por pastagem natural e plantada. Coordenadas UTM 726136/7511297.



Figura 5.1.59 - Cultivo de mandioca em área de Neossolo Flúvico Argila de Atividade Baixa, Distrófico, unidade de mapeamento RYbd. Várzea do rio Guapi-Açu. Local de coordenadas UTM 724263/7509604.



c.1.9) Neossolo Flúvico Argila de Atividade Alta Eutrófico

As características morfológicas dessa classe de solos são semelhantes às do Neossolo Distrófico, descritos no sub-item anterior.

Esses solos estão presentes em terraços aluviais do rio Guapi-Açu. Eutróficos, tem alta saturação de bases e são naturalmente férteis, como mostram os resultados de análise do perfil nº 06.

Trata-se de solo com alta saturação de bases, com valores entre 55,7% em profundidade e 78,8 % em superfície. O alto teor de cálcio trocável em superfície chega a atingir 5 cmol_c e, provavelmente, deve-se à presença de resíduos de antigas calagens.

A fertilidade em subsuperfície também deve ser devida às constantes adubações.

O perfil nº 07 é de Neossolo Flúvico endoeutrófico, isto é, tem alta saturação de bases na segunda camada coletada, cujos valores atingem 30 e 50%, com saturação de bases - valor V - igual a 54,4%.

As argilas são de atividade alta com valores altos a muito altos em subsuperfície, revelando solos com elevada capacidade de reter nutrientes para as plantas.

Figura 5.1.60 - Local de coleta do perfil nº 06 - Neossolo Flúvico Eutrófico argila de atividade alta. Unidade de mapeamento RYbe Sítio São Jorge. Coordenadas UTM 722120/7504610.



Figura 5.1.61 - Neossolo Flúvico Argila de Atividade Alta, Endoeutrófico. Segundo componente da Unidade de mapeamento RYbe. Área ocupada com cultura de coqueiros com plantio de milho intercalado. Coordenadas UTM 722210/7504547.



Figura 5.1.62 - Cultivo de milho em área de Neossolo Flúvico Argila de Atividade Alta Eutrófico. O desenvolvimento das plantas é exuberante, devido à alta fertilidade de solos e das adubações frequentes. Unidade de mapeamento RYbe. Coordenadas UTM 722372/7504985.



Figura 5.1.63 - A mandioca é uma das principais culturas plantadas em área de Neossolos Flúvicos Eutróficos. Note-se, a exemplo da Figura anterior, o bom desenvolvimento das plantas, devido à alta fertilidade dos solos. Unidade de mapeamento RYbe. Várzea do rio Guapi-Açu. Coordenadas UTM 722372/7504985.



c.1.10) Neossolo Litólico Distrófico típico

Classe de solos rasos, já descrita para a AII.

Na Área de Influência Direta, estão mapeados pela associação de símbolo RLd formada por Neossolos Litólicos fase rochosa, associados a Cambissolos Háplicos e Afloramentos de Rochas, em relevos escarpado e montanhoso.

Figura 5.1.64 - Elevação com exposição rochosa onde ocorrem Neossolos Litólicos associados a Cambissolos Háplicos e Afloramentos de Rochas. Unidade de mapeamento RLd. Vista a partir do local de coordenadas UTM 723522/7510687 onde foi coletado o perfil nº 05.



c.1.11) Afloramentos de Rochas

Tipo de terreno constituído por exposições rochosas associadas à Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos. A figura 5.1.64 também ilustra a ocorrência de afloramentos de rochas gnáissicas, identificadas pelo símbolo AR, na unidade de mapeamento.

d) Legenda de Identificação do Mapa de Solos

As unidades de mapeamento de solos das Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada e seus respectivos símbolos que constam no mapa de solos, estão representadas na tabela número 5.1.5.

Tabela 5.1.5 - Legenda de Identificação das unidades de mapeamento de solos	
SÍMBOLO	UNIDADE DE MAPEAMENTO
LVAd1	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico textura argilosa e muito argilosa relevo suave ondulado e ondulado
LVAd2	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico textura argilosa e muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, A moderado, ambos relevo ondulado + Latossolo Vermelho Distrófico típico textura argilosa todos relevo ondulado
LVAd3	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico textura argilosa e muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, A moderado + Latossolo Vermelho Distrófico típico textura argilosa todos relevo forte ondulado
PVAd1	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura arenosa/média + Argissolo Amarelo Distrófico típico e latossólico, textura média/argilosa ambos A moderado, relevo suave ondulado
CXbd	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, textura argilosa ou média + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico textura argilosa+ Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura média/argilosa, todos A moderado ou A proeminente + Neossolo Litólico A moderado, textura média, fase pedregosa todos relevo forte ondulado e montanhoso
GXbd	Gleissolo Háplico Ta e Tb Distrófico típico, textura média A moderado + Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico ou típico, textura média ou média/arenosa ambos relevo

	plano
RLd	Neossolo Litólico Distrófico típico, fase rochosa + Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico ou típico, ambos textura média ou argilosa, A moderado, relevo escarpado e montanhoso + Afloramentos de Rochas
RYbd	Neossolo Flúvico Ta e Tb Distrófico típico, textura média/ argilosa, arenosa/média, siltosa/média/arenosa, + Gleissolo Háplico Ta e Tb Distrófico típico, textura média, ambos A moderado, relevo plano + Gleissolo Melânico Distrófico típico ou cambissólico, A húmico ou A proeminente todos relevo plano
RYbe	Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico, textura média/arenosa + Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico, textura média, ambos A moderado, relevo plano

e) Perfis Representativos das Classes de Solos

A seguir são apresentadas as descrições morfológicas dos perfis representativos das unidades de mapeamento que constam no Mapa de Solos e os respectivos resultados das análises físicas e químicas.

e.1) PERFIL PEDOLÓGICO Nº 01

Data da coleta: 12/03/2013

Classificação: Neossolo Flúvico Tb Distrófico típico textura média, A moderado

Localização: Coordenadas UTM 722433/7503803

Situação, declive, cobertura vegetal: coleta em várzea com menos de 3% de declive

Material originário: sedimentos argilo-arenosos colúvio-aluvionares

Relevo local: plano

Relevo regional: plano, suave ondulado e ondulado

Drenagem interna: muito mal drenado

Vegetação no local e uso do solo: pasto sujo com com *Bracchiaria* sp.

Tabela 5.1.6 - Descrição Morfológica		
HORIZONTE	ESPESSURA (cm)	DESCRIÇÃO
A	0 – 23 cm	Bruno-olivácea (2,5Y4/4); franco-siltosa; muito dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa.
Cl	50 - 62 cm	Bruno-olivácea clara (2,5Y5/4); franca; mosqueado abundante, pequeno e proeminente vermelho-amarelado (5 YR 4/6); muito dura, friável, plástica e pegajosa.

Tabela 5.1.6 - Descrição Morfológica

HORIZONTE	ESPESSURA (cm)	DESCRIÇÃO
C2	84 - 106 cm	Bruno-olivácea clara (2,5Y 5/4); franco-siltosa; muito dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa.
C3	130 – 150 cm+	Bruno-olivácea clara (2,5Y 5/3); franco-arenosa com muita mica; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Observações: lençol freático a 150 cm de profundidade.

Coleta a trado.

Tabela 5.1.7 - Resultados Analíticos

Perfil Pedológico Nº 01									
HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (g/kg)					Silte/ Argila	Densidade	
Símbolo	Prof. (cm)	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0.002mm		Aparente	Real
A	0 – 23 cm	262	82	180	558	180	3,1		
CI	50 - 62 cm	354	102	252	466	180	2,6		
C2	84 - 106 cm	332	66	266	508	160	3,1		
C3	130 – 150 cm+	670	68	602	250	80	3,1		
HORIZONTE		Matéria Orgânica (dag/kg)	Ferro (mg/dm ³)	Manganes (mg/dm ³)	Saturação com Al ⁺⁺⁺ (%)	P (Mehlich)	pH (1:2,5) H ₂ O	Cond. Elétrica extr. saturação	
Símbolo	Prof. (cm)								
A	0 – 23 cm	1,1	340	27	11	20	5,4		
CI	50 - 62 cm	0,8	571	13	21	15	5,3		
C2	84 - 106 cm	0,4	548	22	7	23	5,6		

C3	130 – 150 cm+	0,3	388	28	0	163	5,9			
HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO								V%
Símbolo	Prof. (cm)	Ca ⁺⁺ (cmol)	Mg ⁺⁺ (cmol)	Na ⁺ (mg/dm3)	K ⁺ (mg/dm3)	S (cmol)	Al ⁺⁺⁺ (cmol)	H ⁺ + Al ⁺⁺⁺ (cmol)	CTC a pH 7,0 (cmolc/dm3)	
A	0 – 23 cm	2,0	0,3	29	34	2,4	0,3	3,3	5,7	42
Cl	50 - 62 cm	1,4	0,1	20	17	1,5	0,4	2,9	4,4	35
C2	84 - 106 cm	1,1	0,2	20	16	1,3	0,1	2,6	3,9	34
C3	130 – 150 cm+	0,9	0,2	25	32	1,2	0,0	1,8	3,0	39,6

e.2) PERFIL PEDOLÓGICO Nº 02

Data da coleta: 21/03/2013

Classificação: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura arenosa/média, A moderado

Localização: Coordenadas UTM 723568/7506706

Situação, declive, cobertura vegetal: coleta em cava para retirada de areia

Material originário: sedimentos argilo-arenosos colúvio-aluvionares

Relevo local: plano

Relevo regional: plano, suave ondulado e ondulado

Drenagem interna: bem drenado

Vegetação no local e uso do solo: vegetação retirada para exploração de areia. Nas áreas próximas ocupadas com esse solo, presença de *Bracchiaria* sp.

Tabela 5.1.8- Descrição Morfológica

HORIZONTE	ESPESSURA (cm)	DESCRIÇÃO
A	0 – 20 cm	Bruno-amarelada (10YR5/4); franco-areno-sa; ligeiramente dura, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; muitas raízes fasciculares.
B1t	40 - 120 cm	Bruna-forte (7,5YR 5/8); franco-argilosa, du-ra, friável, plástica e pegajosa.
B2t	120 - 143 cm	Vermelha (2,5YR5/8); franco-argilosa; dura, friável, plástica e pegajosa.

Tabela 5.1.9 - Resultados Analíticos

Perfil Pedológico Nº 02									
HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (g/kg)					Silte/ Argila	Densidade	
Símbolo	Prof. (cm)	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0.002mm		Aparente	Real
A	0 – 20 cm	580	400	180	240	180	1,33		
B1t	40 - 120 cm	366	236	130	234	400	0,58		
B2t	120 - 143 cm	398	266	132	262	340	0,77		

HORIZONTE		Matéria Orgânica (dag/kg)	Ferro (mg/dm ³)	Manganes (mg/dm ³)	Saturação com Al ⁺⁺⁺ (%)	P (Mehlich)	pH (1:2,5) H ₂ O
Símbolo	Prof. (cm)						
A	0 – 20 cm	2,0	515	21	56	10	4,9
B1t	40 - 120 cm	0,7	201	4	85	3	4,7
B2t	120 - 143 cm	0,4	153	3	76	3	4,7

HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO								V%
Símbolo	Prof. (cm)	Ca ⁺⁺ (cmol)	Mg ⁺⁺ (cmol)	Na ⁺ (mg/dm ³)	K ⁺ (mg/dm ³)	S (cmol)	Al ⁺⁺⁺ (cmol)	H ⁺ + Al ⁺⁺⁺ (cmol)	CTC a pH 7,0 (cmolc/dm ³)	
A	0 – 20 cm	0,3	0,1	14	25	0,5	0,6	4,5	5	9,3
B1t	40 - 120 cm	0,1	0,1	13	22	0,3	1,4	4,0	4,3	6,0
B2t	120 - 143 cm	0,1	0,1	11	19	0,2	0,8	3,1	3,3	7,4

e.3) PERFIL PEDOLÓGICO Nº 03

Data da coleta: 21/03/2013

Classificação: Gleissolo Háptico Distrófico típico, textura média/arenosa, A moderado

Localização:. Coordenadas UTM 723568/7506706

Situação, declive, cobertura vegetal: coleta em várzea com relevo plano

Material originário: sedimentos argilo-arenosos colúvio-aluvionares

Relevo local: plano

Relevo regional: plano, suave ondulado e ondulado

Drenagem interna: muito mal drenado

Vegetação no local e uso do solo: pastagem com capim amargoso

Tabela 5.1.10 - Descrição Morfológica		
HORIZONTE	ESPESSURA (cm)	DESCRIÇÃO
A	0 – 10 cm	Bruna (10YR 4/3); franco-siltosa; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa.
C1	10 - 25 cm	Bruno-acinzentada (10YR 5/2); franca; ligeira-mente dura, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa.
C2	25 - 64 cm	Cinza-brunada-clara (2,5Y6/2); franco-arenosa; pouco mosqueado pequeno e proeminente bruno-amarelado(10YR 5/8); dura, friável, plastica e pegajosa.
C3	64 - 74 cm	Cinza (2,5Y 6/1); franca; extremamente dura, friável, plástica e muito pegajosa.

Observações: lençol freático a 64 cm.

Coleta a trado.

Tabela 5.1.11 - Resultados Analíticos									
Perfil Pedológico Nº 03									
HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (g/kg)					Silte/ Argila	Densidade	
Símbolo	Prof. (cm)	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0.002mm		Aparente	Real
A	0 – 10 cm	484	394	90	316	200	1,58		
C1	10 - 25 cm	560	432	128	240	200	1,20		
C2	25 - 64 cm	634	502	132	166	200	0,83		

C3	64 - 74 cm	664	510	154	136	200	0,68			
HORIZONTE		Matéria Orgânica (dag/kg)	Ferro (mg/dm³)	Manganes (mg/dm³)	Saturação com Al ⁺⁺⁺ (%)	P (Mehlich)	pH (1:2,5) H₂O			
Símbolo	Prof. (cm)									
A	0 – 10 cm	3,7	296	2	58	9	4,6			
C1	10 - 25 cm	2,2	192	1	85	6	4,5			
C2	25 - 64 cm	0,9	138	1	86	3	4,7			
C3	64 - 74 cm	0,5	128	1	54	2	5,1			
HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO								V%
Símbolo	Prof. (cm)	Ca ⁺⁺ (cmol)	Mg ⁺⁺ (cmol)	Na ⁺ (mg/dm3)	K ⁺ (mg/dm3)	S (cmol)	Al ⁺⁺⁺ (cmol)	H ⁺ + Al ⁺⁺⁺ (cmol)	CTC a pH 7,0 (cmolc/dm3)	
A	0 – 10 cm	0,3	0,2	25	55	0,6	0,9	6,1	6,7	9,5
C1	10 - 25 cm	0,1	0,1	21	32	0,3	1,6	5,8	6,1	4,6
C2	25 - 64 cm	0,1	0,1	8	15	0,2	1,5	3,4	3,6	6,6
C3	64 - 74 cm	0,2	0,2	7	10	0,4	0,5	2,4	2,8	15,1

e.4) PERFIL PEDOLÓGICO Nº 04

Data da coleta: 22/03/2013

Classificação: Neossolo Flúvico Ta Distrófico, textura siltosa/média/arenosa, A moderado,

Localização: Coordenadas UTM 726136/7511297

Situação, declive, cobertura vegetal: coleta em várzea com relevo plano

Material originário: sedimentos argilo-arenosos de origem aluvionar

Relevo local: plano

Relevo regional: plano, suave ondulado e ondulado

Drenagem interna: bem a imperfeitamente drenado

Vegetação no local e uso do solo: pastagem com capim amargoso nativo

Tabela 5.1.12- Descrição Morfológica

HORIZONTE	ESPESSURA (cm)	DESCRIÇÃO
A	0 - 10 cm	Bruno-escuro (10YR3/3); franco-siltoso; duro, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; muitas raízes fasciculares.
C1	30 - 52 cm	Bruno-amarelado(10YR 5/8); franco; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa.
C2	52 - 94 cm	Bruna(10YR 5/3); franco arenoso; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.
C3	94 - 138 cm	Coloração variegada composta de bruna (10YR 5/3) e vermelha (2,5 YR 5/8); franco; ligeiramente duro, muito friável, não plástica e não pegajosa.
C4	138 - 160 cm+	Cinza (10YR 5/1); areia-franca; macia, solta, não plástica e não pegajosa.

Observações: não foi encontrado lençol freático até 170 cm de profundidade. Coleta com trado.

Tabela 5.1.13- Resultados Analíticos

Perfil Pedológico Nº 04									
HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (g/kg)					Silte/ Argila	Densidade	
Símbolo	Prof. (cm)	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0.002mm		Aparente	Real
A	0 - 10 cm	144	34	110	636	220	2,9		
C1	30 - 52 cm	442	38	404	438	120	3,6		
C2	52 - 94 cm	672	60	612	248	80	3,1		
C3	94 - 138 cm	390	44	346	490	120	4,0		
C4	138 - 160 cm+	830	346	484	28	40	0.7		
HORIZONTE		Matéria Orgânica (dag/kg)	Ferro (mg/dm ³)	Manganes (mg/dm ³)	Saturação com Al ⁺⁺⁺ (%)	P (Mehlich)	pH (1:2,5) H ₂ O		
Símbolo	Prof. (cm)								
A	0 - 10 cm	3,6	362	203	18	9	5,1		
C1	30 - 52 cm	0,7	429	21	27	14	5,2		
C2	52 - 94 cm	0,4	205	19	34	131	5,2		

C3	94 - 138 cm	0,4	293	15	16	121	5,4									
C4	138 - 160 cm+	0,4	187	15	0	165	5,9									
HORIZONTE								COMPLEXO SORTIVO								V%
Símbolo	Prof. (cm)	Ca ⁺⁺ (cmol)	Mg ⁺⁺ (cmol)	Na ⁺ (mg/dm3)	K ⁺ (mg/dm3)	S (cmol)	Al ⁺⁺⁺ (cmol)	H ⁺ + Al ⁺⁺⁺ (cmol)	CTC a pH 7,0 (cmolc/dm3)							
A	0 - 10 cm	1,5	0,5	89	270	2,7	0,6	5,5	8,2	32,9						
C1	30 - 52 cm	0,8	0,2	18	27	1,1	0,4	3,6	4,7	22,9						
C2	52 - 94 cm	0,6	0,1	20	28	0,8	0,4	2,5	3,3	23,6						
C3	94 - 138 cm	1,2	0,3	30	32	1,6	0,3	2,6	4,2	37,8						
C4	138 - 160 cm+	0,7	0,1	32	50	0,9	0,0	1,6	2,5	36,7						

e.5) PERFIL PEDOLÓGICO Nº 05

Data da coleta: 22/03/2013

Classificação: Neossolo Flúvico Distrófico Tb típico textura arenosa/média, A moderado

Localização: Coordenadas UTM 723522/7510687

Situação, declive, cobertura vegetal: coleta em várzea com relevo plano

Material originário: sedimentos argilo-arenosos de origem aluvionar

Relevo local: plano

Relevo regional: plano, suave ondulado e ondulado

Drenagem interna: bem a imperfeitamente drenado

Vegetação no local e uso do solo: plantio de milho

Tabela 5.1.14 - Descrição Morfológica

HORIZONTE	ESPESSURA	DESCRIÇÃO
-----------	-----------	-----------

	(cm)	
A	0 - 25 cm	Bruno-amarelada (10YR 5/4); areia;muito dura, friável, plástica e pegajosa.
C1	25 - 70 cm+	Bruno-amarelada-clara (10YR 6/4); franca; solta, macia, não plástica e não pegajosa.

Observações: há um poço para abastecimento d'água com 4 metros de profundidade, com subida d'água a 2 m.

Coleta a trado.

Tabela 5.1.15 - Resultados Analíticos										
Perfil Pedológico Nº 05										
HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (g/kg)					Silte/ Argila	Densidade		
Símbolo	Prof. (cm)	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina	Silte 0,05- 0,002mm	Argila <0.002mm		Aparente	Real	
A	0 - 25 cm	932	72	128	28	40	0,7			
C1	25 - 70 cm+	348	804	172	472	180	2,6			
HORIZONTE		Matéria Orgânica (dag/kg)	Ferro (mg/dm ³)	Manganes (mg/dm ³)	Saturação com Al ⁺⁺⁺ (%)	P (Mehlich)	pH (1:2,5) H ₂ O			
Símbolo	Prof. (cm)									
A	0 - 25 cm	1,4	589	40	24	44	4,4			
C1	25 - 70 cm+	0,4	547	19	68	24	4,8			
HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO								V%
Símbolo	Prof. (cm)	Ca ⁺⁺ (cmol)	Mg ⁺⁺ (cmol)	Na ⁺ (mg/dm3)	K ⁺ (mg/dm3)	S (cmol)	Al ⁺⁺⁺ (cmol)	H ⁺ + Al ⁺⁺⁺ (cmol)	CTC a pH 7,0 (cmolc/dm3)	
A	0 - 25 cm	0,4	0,1	28	54	0,6	0,2	6,1	6,7	9,5
C1	25 - 70 cm+	0,2	0,1	14	30	0,4	0,8	2,0	2,4	15,9

e.6) PERFIL PEDOLÓGICO Nº 06

Data da coleta: 23/03/2013

Classificação: Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico, textura média/arenosa, A moderado

Localização: (Sítio São Jorge) Coordenadas UTM 722120/7504610

Situação, declive, cobertura vegetal: coleta em várzea com relevo plano

Material originário: sedimentos areno-argilosos de origem aluvionar

Relevo local: plano

Relevo regional: plano, suave ondulado e ondulado

Drenagem interna: mal drenado

Vegetação no local e uso do solo: plantio de coqueiros

Tabela 5.1.16 - Descrição Morfológica		
HORIZONTE	ESPESSURA (cm)	DESCRIÇÃO
A	0 – 20 cm	Bruna (10YR04/3); franca; fraca, muito pequena e média blocos subangulares; muito dura, friável, muito plástica e muito pegajosa.
C1	20 - 50 cm	Bruno-amarelada (10YR 5/4); areia; pouco mosqueado, pequeno e proeminente vermelho (2,5YR 4/6); solta, solta, não plástica e não pegajosa.
C2	58 - 95 cm	Bruno-olivácea-clara (2,5Y 5/3); areia; solta, solta, não plástica e não pegajosa.

Observações: Coleta a trado.

Tabela 5.1.17 - Resultados Analíticos									
Perfil Pedológico Nº 06									
HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (g/kg)					Silte/ Argila	Densidade	
Símbolo	Prof. (cm)	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0,002mm		Aparente	Real
A	0 – 20 cm	348	176	172	472	180	2,6		
C1	20 - 50 cm	912	638	274	48	40	1,2		
C2	58 - 95 cm	918	752	166	42	40	1,05		
HORIZONTE		Matéria Orgânica (dag/kg)	Ferro (mg/dm ³)	Manganes (mg/dm ³)	Saturação com Al ⁺⁺⁺ (%)	P (Mehlich)	pH (1:2,5) H ₂ O		
Símbolo	Prof. (cm)								
A	0 – 20 cm	1,1	462	140	0	15	6,2		

C1	20 - 50 cm	0,4	500	91	0	111	6,3			
C2	58 - 95 cm	0,4	451	46	0	105	6,5			
HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO								V%
Símbolo	Prof. (cm)	Ca ⁺⁺ (cmol)	Mg ⁺⁺ (cmol)	Na ⁺ (mg/dm3)	K ⁺ (mg/dm3)	S (cmol)	Al ⁺⁺⁺ (cmol)	H ⁺ + Al ⁺⁺⁺ (cmol)	CTC a pH 7,0 (cmolc/dm3)	
A	0 – 20 cm	5,0	1,2	24	44	6,3	0,0	1,7	8,0	
C1	20 - 50 cm	2,0	0,2	30	56	2,3	0,0	1,3	3,6	64,3
C2	58 - 95 cm	1,0	0,2	31	71	1,4	0,0	1,1	2,5	55,7

e.7) PERFIL PEDOLÓGICO Nº 07

Data da coleta: 23/03/2013

Classificação: Neossolo Flúvico Ta Endoeutrófico, textura média/arenosa, A moderado

Localização: (Sítio São Jorge) Coordenadas UTM 722210/7504547

Situação, declive, cobertura vegetal: coleta em várzea com relevo plano

Material originário: sedimentos areno-argilosos de origem aluvionar

Relevo local: plano

Relevo regional: plano, ondulado e forte ondulado

Drenagem interna: mal drenado

Vegetação no local e uso do solo: plantio de coqueiros e cultura intercalar de milho

Tabela 5.1.18- Descrição Morfológica		
HORIZONTE	ESPESSURA (cm)	DESCRIÇÃO
A	0 – 20 cm	Bruno-amarelada-escura (10YR 4/4); franca; extremamente dura, friável, plástica e muito pegajosa.
C1	30 - 50 cm	Bruna-forte (7,5YR 4/6); franco-arenosa; muito dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.
C2	67 - 96 cm	Bruna (10YR 5/3); franco-arenosa; ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa.
C3	96 cm+	Camada de areia muito fina com silte e muita mica muscovita. Não coletada.

Observações: lençol freático a 96 cm

Coleta a trado.

Tabela 5.1.19- Resultados Analíticos										
Perfil Pedológico Nº 07										
HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (g/kg)					Silte/ Argila	Densidade		
Símbolo	Prof. (cm)	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina	Silte 0,05- 0,002mm	Argila <0.002mm		Aparente	Real	
A	0 – 20 cm	404	56	348	436	160	2,7			
C1	30 - 50 cm	470	44	426	430	100	4,3			
C2	67 - 96 cm	646	52	594	294	60	4,9			
HORIZONTE		Matéria Orgânica (dag/kg)	Ferro (mg/dm³)	Manganes (mg/dm³)	Saturação com Al ⁺⁺⁺ (%)	P (Mehlich)	pH (1:2,5) H ₂ O			
Símbolo	Prof. (cm)									
A	0 – 20 cm	0,9	550	98	0	23	5,8			
C1	30 - 50 cm	0,4	484	40	0	83	5,9			
C2	67 - 96 cm	0,4	432	20	0	159	6,0			
HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO								V%
Símbolo	Prof. (cm)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺ + Al ⁺⁺⁺	CTC a pH 7,0	
		(cmol)	(cmol)	(mg/dm3)	(mg/dm3)	(cmol)	(cmol)	(cmol)	(cmolc/dm3)	
A	0 – 20 cm	2,0	0,5	30	60	2,7	0	2,8	5,5	48,7
C1	30 - 50 cm	1,9	0,4	26	35	2,4	0	2,0	4,4	54,4
C2	67 - 96 cm	1,1	0,3	22	36	1,5	0	1,6	3,1	48,3

e.8) PERFIL PEDOLÓGICO Nº 08

Data da coleta: 24/03/2013

Classificação: Neossolo Flúvico Distrófico típico Tb, textura arenosa/média, A moderado

Localização: Fazenda Carrazal. Coordenadas UTM 722972/7508327

Situação, declive, cobertura vegetal: perfil completo coletado em barranco de riacho, em local de relevo plano

Material originário: argilo-arenosos de origem aluvionar

Relevo local: plano

Relevo regional: plano, ondulado e forte ondulado

Erosão: desbarrancamentos provocados pelo gado, nas duas margens do riacho

Drenagem interna: mal drenado

Vegetação no local e uso do solo: pastagem com *Bracchiaria* sp.

Tabela 5.1.20 - Descrição Morfológica		
HORIZONTE	ESPESSURA (cm)	DESCRIÇÃO
A11	0 – 20 cm	Bruno-amarelada-clara (10YR3/4); franco-arenosa; fraca, muito pequena a pequena granular; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara; muitas raízes fasciculares.
A12	20 - 48 cm	Bruno-amarelada-clara (10YR4/4); franco-arenosa; fraca, muito pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada (43-52cm).
C1g	48 - 60 cm	Coloração variegada composta de bruno-pálida (10YR 6/3) e bruno-amarelada (10YR 5/8); mosqueado comum, pequeno e proeminente bruno-avermelhado (5YR5/4); franco-argilo-siltosa;fraca, muito pequena a pequena blocos subangulares; extremamente dura, friável a firme, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e ondulada (50-72cm).
C2g	60 - 100 cm	Coloração variegada composta de bruna-forte (7,5YR 5/6) e vermelho-amarelada (5YR 4/6); mosqueado comum, médio e proeminente vermelho-escuro (2,5YR 3/6); franco-siltosa;fraca, pequena a média, blocos subangulares;extremamente dura, friável, muito plástica e muito pegajosa.
C3g	100 - 130 cm+	Bruno-pálida (10YR6/3); pouco mosqueado pequeno e proeminente vermelho-amarelado (5YR 4/6); franco-siltosa;extremamente dura, friável, plástica e pegajosa.

Tabela 5.1.21 - Resultados Analíticos			
Perfil Pedológico Nº 08			
HORIZONTE	COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (g/kg)	Silte/	Densidade

Símbolo	Prof. (cm)	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0.002mm	Argila	Aparente	Real
A11	0 – 20 cm	582	402	180	318	100	3,18		
A12	20 - 48 cm	688	524	164	212	100	2,12		
C1g	48 - 60 cm	60	20	40	540	400	1,35		
C2g	60 - 100 cm	110	12	98	570	320	1,78		
C3g	100 - 130 cm+	222	32	190	558	220	2,53		

HORIZONTE		Matéria Orgânica (dag/kg)	Ferro (mg/dm ³)	Manganês (mg/dm ³)	Saturação com Al ⁺⁺⁺ (%)	P (Mehlich)	pH (1:2,5) H ₂ O
Símbolo	Prof. (cm)						
A11	0 – 20 cm	1,6	453	87	20	93	5,1
A12	20 - 48 cm	1,1	393	38	20	93	5,4
C1g	48 - 60 cm	1,0	522	16	40	20	5,1
C2g	60 - 100 cm	0,7	899	25	39	13	4,7
C3g	100 - 130 cm+	0,4	770	25	27	55	5,0

HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO								V%
Símbolo	Prof. (cm)	Ca ⁺⁺ (cmol)	Mg ⁺⁺ (cmol)	Na ⁺ (mg/dm ³)	K ⁺ (mg/dm ³)	S (cmol)	Al ⁺⁺⁺ (cmol)	H ⁺ + Al ⁺⁺⁺ (cmol)	CTC a pH 7,0 (cmolc/dm ³)	
A11	0 – 20 cm	1,1	0,3	36	80	1,6	0,4	3,4	5,0	32,1
A12	20 - 48 cm	0,8	0,3	20	32	1,2	0,3	2,6	3,8	31,3
C1g	48 - 60 cm	0,5	0,2	17	17	0,7	0,5	5,5	6,2	11,9
C2g	60 - 100 cm	0,7	0,2	26	20	1,0	0,6	4,7	5,7	16,8
C3g	100 - 130 cm+	1,1	0,2	30	24	1,4	0,5	3,8	5,2	26,4

5.1.12 - Recursos Hídricos

O rio Macacu drena parte das escarpas da Serra do Mar assim como seus principais afluentes, pela margem direita, os rios Guapi-Açu e Guapimirim. Pela margem esquerda, os rios Bengalo, Soarinho, Imbuí e outros menores, drenam o Maciço Alcalino de Soarinho e adjacências, no terço médio do rio Macacu. O rio Guapi-Açu recebe diversos rios pela margem direita, destacando-se os rios Orindiaçu (ou Paraíso) e Iconha e pela margem esquerda o rio Rabelo, todos drenando contrafortes e espigões da Serra do Mar.

O rio Caceribu e seu afluente, rio Bonito, drenam, respectivamente, os maciços alcalinos de Tanguá e Rio Bonito. Os demais afluentes da margem esquerda, os rios Tanguá, dos Duques, Iguá, da Aldeia e outros menores, drenam o Maciço Litorâneo. O rio Caceribu foi afluente da margem esquerda do rio Macacu, entretanto, obras de drenagem executadas em meados do século passado modificaram o traçado desses rios e o rio Caceribu assumiu curso próprio, apropriando-se da antiga foz do rio Macacu.

A porção proximal do rio Macacu corta a cidade de Cachoeiras de Macacu e, no terço médio, recebe contribuição dos principais afluentes pela margem esquerda. Ao fim do terço médio recebe o rio Guapi-Açu e já na porção distal o rio Guapimirim. No seu curso médio o rio Guapi-Açu recebe seus principais afluentes, os rios Rabelo, Orindi-Açu e Iconha.

O rio Caceribu tem sua maior extensão no curso médio, onde recebe a maioria dos seus afluentes. Assim, o terço médio dos rios Caceribu, Macacu e seu afluente Guapi-Açu, formam extensa planície aluvionar, com presença de colinas isoladas ou tabuleiros delimitando a planície de inundação.

a) Cálculo da vazão máxima do reservatório

O cálculo da vazão máxima da cheia no local da barragem, com o tempo de recorrência de 100, 1.000 e 10.000 anos e vazão mínima ($Q_{7,10}$), foi desenvolvido pela COHIDRO, empresa responsável pelo projeto da barragem e se encontra apresentada no anexo 3, ao final deste capítulo

b) Vida útil do reservatório

O cálculo da vida útil do reservatório só poderá ser feito após a coleta e avaliação dos dados e estudo específico de hidrossedimentologia. Este estudo será desenvolvido durante o período de 1 ano, na medida em que o monitoramento hidrossedimentológico evoluir. Isto é, a cada mês será feito um relatório com o objetivo de se obter um histórico. Ao final do monitoramento, após um ano completo de estudos, poder-se-à determinar o tempo de vida útil do reservatório.

c) Qualidade das Águas Superficiais da Área de Influência Indireta

c.1) Metodologia

As informações para elaboração da Área de Influência Indireta foram obtidas através da consulta em dados secundários disponíveis na área de estudo.

c.2) Caracterização da Qualidade das Águas

O Brasil é um país megadiverso e privilegiado em termos de disponibilidade hídrica, abrigando cerca de 12% das reservas mundiais de água doce, sendo que, se considerarmos as águas provenientes de outros países, esse índice se aproxima de 18%. No entanto, apresentam situações contrastantes de abundância e escassez de água, o que exige dos governos, dos usuários e da sociedade civil, cuidados especiais, organização e planejamento na gestão de sua utilização (MMA, 2006).

A Região Hidrográfica Atlântico Sudeste é formada pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no litoral sudeste brasileiro, do norte do Espírito Santo ao norte do Paraná. Drena uma das mais expressivas regiões brasileiras, marcadamente pelo elevado contingente populacional, pela diversidade econômica e pelo significativo parque industrial.

Delimitada pelas coordenadas 17°44' e 25°28' de Latitude Sul e 39°42' e 49°57' de Longitude Oeste, abrange parte das regiões leste e Zona da Mata mineiras, drenando águas das bacias dos rios Doce e Paraíba do Sul, respectivamente, abraça praticamente todo o Estado do Espírito Santo, à exceção da Bacia do Rio São Mateus, ao norte, todo o Estado do Rio de Janeiro, grande parte do litoral paulista, em regiões como a Baixada Santista, e as vertentes

paranaenses do rio Ribeira do Iguape, ainda em muito preservadas e de raras belezas cênicas (MMA, *op. cit.*).

Segundo o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), o Estado do Rio de Janeiro está dividido em 10 (dez) Regiões Hidrográficas, aprovadas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, através da Resolução CERHI-RJ nº 18 de 08.11.2006, para fins de gestão dos recursos hídricos e da aplicação dos recursos financeiros arrecadados com a cobrança pelo uso da água em cada região hidrográfica. As dez regiões hidrográficas estão apresentadas na tabela 5.1.22 e sua distribuição no estado na figura 5.1.65.

Tabela 5.1.22 Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro	
Região Hidrográfica	Bacias Contribuintes
RH I - BAÍA DA ILHA GRANDE Total: Parati e Angra dos Reis	Bacias Contribuintes à Baía de Parati, Bacia do Mambucaba, Bacias Contribuintes à Enseada de Bracuí, Bacia do Bracuí, Bacias Contribuintes à Baía da Ribeira, Bacias da Ilha Grande.
RH II - GUANDU Total: Mangaratiba, Itaguaí, Seropédica, Queimados, Engenheiro Paulo de Frontin, Japeri e Paracambi; Parcialmente: Miguel Pereira, Vassouras, Barra do Piraí, Mendes, Nova Iguaçu, Piraí, Rio Claro e Rio de Janeiro	Bacia do Santana, Bacia do São Pedro, Bacia do Macaco, Bacia do Ribeirão das Lajes, Bacia do Guandu (Canal São Francisco), Bacia do Rio da Guarda, Bacias Contribuintes à Represa de Ribeirão das Lajes, Bacia do Canal do Guandu, Bacias Contribuintes ao Litoral de Mangaratiba e de Itacurussá, Bacia do Mazomba, Bacia do Piraquê ou Cabuçu, Bacia do Canal do Itá, Bacia do Ponto, Bacia do Portinho, Bacias da Restinga de Marambaia, Bacia do Piraí.
RH III - MÉDIO PARAÍBA DO SUL Total: Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheral, Valença, Rio das Flores e Comendador Levy Gasparian; Parcialmente: Rio Claro, Piraí, Barra do Piraí, Vassouras, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Paraíba do Sul, Três Rios e Mendes.	Bacia do Preto, Bacias do Curso Médio Superior do Paraíba do Sul.
RH IV – PIABANHA Total: Areal, Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto, Sumidouro, Carmo e Sapucaia; Parcialmente: Petrópolis, Paraíba do Sul, Três Rios e Paty do Alferes.	Bacias da Margem Direita do Médio Inferior do Paraíba do Sul, Bacia do Piabanha, Sub-Bacias dos Rios Paquequer e Preto.
RH V - BAÍA DE GUANABARA Total: Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Nilópolis, Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João	Bacias Contribuintes às Lagunas de Itaipu e Piratininga, Bacia do Guaxindiba-Alcântara, Bacia do Caceribu, Bacia do Guapimirim-Macacu, Bacia do Roncador ou Santo Aleixo, Bacia do Iripi, Bacia do Suruí, Bacia do

Tabela 5.1.22 Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro

Região Hidrográfica	Bacias Contribuintes
de Meriti e Magé; Parcialmente: Maricá, Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu, Petrópolis, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro.	Estrela, Inhomirim, Saracuruna, Bacias Contribuintes à Praia de Mauá, Bacia do Iguaçu, Bacia do Pavuna-Meriti, Bacias da Ilha do Governador, Bacia do Irajá, Bacia do Faria-Timbó, Bacias Drenantes da Vertente Norte da Serra da Carioca, Bacias Drenantes da Vertente Sul da Serra da Carioca, Bacias Contribuintes à Praia de São Conrado, Bacias Contribuintes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá.
RH VI - LAGOS SÃO JOÃO Total: Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Armação de Búzios, Saquarema, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Arraial do Cabo; Parcialmente: Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu e Maricá	Bacia do São João, Bacia do Una, Bacias Contribuintes ao Complexo Lagunar de Saquarema Jaconé e Araruama, Bacias do Litoral de Búzios.
RH VII - RIO DOIS RIOS Total: Bom Jardim, Duas Barras, Cordeiro, Macuco, Cantagalo, Itaocara e São Sebastião do Alto; Parcialmente: Nova Friburgo, Trajano de Moraes, Santa Maria Madalena e São Fidélis	Bacia do Rio Negro e Dois Rios, Córrego do Tanque e Adjacentes, Bacia da Margem Direita do Médio Inferior do Paraíba do Sul
RH VIII - MACAÉ E DAS OSTRAS Total: Rio das Ostras; Parcialmente: Nova Friburgo, Casimiro de Abreu e Macaé.	Bacia do Jundiá, Bacia do Macaé e Bacia do Imboacica
RH IX - BAIXO PARAÍBA DO SUL Total: Quissamã, Natividade, São João da Barra, Cambuci, Itaperuna, São José de Ubá, Italva, Santo Antônio de Pádua, Cardoso Moreira, Aperibé, Miracema e Laje do Muriaé; Parcialmente: Trajano de Moraes, Conceição de Macabu, Macaé, Carapebus, Varre-Sai, São Francisco do Itabapoana, Campos dos Goytacazes, São Fidélis, Porciúncula e Santa Maria Madalena.	Bacia do Muriaé, Bacia do Pomba, Bacia do Pirapetinga, Bacia do Córrego do Novato e Adjacentes, Pequenas Bacias da Margem Esquerda do Baixo Paraíba do Sul, Bacia do Jacaré, Bacia do Campelo, Bacia do Cacimbas, Bacia do Muritiba, Bacia do Coutinho, Bacia do Grussaí, Bacia do Iquipari, Bacia do Açú, Bacia do Pau Fincado, Bacia do Nicolau, Bacia do Preto, Bacia do Preto Ururaí, Bacia do Pernambuco, Bacia do Imbé, Bacia do Córrego do Imbé, Bacia do Prata, Bacia do Macabu, Bacia do São Miguel, Bacia do Arrozal, Bacia da Ribeira, Bacia do Carapebus.
RH X – ITABAPOANA Total: Bom Jesus do Itabapoana; Parcialmente: Porciúncula, Campos dos Goytacazes, Varre-Sai, São Francisco de Itabapoana.	Bacia do Itabapoana, Bacia do Guaxindiba, Bacia do Buena, Bacia do Baixa do Arroz, Bacia do Guriri.

Figura 5.1.65 – Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: www.inea.rj.gov.br

A área de estudo do presente relatório encontra-se localizada na Região Hidrográfica V, Baía de Guanabara, mais especificamente na sub-bacia leste, que corresponde a seção da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara que compreende o conjunto de bacias situadas na sua parte oriental e que abrange os municípios de Cachoeiras de Macacu, Rio Bonito, Tanguá, Itaboraí, São Gonçalo, Guapimirim e Magé, pertencendo também à região metropolitana do Rio de Janeiro (JUNIOR et al., 2009).

O município de Cachoeiras de Macacu, devido à localização geográfica privilegiada, apresenta grande variedade de recursos hídricos, tem um vasto potencial hídrico e é um importante fornecedor de água para outras localidades. A região está inserida em duas grandes bacias hidrográficas, a do Rio São João e a dos rios Guapi-Macacu.

Segundo CONCREMAT (2007) A bacia do rio Guapi-Macacu, identificada pela resolução CECA 804, com o código 5.372, possui área de drenagem com cerca de 1.250,8 km², correspondendo a aproximadamente 31% do total da área continental

de contribuição à Baía de Guanabara (figura 5.1.66). Esta bacia é o resultado da união artificial das bacias dos rios Macacu e Guapimirim. A origem da designação Guapi-Macacu se estabeleceu a partir da construção do canal de Imunana, executado pelo extinto DNOS, com o objetivo de drenar as áreas da baixada adjacente, freqüentemente inundadas, a partir da confluência do rio Macacu com o rio Guapi-Açu. Após a construção do canal de Imunana, o curso natural do rio Macacu foi desviado, unindo-se ao Guapimirim, formando o rio Guapi-Macacu. A bacia do Guapi-Macacu é limitada, ao norte e noroeste, pela serra dos Órgãos e seus contrafortes, a nordeste, pela serra de Macaé de Cima, a leste, pela serra da Botija e de Monte Azul e, ao Sul, pela serra do Sambé dos Garcias. Seu perímetro é da ordem de 199,2 km e sua altitude máxima atinge 2.000 m, na bacia do rio Guapimirim.

Sua área de drenagem pertence aos municípios de Cachoeira de Macacu, Guapimirim e Itaboraí. O curso d'água principal (rio Macacu-canal de Imunana-rio Guapi) tem direção NE - SW, sendo que sua nascente principal localiza-se no município de Cachoeira de Macacu, na serra da Boa Vista, dentro dos limites do parque estadual dos Três Picos, acima da localidade conhecida como Meio da Serra, apresentando cota de nascente a 1.800 m. Sua foz localiza-se dentro da APA de Guapimirim, em área de pequenas profundidades, a nordeste do recôncavo da Baía de Guanabara, onde ocorre uma extensa rede de canais naturais e artificiais.

Os principais núcleos urbanos que se encontram na bacia são a sede do município de Cachoeira de Macacu, Japuíba, Papucaia e Sambaetiba. Desses, o mais expressivo núcleo é a sede de Cachoeira de Macacu. Os demais guardam características de ocupação rural.

[illegible]

O rio Guapi-Açu é o principal afluente do rio Macacu. Suas nascentes ficam na Serra do Mar, no distrito de Subaio, município de Cachoeiras de Macacu. No passado, já foi um rio navegável. O volume de água é pequeno, próximo à nascente, que fica na Serra dos Órgãos. Suas águas são claras e cristalinas.

A caracterização da qualidade das águas da Área de Influência Indireta foi feita com base na consulta da bibliografia disponível, sendo os dados escassos para a bacia Guapi-Macacu.

ECOLOGUS-AGRAR (2005) elaboraram o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, dividindo a análise da qualidade das águas em diferentes setores:

- Rios da Costa Oeste: Mangue, Cunha, Penha, Irajá, S. João de Meriti, Sarapuí e Iguazu;

- Rios da Costa Norte/Nordeste: Estrela, Suruí, Iri, Roncador, Magé, Soberbo, Macacu, Guapi e Caceribu;
- Rios da Costa Leste: Guaxindiba, Mutondo, Imboassu, Bomba e Canto do Rio

Os resultados apresentados para cada setor foi baseado em medianas obtidas a partir da análise dos dados dos seguintes parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Kjeldahl e Fósforo do Total, obtidos pela FEEMA nos períodos de 1990 a 1997 e de 1998 a 2003.

Os dados dos Rios da Costa Norte/Nordeste referentes aos corpos hídricos localizados na AI estão apresentados na tabela 5.1.23. Os Rios da Bacia Guapi-Macacu estão destacados em amarelo.

Tabela 5.1.23. Mediana dos principais parâmetros de qualidade de água dos Rios da Costa Norte/Nordeste										
RIO/CANAL	DBO (MG/L)		OD (MG/L)		N-AMONIACAL (MG N/L)		N-KJELDAHL (MG N/L)		P-TOTAL (MG P/L)	
	90/97	98/03	90/97	98/03	90/97	98/03	90/97	98/03	90/97	98/03
Estrela	9,0	6,0	1,6	1,4	1,0	2,4	3,0	3,6	0,3	0,4
Suruí	3,2	3,2	4,9	4,4	0,2	0,3	0,8	1,0	0,15	0,2
Iri	6,0	6,0	1,6	1,2	0,15	0,21	1,0	1,2	0,25	0,3
Roncador	2,0	2,0	6,6	5,9	0,15	0,2	0,8	1,0	0,1	0,1
Magé	30	-	0,3	-	4,4	-	13	-	1,5	-
Soberbo	24	7,6	4,6	6,1	0,1	0,3	1,4	1,1	0,2	0,1
Macacu	2,0	2,0	8,2	6,2	0,05	0,15	0,6	0,8	0,08	0,1
Guapi	<2,0	4	6,8	3,3	0,08	0,38	0,6	1	0,09	0,2
Caceribu	7,0	2,0	2,6	4,8	0,25	0,6	1,3	1,8	0,15	0,175

Fonte: ECOLOGUS-AGRAR (2005).

A consolidação dos dados reunidos entre 1990 e 2003, pela FEEMA, e a análise geral de todas as variáveis físico-químicas amostradas permitiu afirmar que a qualidade da água dos rios considerados está extremamente relacionada à ocupação antrópica e ao uso do solo no seu entorno, refletindo a degradação ambiental associada, bem como a inadequação dos lançamentos de efluentes nesses corpos d'água (ECOLOGUS-AGRAR, 2005), conforme pode-se observar na tabela 5.1.23.

Outro ponto a destacar foi que na costa norte/nordeste, à exceção do canal de Magé, a qualidade da água é sempre melhor ou menos crítica do que nas demais áreas. Esta informação também foi corroborada pelo estudo realizado pela BIODINÂMICA (2007).

O estudo realizado por ECOLOGUS-AGRAR (2005) destaca ainda que nos demais rios da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, a situação que preponderou foi a de manutenção do comportamento dessas variáveis, no período de 1998-2003, em relação ao período de 1990-1997. Os rios que apresentaram piora da qualidade da água foram os rios Guapi-Macacu, na estação de jusante (costa norte/nordeste), e o Imboaçú (costa leste).

CONCREMAT (2007) apresentou os dados para caracterização da qualidade das águas, baseados no Plano Diretor de Recursos Hídricos da região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Este estudo também considerou informações do Instituto Baía de Guanabara – IBG, analisando as medianas dos parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD) e Coliformes Fecais coletados em pontos da bacia Guapi-Macacu, para o período 1995 a 1999, apresentados na tabela 5.1.24.

Tabela 5.1.24 - Qualidade das águas da bacia Guapi-Macacu no período de 1995 a 1999						
Bacia	Rios Principais	Pontos de Coleta	DBO (Mg/L)	OD (Mg/L)	Coli Fecais (NMP/ml)	Poluição Predominante
Guapi-Macacu	Guapi	GP - 600	2,0	4,7*	24.000*	Doméstica Agrotóxica Industrial
		GP - 601	2,0	6,4	24.000*	
	Macacu	MC - 967	<2,0	8,0	50.000*	
	Soberbo	SB - 998	9,6*	5,4	220.000*	
Padrão Classe 2			<5 mg/l	>5 mg/l	<1.000	

(*) Violação do Padrão CONAMA.

Fonte: IBG *apud* CONCREMAT (2007).

Os dados apresentados na tabela acima demonstram violações de padrão da Resolução CONAMA para o Rio Guapi (OD e Coliformes Fecais), para o rio Macacu (Coliformes fecais) e para o rio Soberbo (DBO e Coliformes Fecais). Em relação a qualidade das águas, os rios da bacia do Guapi-Macacu enquadram-se majoritariamente na Classe 2.

No estudo realizado pela CONCREMAT (2007), EIA do COMPERJ, foi efetuada a caracterização da qualidade das águas da AID através do posicionamento de 8

estações amostrais denominadas: Estuário Superfície, Estuário Fundo, Caceribu Jusante, Macacu/Guapi Jusante, Manguezal Apa Guapi, Rio Porto das Caixas, Caceribu Montante e Macacu Montante.

Para a caracterização da qualidade das águas da AI do presente relatório foram selecionados, em virtude da localização (bacia do Guapi-Macacu), os dados de dois pontos: Macacu/Guapi Jusante e Macacu Montante. Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 5.1.25.

Tabela 5.1.25 - Análises Físicas e Químicas da Qualidade da Água de Superfície dos pontos Macacu/Guapi Jusante e Macacu Montante				
PARÂMETRO	UNIDADE	PONTOS DE COLETA		LIMITES CONAMA 357/05 (CLASSE 2)
		MACACU/GUAPI JUSANTE	MACACU MONTANTE	ÁGUAS DOÇES
FÍSICO - QUÍMICO				
pH		6,2	6,7	6,0 a 9,0
Eh (ORP)	mV	320	340	
Condutividade	mS	0,059	0,045	
Turbidez	UNT	10	5,9	100
Cor		<5	<5	75 mg Pt/L
Oxigênio Dissolvido	mg O ₂ /L	6,0	3,1	>5
QUÍMICA - INORGÂNICOS				
Amônia	mgNH ₃ /L	<0,17	<0,05	
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mgNO ₃ /L	2,3	2,9	10
N Kjeldahi	mgN/L	1,1	1,0	
N Total	mgN/L	1,6	1,7	
Fosfato (H ₂ PO ₄ ⁻)	mgP/L	0,05	<0,05	
P Total	mgP/L	1,6	1,5	0,005
Cloreto (Cl ⁻)	mg/L	3	10	250
Sulfato (SO ₄ ⁼)	mg/L	4,3	16	250
Sulfeto (H ₂ S)	mgH ₂ S/L	0,0032	0,0074	0,002
Alumínio (Al)	mg/L	0,050	0,075	
Ferro (Fe)	mg/L	0,280	0,225	0,3
Manganês (Mn)	mg/L	0,007	0,007	0,1
Vanádio (V)	mg/L	0,028	0,029	0,1
Cromo (Cr VI)	mg/L	0,003	0,004	0,05
Níquel (Ni)	mg/L	0,006	0,008	0,025
Cobre (Cu)	mg/L	0,002	0,002	0,009
Zinco (Zn)	mg/L	0,035	0,045	0,18
Cádmio (Cd)	mg/L	<0.001	0,001	0,001
Chumbo (Pb)	mg/L	0,010	0,010	0,01
QUÍMICA - ORGÂNICOS				
HTP	µg/L	50	<10	N.T
HPA Total	µg BAP/L	5	1	0,05
Pest OrgCl	µg Lind/L	15	6	0,02

Tabela 5.1.25 - Análises Físicas e Químicas da Qualidade da Água de Superfície dos pontos Macacu/Guapi Jusante e Macacu Montante				
PARÂMETRO	UNIDADE	PONTOS DE COLETA		LIMITES CONAMA 357/05 (CLASSE 2)
		MACACU/GUAPI JUSANTE	MACACU MONTANTE	ÁGUAS DOCES
PCB Total	µg Asc/L	15	6	0,001
Pest OrgP	µg Mal/L	6	1	0,1
Fenóis	µg/L	<10	<10	3
Clorofila	µg/L	17	14	30 µg/L
Feofitina	µg/L	2	9	
Relação feofitina/clorofila		0,12	0,64	

Fonte: CONCREMAT (2007).

A análise da Tabela anterior mostra que em todas as amostras os valores de pH, turbidez e cor atendem os limites definidos pela Resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água de Classe 2.

No que concerne ao Oxigênio Dissolvido, os limites da CONAMA 357/05 só foram atendidos para as amostras de água superficial no ponto Macacu/Guapi jusante.

Os valores de eletronegatividade mensurados em todas as amostras situam-se na estreita faixa de 320 a 340 mV, indicando a igualdade de condições das águas superficiais no que se refere à presença de substâncias oxi-redutoras.

Com relação a condutividade, o rio Macacu apresentou, a montante e a jusante, valores bastante próximos, sugerindo baixos valores de sólidos dissolvidos ao longo do curso do rio.

Entre os parâmetros químico-inorgânicos regulados pela Resolução CONAMA 357/05, o fósforo total foi o único em que os limites legais dessa resolução não foram atendidos nos pontos amostrados.

As amostras de água analisadas apresentaram baixos teores de amônia. Os teores de nitrogênio Kjeldahl situaram-se na faixa de 1,0 a 1,1 mgN/l, enquanto as concentrações de nitrogênio total variaram de 1,6 a 1,7 mgN/l.

Os limites da Resolução CONAMA 357/05 para cloreto, alumínio, vanádio, cromo (Cr VI), níquel, zinco e cádmio não foram ultrapassados nas amostras coletadas nos corpos d'água.

No que concerne ao parâmetro nitrato, os limites legais definidos pela CONAMA 357/05 não foram violados no ponto a montante do rio Macacu e nos pontos a

jusante Macacu/Guapi. Os teores de sulfato, ferro, manganês e chumbo não ultrapassam o limite estabelecido da Resolução CONAMA 357/05 nos pontos amostrais. Quanto aos parâmetros químico-orgânicos, os teores de HPA total, pesticidas (organoclorados e organofosforados) e PCB total excederam os limites da CONAMA 357/05 em todas as amostras investigadas, enquanto os valores de clorofila não ultrapassaram os limites da Resolução CONAMA. Os teores de feofitina variaram numa ampla faixa, sendo as maiores concentrações encontradas nas amostras Estuário (superfície), Manguezal da APA Guapimirim e Rio Porto das Caixas, enquanto os valores mais baixos foram medidos no rio Caceribu (montante e jusante). Relações feofitina/clorofila inferiores a 1,00 foram encontradas somente nas amostras coletadas nos rio Macacu, tanto a montante, quanto a jusante, indicando uma reduzida degradação da clorofila. De uma maneira geral os parâmetros analisados não ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

d) Qualidade das Águas da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada

d.1) Metodologia

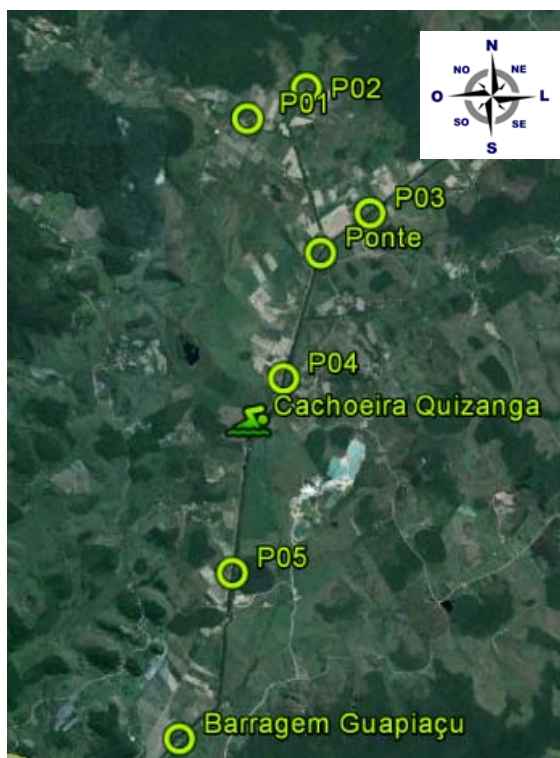
A amostragem dos corpos hídricos da futura barragem do Guapi-Açu foi realizada através da utilização de dados primários coletados em trabalho de campo. O acesso à área de estudo foi efetuado partindo do município de Cachoeiras de Macacu no sentido Rio de Janeiro, através da Estrada Rio-Friburgo (RJ 122) e a partir daí por uma estrada de chão da localidade de Quizanga, conhecida como estrada beira rio, pois margeia parte do rio Guapi-Açu.

d.2) Caracterização da Qualidade das Águas

Os pontos de amostragem foram definidos previamente em escritório com o auxílio do Software Google Earth e no campo as coordenadas foram confirmadas utilizando o GPS Ashtech ProMark2 no Datum WGS 84.

A coleta para caracterização da qualidade das águas foi realizada através do posicionamento de 5 pontos amostrais, conforme demonstrado na figura 5.1.67.

Figura 5.1.67 . Distribuição dos pontos amostrais para coleta de dados.



As coordenadas os pontos estão demonstradas na tabela 5.1.26.

Tabela 5.1.26. Coordenadas dos Pontos Amostrais de Qualidade das Águas (WGS 84)	
Pontos Amostrais	Coordenadas
01	22° 29' 28" S e 42° 49' 53" O
02	22° 29' 16" S e 42° 49' 29" O
03	22° 30' 02" S e 42° 49' 05" O
04	22° 31' 03" S e 42° 49' 39" O
05	22° 32' 15" S e 42° 50' 00" O

Os parâmetros coletados estão apresentados na tabela 5.1.27, sendo que uma parte deles foi analisada *in situ* e outra parte em laboratório.

Tabela 5.1.27. Descrição dos Parâmetros Para Análise da Qualidade das Águas

Análise Físico-Química <i>in situ</i>
Temperatura
Condutividade
pH
Totais de Sólidos Suspensos (TDS)
Oxigênio Dissolvido
Análise em Laboratório
Nitrogênio amoniacal
Nitrito
Nitrato
Nitrogênio Total
Ortofosfato
Fósforo Total
Silicato
Clorofila a
Coliformes fecais e totais

Os parâmetros Físico-Químicos foram determinados *in situ* com auxílio da Sonda de Multiparâmetros YSI 556.

A coleta de água para determinação em laboratório de Nutrientes (Amônia, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio Total, Ortofosfato, Fósforo Total e Silicato), Clorofila (a), Coliformes Fecais e Totais foi realizada com o auxílio de uma garrafa Niskin de 5L (figura 5.1.68).

Figura 5.1.68. Coleta de água realizada com auxílio da garrafa de Niskin.



As amostras de Nutrientes, Clorofila a e Coliformes Fecais e Totais, foram devidamente coletadas e armazenadas sob resfriamento até serem entregues aos laboratórios.

d.3) Caracterização da Qualidade dos Sedimentos

Os pontos de amostragem de sedimento foram os mesmos utilizados para a coleta de água. No sedimento foram analisados parâmetros diferentes da coluna d água, complementando a caracterização dos corpos hídricos da área da futura instalação do reservatório (tabela 5.1.28).

Tabela 5.1.28. Descrição dos Parâmetros Para Análise em Sedimento	
Compostos Inorgânicos (Metais Pesados)	
	Cádmio (Cd)
	Chumbo (Pb)
	Cromo (Cr)
	Mercúrio (Hg)
	Níquel (Ni)
	Zinco (Zn)
	Arsênico (As)
Compostos Orgânicos (Agrotóxicos)	
	BHC (Afa, beta, delta e gama)
	DDT e metabólitos
	Dieldrin
	Endrin
	PCB's Totais

As amostras de sedimento foram coletadas utilizando uma draga tipo Van Veen, que foi adaptada para não lavar o sedimento durante a retirada da água (figura 5.1.69).

Figura 5.1.69. Visão Draga tipo Van Veen adaptada durante a coleta.



Após a coleta, as amostras de sedimento foram acondicionadas em isopor, resfriadas e transportadas para o laboratório.

d.4) Descrição da Área de Estudo

Conforme descrito no item metodologia o estudo da qualidade das águas e do sedimento foi realizado através do posicionamento de 5 pontos amostrais que estão demonstrados na figura 5.1.70 e tem suas coordenadas apresentadas na tabela 5.1.29.

Figura 5.1.70. Distribuição dos pontos amostrais para coleta de dados.



Tabela 5.1.29. Coordenadas dos Pontos Amostrais de Qualidade das Águas (WGS 84)	
Pontos Amostrais	Coordenadas
01	22° 29' 28" S e 42° 49' 53" O
02	22° 29' 16" S e 42° 49' 29" O
03	22° 30' 02" S e 42° 49' 05" O
04	22° 31' 03" S e 42° 49' 39" O
05	22° 32' 15" S e 42° 50' 00" O

O ponto de coleta 01 foi posicionado em um pequeno rio com águas cristalinas, proveniente de uma serra com vegetação densa (figura 5.1.71).

Figura 5.1.71. Visão do trecho do rio onde se realizaram as coletas do ponto 01. “Coordenadas 22° 29’ 28” S e 42° 49’ 53” O, Datum WGS 84.



O Ponto de coleta 02 foi posicionado em outro afluente do rio Guapi-Açu que também apresenta sua nascente em uma área de vegetação densa (figura 5.1.72). Ressalta-se que esta nascente é diferente da que origina o rio onde alocou-se o Ponto 01.

Figura 5.1.72. Visão do trecho do rio onde se efetuaram as coletas do Ponto 2. “Coordenadas 22° 29’ 16” S e 42° 49’ 29” O, Datum WGS 84.



O Ponto 03 foi localizado no trecho mais a montante do rio Guapi-Açu, acima da confluência com os rios dos pontos 01 e 02 (vide figura 5.1.73). Nesse ponto o rio Guapi-Açu apresenta 16 metros de largura com profundidade máxima de 1,5 metros.

Figura 5.1.73. Visão do trecho do rio Guapi-Açu onde foi posicionado o ponto de coleta 03. Coordenadas 22° 30' 02" S e 42° 49' 05" O, Datum WGS 84.



Durante o deslocamento entre o ponto 03 e Ponto 04 a equipe técnica se deparou com uma área de cultura de suínos desativada. Não foram obtidas informações de quanto tempo este empreendimento deixou de funcionar. Pela proximidade com o rio Guapi-Açu este imóvel, durante o seu período de funcionamento, deveria ser uma grande fonte pontual de contaminação para as águas (figura 5.1.74).

Figura 5.1.74. Visão do imóvel de uma cultura de suínos desativada as margens do rio Guapi-Açu.



Ainda seguindo o rio no sentido do ponto 04 a equipe técnica acessou uma ponte de pedestres atravessando o rio Guapi-Açu, inaugurada há menos de um ano (figura 5.1.75 e figura 5.1.76). Dessa ponte pode-se avistar a entrada dos afluentes onde foram posicionados o Ponto 01 e o Ponto 02 e a calha principal do rio Guapi-Açu (figura 5.1.77).

Figura 5.1.75. Vista geral da ponte para pedestres inaugurada recentemente atravessando o rio Guapi-Açu.



Figura 5.1.76. Placa comemorativa referente à inauguração da ponte sobre o rio Guapi-Açu na Ilha Vecchi.



Figura 5.1.77. A seta amarela a esquerda demonstra o canal dos afluentes onde foram posicionados o Ponto 01 e o Ponto 02. A seta amarela a direita indica a calha principal do rio Guapi-Açu.



Ao longo de todo o caminho margeando o rio Guapi-Açu observou-se a ocorrência de diversas plantações de mandioca, milho e quiabo (figura 5.1.78). Ressalta-se que poucas áreas ao longo do trajeto percorrido para coleta dos dados de campo são destinadas a pastagem.

Figura 5.1.78. Trecho na margem do rio Guapi-Açu onde observa-se o cultivo de mandioca.



O Ponto de coleta 04 foi posicionado a montante da cachoeira da Quizanga. Neste trecho o rio apresenta 27 metros de largura com profundidade máxima de 2 metros (figura 5.1.79).

Figura 5.1.79. Visão do trecho do rio Guapi-Açu onde foi posicionado o Ponto 04. Coordenadas 22° 31' 03" S e 42° 49' 39" O, Datum WGS 84.



Foram observados durante o período de coleta vários pontos clandestinos de retirada de areia do rio Guapi-Açu. Além disso, foram também observados alguns pontos de retirada de água possivelmente para irrigação. O rio Guapi-Açu também é utilizado como área de lazer onde em vários pontos, onde se pode observar pessoas

pescando e utilizando a cachoeira da Quizanga para banho, sendo este o ponto mais frequentado da região (figura 5.1.80 e figura 5.1.81).

Figura 5.1.80. Cachoeira da Quizanga utilizada pela população local como área de lazer.



Figura 5.1.81. Praia formada abaixo da cachoeira de Quizanga e frequentada pela população local.



O Ponto 5 foi posicionado mais a jusante do rio Guapi-Açu. Neste trecho o rio apresenta um pouco mais de 15 metros de largura, sendo o ponto com menor hidrodinâmica entre todos os coletados (figura 5.1.82).

Figura 5.1.82 – Trecho do rio Guapi-Açu onde foi posicionado o Ponto 05 (coordenadas 22° 32' 15" S e 42° 50' 00" O).



d.5) Análise da Qualidade das Águas Superficiais

Em virtude de possuir a maiores reserva de água doce da América do Sul, o Brasil não demonstrou ainda uma preocupação significativa com a crescente demanda para fazer face ao processo de modernização de sua sociedade. A inexistência de uma política nacional mais aguda para este recurso tem permitido ao longo dos anos, a má utilização das diferentes coleções de água do país, resultando na degradação de suas reservas para o futuro. Considerando-se principalmente a diversidade dos sistemas aquáticos brasileiros, os impactos progressivos a que estão sujeitos, na medida em que o país cresce, geram várias consequências ecológicas e socioeconômicas em virtude do modelo de desenvolvimento adotado. Em termos gerais, os ambientes aquáticos e suas comunidades têm sido drasticamente afetados pelos diversos impactos da sociedade moderna. A eutrofização, o assoreamento e a poluição industrial e agrícola são exemplos bastante conhecidos (BARBOSA, 1994). Existe uma grande interação entre organismos e variáveis abióticas nos ambientes aquáticos, que geralmente os mantêm em equilíbrio. A determinação de algumas variáveis abióticas são fundamentais para o entendimento do metabolismo e grau de comprometimento (poluição) destes ecossistemas. A água é essencial à sobrevivência humana e às atividades econômicas, sendo assim, a gestão dos recursos hídricos deverá se fazer integrada à gestão ambiental (SEMADS, 2001). A definição e a implementação de

programas de conservação e de manejo de ecossistemas aquáticos continentais é de vital importância para garantir a manutenção, o crescimento sustentável e o futuro das próximas gerações. Neste contexto, a vigilância da qualidade das águas permite avaliar os níveis de contaminação e garante os seus múltiplos usos. Através de sua análise, podem-se criar estratégias para preservação de ecossistemas aquáticos e manutenção da saúde humana. Para realizar a caracterização da qualidade das águas do presente estudo foram realizadas amostragens dos seguintes parâmetros: Temperatura, Condutividade, pH, Totais de Sólidos Suspensos (TDS), Oxigênio Dissolvido (análises realizadas *in situ*), Nitrogênio Amoniacal, Nitrito, Nitrato, Ortofosfato, Fósforo Total, Silicato, Clorofila a, Coliformes fecais e Coliformes totais (análises realizadas em laboratório). A tabela 5.1.30 apresenta os resultados dos dados físico-químicos coletados. O valor de referência da legislação pertinente para cada um dos parâmetros, Resolução Conama 357, estão apresentados na última coluna da tabela. No anexo 1 encontram-se os laudos das análises realizadas em laboratório.

Tabela 5.1.30. Resultados dos parâmetros de qualidade das águas coletados nos pontos amostrais						
Parâmetros	Pontos Amostrais					Limites Resolução Conama 357
	01	02	03	04	05	
Temperatura (T °C)	24,51	24,89	25,76	25,84	26,13	
Condutividade (µS)	55	37	41	41	30	
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,68	7,57	7,88	7,62	7,51	> 5
pH	6,02	6,48	5,57	5,12	5,49	6,0 - 9,0
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	0,068	0,014	0,037	0,020	0,018	
Ortofosfato (mg/L P ³⁻ PO ₄)	0,004	0,006	0,007	0,01	0,01	n.e
Fósforo Total (mg/L P)	0,004	0,02	0,05	0,057	0,066	0,1
Amônia (µg/L N-NH ₃ /NH ₄ ⁺)	0,011	0,021	0,016	0,024	0,023	3,7
Nitrito (µg/L N-NO ₂ ⁻)	0,002	0,003	0,002	0,003	0,003	1
Nitrato (µg/L N-NO ₃ ⁻)	0,36	0,192	0,119	0,253	0,227	10
Nitrogênio total (µg/L N)	0,61	0,47	0,46	0,564	0,573	n.e
Silicato (µg/L Si(OH) ₄)	0,285	0,302	0,368	0,27	0,531	n.e
Clorofila (µg/L)	0,48	1,61	0,93	1,03	1,07	30
Feofitina (µg/L)	0,52	1,2	0,82	0,77	0,95	n.e
Coliformes Totais (NMP/100 ml)	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	n.e
Coliformes Fecais (NMP/100 ml)	0	0	0	0	0	1.000

* Valores em vermelho estão abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357.

d.5.1) Temperatura

Um dos mais importantes fatores a serem considerados em estudos aquáticos é a temperatura da coluna d'água, devido a sua decisiva influência sobre a densidade, a viscosidade e os movimentos de convecção da água. Além dessa importante influência física e hidrológica de grandes consequências biológicas, a temperatura tem, ainda, uma ação direta sobre a distribuição e periodicidade e a reprodução dos organismos (KLEEREKOPER, 1944).

A temperatura também exerce influência sobre as diferentes reações químicas e bioquímicas que ocorrem no ambiente, afetando a concentração de outras variáveis, como por exemplo o oxigênio dissolvido, além da formação de estratificação térmica nos ecossistemas aquáticos. Quando este fenômeno ocorre, formam-se estratos ou camadas heterogêneas de organismos e dos diversos fatores físico-químicos (ESTEVES, 1988).

De suma importância é a temperatura para a produtividade biológica da água, tanto para o ritmo do metabolismo das espécies quanto para o ritmo do processo fotossintético (KLEEREKOPER, 1944).

Nos pontos amostrais a temperatura variou entre 24,51 e 26,13 °C, valores mínimo e máximo registrados respectivamente nos Pontos 01 e 05. Este parâmetro apresentou pouca variação entre os pontos.

d.5.2) Condutividade

A condutividade elétrica da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. É a capacidade de a água transmitir corrente elétrica (MACEDO, 2002). O aumento da concentração iônica proporciona o aumento na capacidade de condução de corrente elétrica (MATOS, 2001). O parâmetro é um indicativo da concentração total de substâncias ionizadas em solução na água, ou de outra forma, de sua salinidade (MACEDO, 2004).

Nos pontos amostrais estudados os valores de condutividade oscilaram entre 30 e 55 μ S, sendo estes, os valores mínimo e máximo registrados respectivamente nos pontos 05 e 01.

d.5.3) Oxigênio Dissolvido

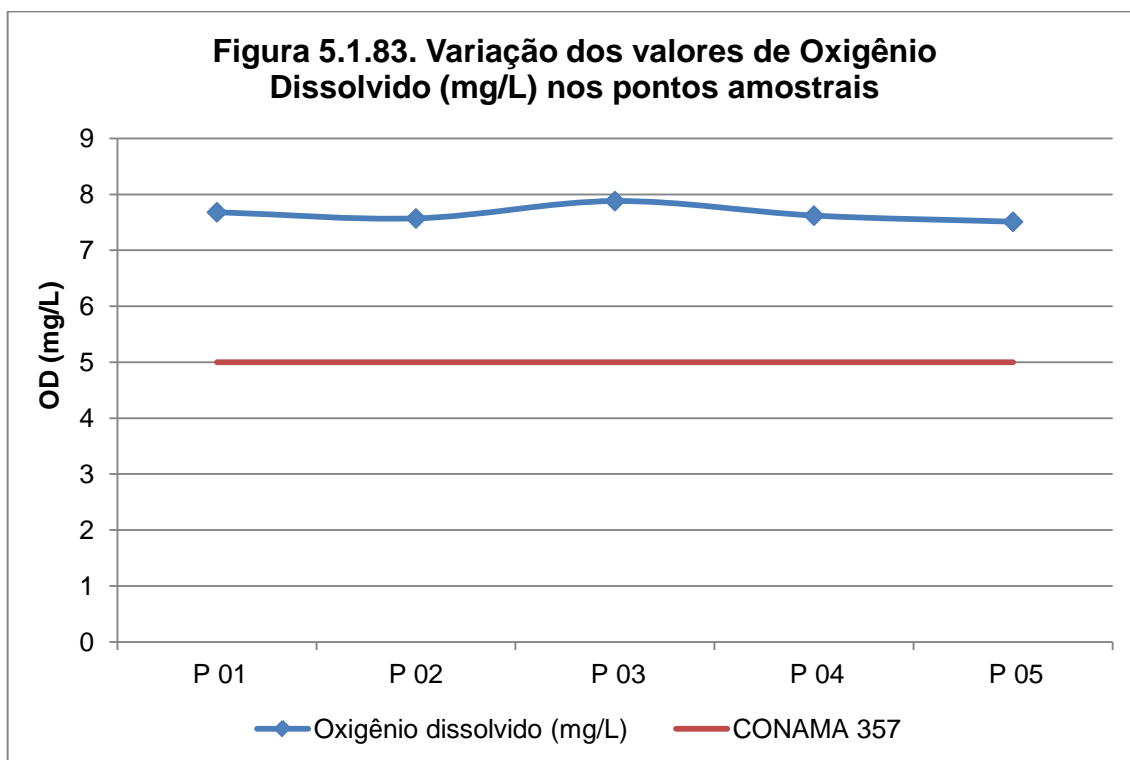
A maioria das formas de vida requer oxigênio, elemento essencial para a sobrevivência de organismos aeróbios e que permite um metabolismo mais eficaz nos organismos facultativos.

As fontes de oxigênio para os ecossistemas aquáticos são a atmosfera e a fotossíntese, enquanto que, suas perdas estão relacionadas à decomposição de matéria orgânica, respiração de organismos aquáticos, oxidação de íons e perdas para atmosfera (ESTEVES, 1988).

A quantidade de oxigênio pode aumentar com a fotossíntese ou diminuir se houver maior respiração das comunidades locais, falta de circulação ou oxidação da matéria orgânica. Déficits de oxigênio em toda coluna d' água podem ocorrer, eventualmente, quando, por ação de ventos de maior intensidade, a estratificação térmica é desfeita e as águas das camadas inferiores enriquece as águas superficiais com compostos redutores, como matéria orgânica em diferentes graus de decomposição, íon amônio, gás sulfídrico e metano. Estes compostos, ao se oxidarem, consomem grande parte do oxigênio dissolvido da coluna d' água. (FERNANDES, 1993)

O oxigênio dissolvido é uma das variáveis mais importantes na caracterização ambiental, e seus níveis podem ser usados como indicadores da qualidade da água, onde baixas concentrações do mesmo revelam poluição ou degradação. No ar, o oxigênio encontra-se sempre presente em uma percentagem estável (aproximadamente 20,94 %), enquanto que na água, devido a sua baixa solubilidade, torna-se um fator limitante (CETESB, 1978 *apud* SAIEG FILHO, 1986).

Os pontos amostrais apresentaram-se com características de boa oxigenação com valores variando entre 7,51 e 7,88 mg/L. Todos os valores estiveram acima do limite estabelecido pela Resolução Conama 357 de 5 mg/L, indicando boa oxigenação das água, conforme demonstrado na figura 5.1.83.



d.5.4) pH

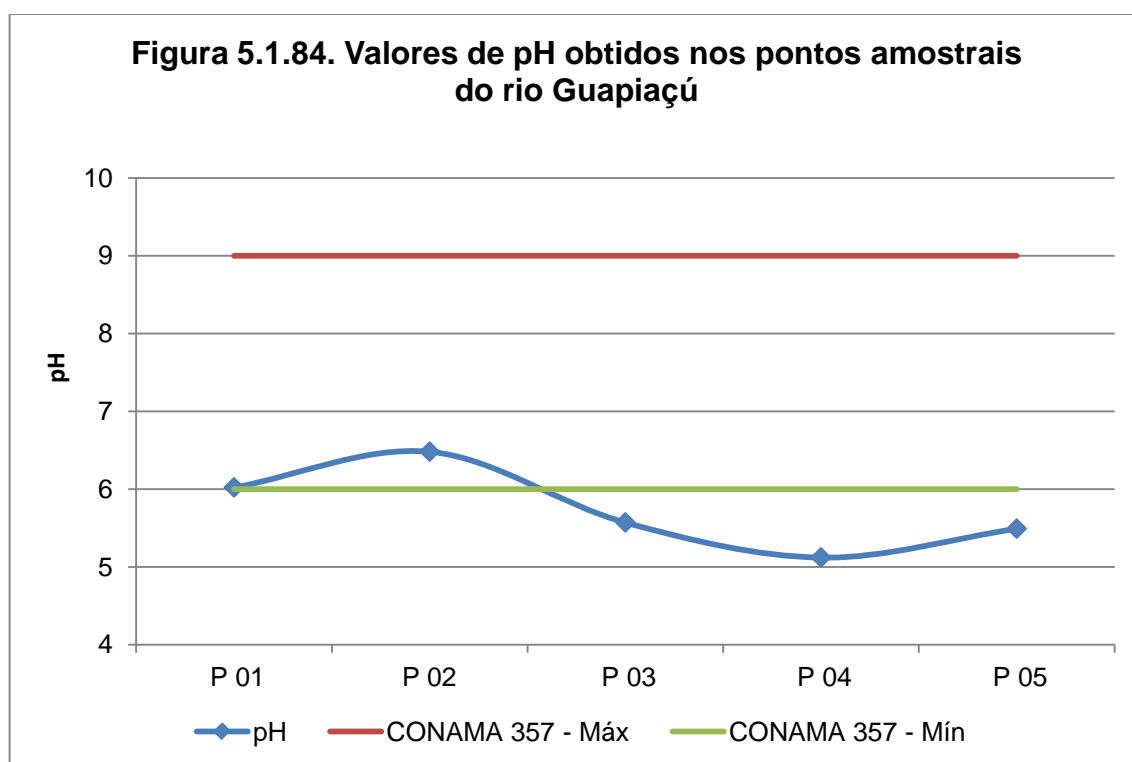
O pH significa potencial do íon hidrogênio ou potencial hidrogeniônico. O valor de pH de uma solução é o número que descreve exatamente os graus de acidez (ou alcalinidade) dessa solução. O pH é usualmente empregado como uma forma conveniente de especificar o grau de acidez de uma solução aquosa (PETERS *et.al.*, 1974 *apud* PARANHOS, 1996). Este parâmetro define o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução.

O pH da água fornece indícios sobre a qualidade hídrica e determina a solubilidade (quantidade que pode ser dissolvida na água) e a disponibilidade biológica (quantidade que pode ser usada pela biota aquática) dos constituintes químicos, tais como os nutrientes (P, N e C) e metais pesados (Pb, Cu, Cd e outros). Em geral, o pH nos ambientes aquáticos assume importância devido à estreita relação que mantém com os processos físicos e químicos, como por exemplo, o sistema CO₂, bem como por sua ação direta sobre a distribuição dos organismos aquáticos (ESTEVES, 1988).

Alterações bruscas do pH de uma água pode acarretar o desaparecimento dos seres presentes na mesma. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor

da água e contribuir para a corrosão do sistema de distribuição e dificultar a descontaminação das águas.

O pH obtido durante a coleta dos pontos amostrais apresentou valores característicos de águas doces variando entre 5,12 e 6,48, valores estes obtidos respectivamente no ponto 04 e ponto 02. Os valores registrados nos pontos 03, 04 e 05 estiveram abaixo do limite mínimo da Resolução Conama 357 (figura 5.1.84).



d.5.5) Sólidos Totais Dissolvidos

Referem-se à concentração de íons dissolvidos presentes nas águas podendo ser relacionado a cor. Este fato está associado ao grau de redução de intensidade de luz impedida de atravessar a coluna d'água devido a presença dos sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. A presença dos sólidos dissolvidos nem sempre está relacionada a contaminação do corpo hídrico podendo representar uma característica natural proveniente da decomposição parcial de compostos orgânicos presente na serrapilheira lixiviada para o leito do rio.

Os sólidos totais dissolvidos variaram entre 0,014 e 0,068 mg/L, registrados respectivamente nos pontos 02 e 01.

d.5.6) Fósforo

A importância do fósforo para os sistemas biológicos é conhecida há muito tempo. Tal importância deve-se à participação deste elemento em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, tais como armazenamento de energia (ATP) e estruturação da membrana celular (através dos fosfolipídios) (ESTEVES, 1988).

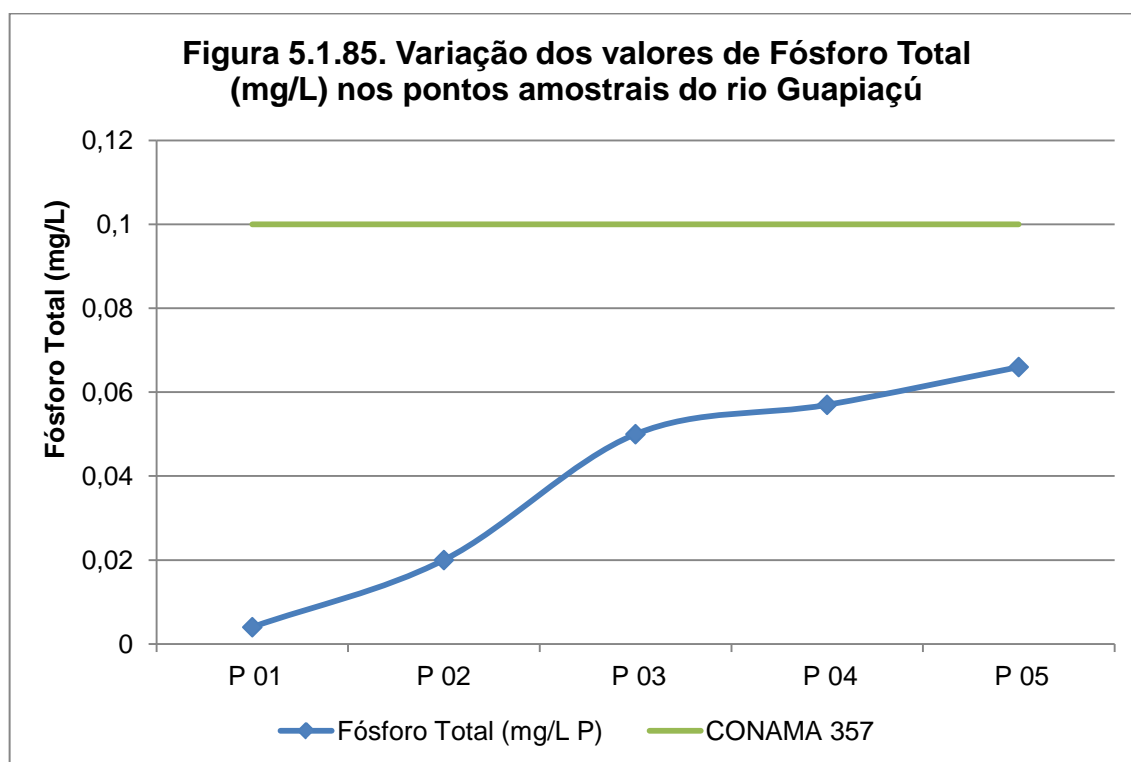
Na maioria das águas continentais o fósforo é o principal fator limitante de sua produtividade. Além disso, tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas.

Toda forma de fósforo presente em águas naturais, quer na forma iônica, quer na forma complexada, encontra-se sob a forma de fosfato. O fosfato presente em águas continentais encontra-se em diferentes formas, cujas nomenclaturas variam de autor para autor.

A maioria dos pesquisadores tem se utilizado de uma classificação mais sumária, que agrupa as várias formas em cinco: fosfato particulado, fosfato orgânico dissolvido, fosfato inorgânico dissolvido ou ortofosfato ou fosfato reativo, fosfato total dissolvido e fosfato total (ESTEVES, *op.cit.*).

Do ponto de vista limnológico, todas as formas (frações) de fosfato são importantes, no entanto, o ortofosfato assume maior relevância, por ser a principal forma de fosfato assimilada pelos vegetais aquáticos.

Para a caracterização da qualidade das águas do rio Guapi-Açu foram coletados as seguintes frações de fósforo: ortofosfato e fósforo total. Com relação ao ortofosfato os valores obtidos variaram entre 0,004 mg/L (ponto 01) e 0,01 mg/L (pontos 04 e 05). O fósforo total variou entre 0,004 mg/L (ponto 01) até 0,05 mg/L (ponto 03). As concentrações obtidas para este último parâmetro estiveram abaixo do limite estabelecido pela resolução Conama 357 (figura 5.1.85).



d.5.7) Nitrogênio

Segundo ESTEVES (1988) o nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos. Esta importância deve-se principalmente à sua participação na formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa. Quando presente em baixas concentrações pode atuar como fator limitante na produção primária dos ecossistemas aquáticos.

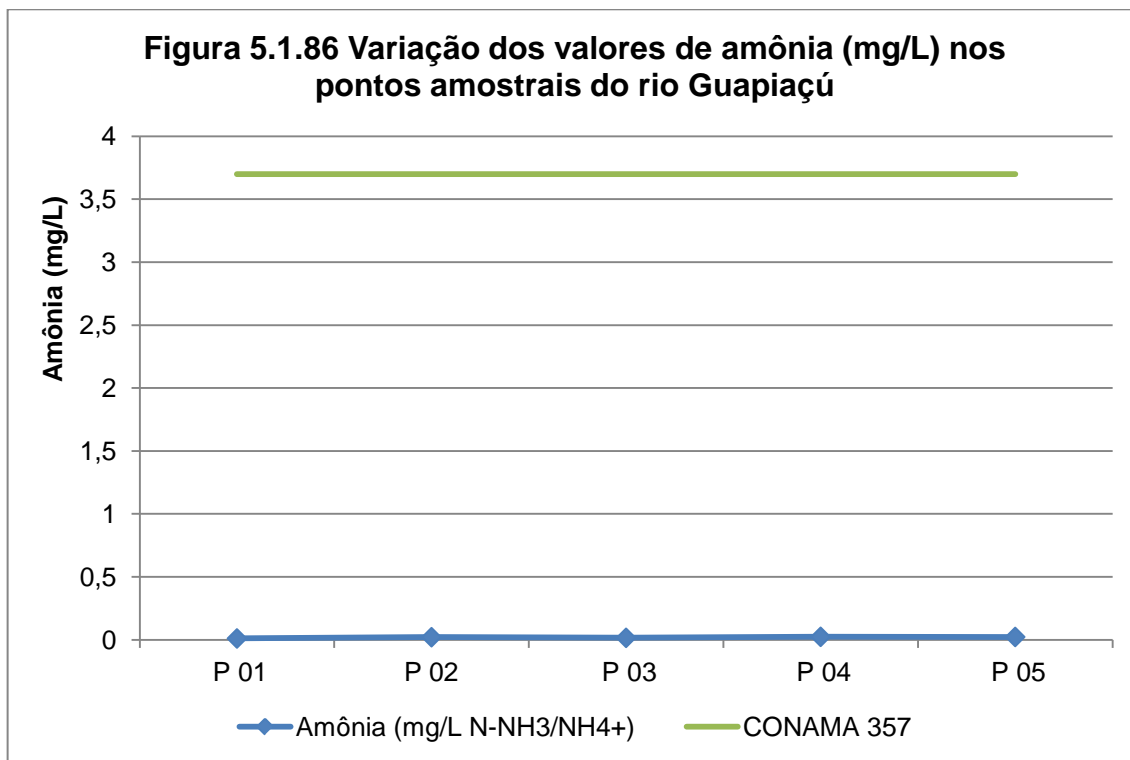
As principais fontes naturais de nitrogênio podem ser: a chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação de nitrogênio molecular dentro do próprio corpo hídrico.

O nitrogênio está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas, por exemplo: nitrato, nitrito, amônia, íon amônio, óxido nitroso, nitrogênio molecular, nitrogênio orgânico dissolvido, nitrogênio orgânico particulado, etc.

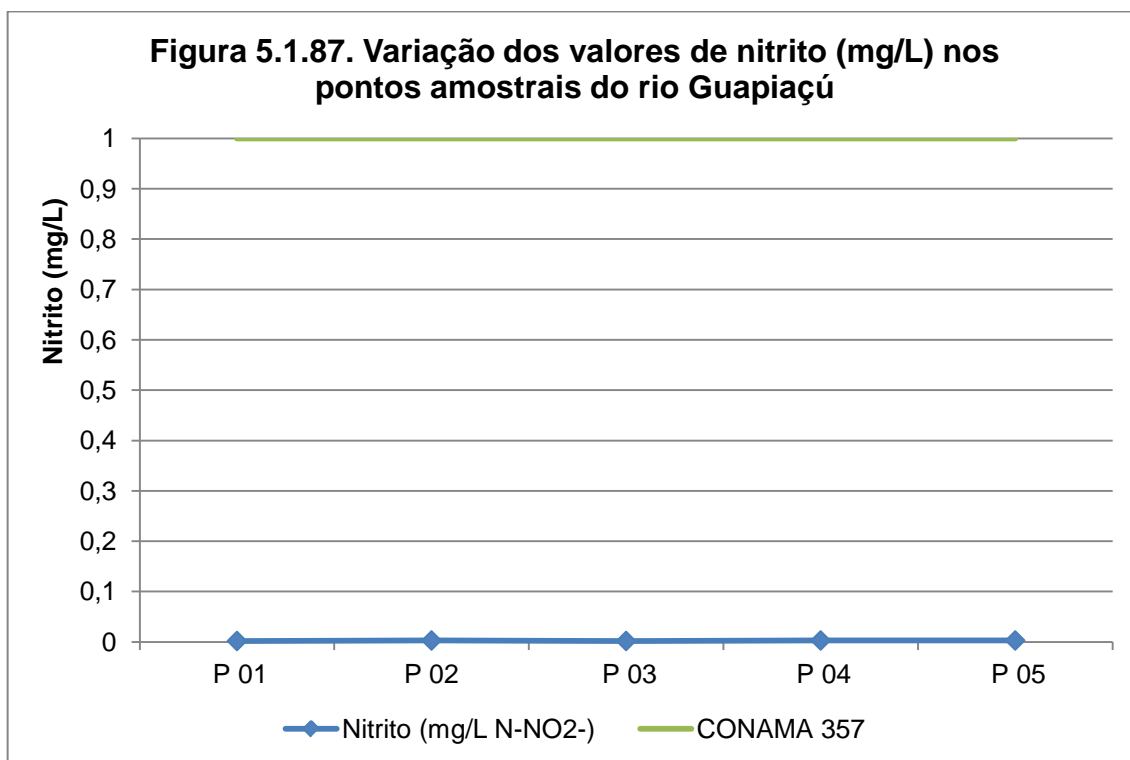
Dentre as diferentes formas, o nitrato, juntamente com o íon amônio, assume grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários.

Os compostos nitrogenados analisados para a caracterização da qualidade das águas do rio Guapi-Açu foram amônia, nitrito, nitrato e nitrogênio total.

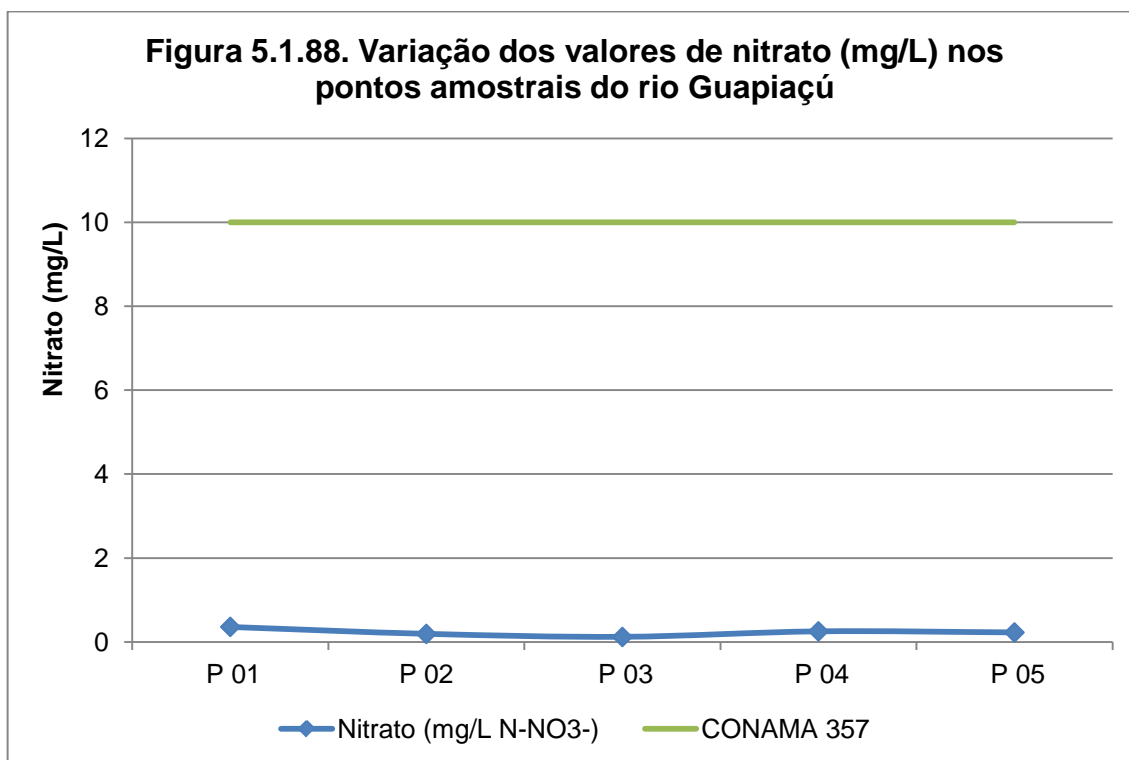
A amônia apresentou o valor mínimo de 0,011 µg/L (ponto 01) e valor máximo de 0,023 µg/L (ponto 05). Os valores obtidos não ultrapassaram o limite estabelecido pela Resolução Conama 357, conforme demonstrado na figura 5.1.86.



Para o parâmetro nitrito as concentrações variaram muito pouco entre si, sendo registrados os valores de 0,002 µg/L (pontos 01 e 03) e de 0,003 µg/L (pontos 02, 04 e 05). Os valores deste parâmetro em todas as estações amostrais estiveram abaixo do limite estabelecido na Resolução Conama 357 (figura 5.1.87).



Os valores de nitrato variaram entre 0,119 $\mu\text{g/L}$ e 0,36 $\mu\text{g/L}$, respectivamente nos pontos 03 e 01. Nenhum dos valores registrados nos pontos amostrais ficou acima do limite estabelecido pela Resolução Conama 357, conforme apresentado na figura 5.1.88.



As concentrações de nitrogênio total variaram entre 0,564 µg/L (ponto 04) e 0,61 (ponto 01).

d.5.8) Silicato

O silicato é considerado um elemento nutriente, porém utilizado apenas por uma parcela dos organismos fitoplanctônicos (ex. diatomáceas), e assim, a sua remoção pelos sistemas biológicos dificilmente diminui a sua concentração na água de modo marcante.

Os valores de silicato nos pontos amostrais do rio Guapi-Açu variaram entre 0,285 µg/L (ponto 01) e 0,27 µg/L (ponto 04).

d.5.9) Clorofila

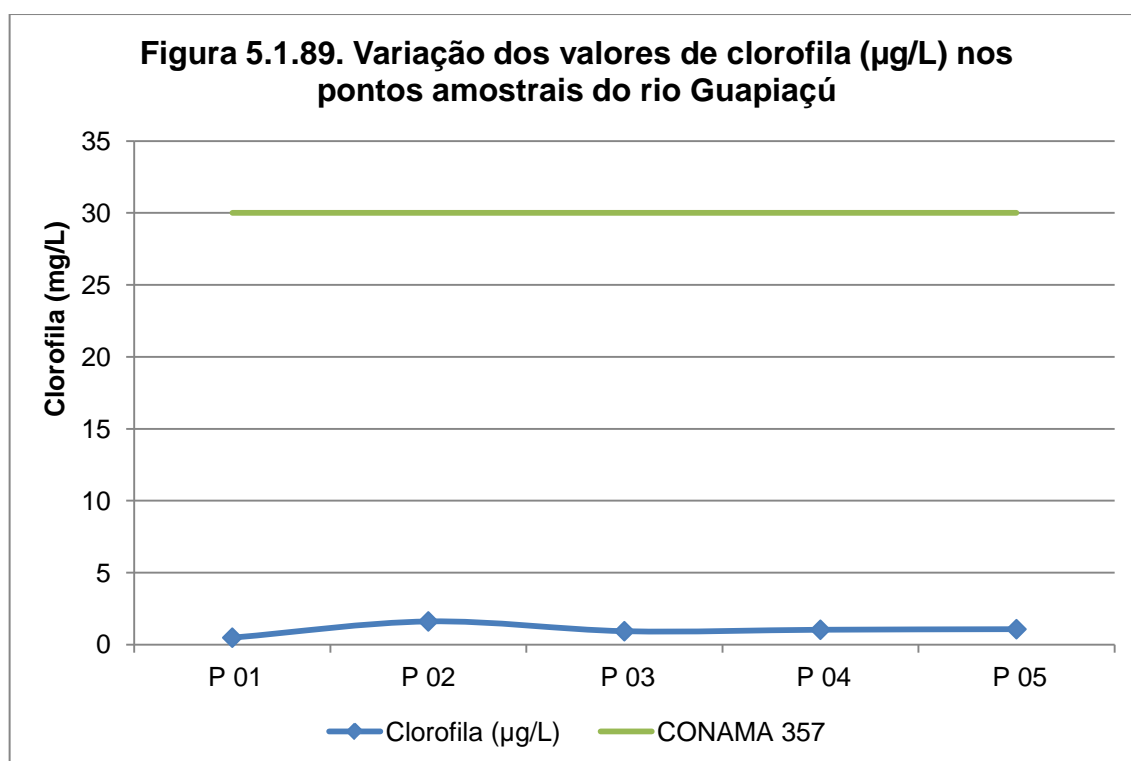
A Clorofila é considerada como um pigmento fotossintético, podendo ser utilizada como estimativa da biomassa fitoplanctônica, assim como a produção primária. A concentração de clorofila na água pode definir o grau de eutrofização do ambiente aquático.

A atividade do fitoplâncton por unidade de biomassa e as respostas à luz são de importância fundamental para o conhecimento dos processos e mecanismos que

controlam a transferência de energia e o ciclo de matéria orgânica nos lagos e rios (SCHAFFER, 1984).

Os organismos fotossintetizantes tem uma composição diversa com vários pigmentos, mas todos possuem um pigmento em comum, a clorofila “a” - o único pigmento no centro de reação fotossintetizante responsável pela retirada de elétrons da água para iniciar a reação luminosa da fotossíntese. A clorofila “a” é um composto chave na captura de energia luminosa para a fotossíntese, sendo sua determinação de grande importância em estudos ambientais.

As concentrações de clorofila obtidas nos pontos amostrais estiveram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 357 (figura 5.1.89). O valor máximo foi registrado no ponto 02 com 1,61 µg/L e o mínimo no ponto 01 com 0,48 µg/L.



d.5.10) Feofitina

A determinação das concentrações de clorofila-a proporciona uma estimativa da biomassa fitoplanctônica e os feopigmentos (Feofitina) indicam o seu grau fisiológico, uma vez que numa população em declínio, o teor de clorofila-a diminui, enquanto que seus produtos de degradação (feopigmentos) e os carotenóides

aumentam. Isso ocorre porquê as clorofilas são facilmente alteradas, por variações no pH, alta incidência luminosa ou temperatura, entre outros fatores, tendo como produto desta alteração, a feofitina (GOLTERMAN *et.al.*, 1978).

Os valores obtidos de feofitina no presente estudo variaram entre 0,52 µg/L (ponto 01) e 1,2 µg/L (ponto 02).

d.5.11) Coliformes

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que incluem os gêneros *Klessiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erevenia* e *Enterobacter*. Todas as bactérias coliformes fecais são gram-negativas e estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo.

O uso da bactéria coliforme fecal para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativa que o uso da bactéria coliforme total, porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente.

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desintéria bacilar e cólera. Sendo assim, a contagem dos coliformes fecais, dá uma indicação direta do grau de contaminação fecal das águas, com possível presença de microorganismos patogênicos.

Nos pontos amostrais do rio Guapi-Açu os valores de Coliformes Totais não apresentaram variação sendo registrado em todos os pontos o valor de 2400 NMP/100 ml. O mesmo foi observado para Coliformes Fecais onde se registrou para todas as estações o valor de 0 NMP/100 ml, estando este valor abaixo do limites estabelecido pela Resolução Conama 357.

d.6) Qualidade dos Sedimentos

O sedimento pode ser considerado como resultado da integração de todos os processos que ocorrem em um ecossistema aquático. Do ponto de vista de ciclagem e fluxo de energia, o sedimento é um dos compartimentos mais importantes dos ecossistemas aquáticos continentais. Nele ocorrem processos biológicos, físico e/ou

químicos, que influenciam o metabolismo de todo o ecossistema. Além disso, o sedimento, através de sua composição química e biológica, é de fundamental importância no estudo da evolução histórica de ecossistemas aquáticos e dos ecossistemas terrestres adjacentes. Além disso, é importante na avaliação da intensidade e formas de impactos a que os ecossistemas aquáticos estão ou estiveram submetidos (ESTEVES, 1988).

No presente estudo a qualidade dos sedimentos foi efetuada através da caracterização de compostos inorgânicos e orgânicos. Entre os compostos inorgânicos (metais pesados) foram levantadas as concentrações de Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni), Zinco (Zn), Arsênio (As). Entre os compostos orgânicos (agrotóxicos) foram estudados os teores de BHC (alfa, beta, delta e gama), DDT, Dieldrin, Eldrin, Endrin e PCB's Totais.

Os dados obtidos foram analisados e comparados a Resolução Conama 454 para sedimentos de água doce nível 1. Os resultados das análises de laboratório estão apresentados no anexo 1.

Os parâmetros químicos da água são os índices mais importantes para se verificar sua qualidade. Também é de fundamental importância classificar os poluentes tóxicos e suas fontes, bem como avaliar o equilíbrio bioquímico necessário para a sobrevivência dos animais aquáticos que dependem de um corpo hídrico (BRANCO, 2004 *apud* BARRETO, 2011).

Dentre os poluentes dos cursos d'água encontram-se os metais pesados que não agravam somente a qualidade da água como também a do solo, dos sedimentos de corrente e dos vegetais ribeirinhos. Os metais pesados podem ser encontrados de diversas formas no solo: solúveis em água, retidos nos sítios de troca, absorvidos ou complexados aos alcalóides orgânicos e inorgânicos, oclusos como minerais primários e nos compostos orgânicos e inorgânicos adicionados pelos resíduos. Os sedimentos de fundo, ou sedimentos de corrente, representam o principal compartimento de acumulação de materiais que são carregados para os corpos d'água (MOREIRA, 2003 *apud* BARRETO, *op.cit.*).

Toda substância é tóxica dependendo da quantidade e da concentração, mas os metais pesados, especialmente, em concentrações elevadas, são motivo de grande

preocupação ambiental, principalmente por não serem degradáveis, o que permite a eles ficarem por um longo tempo no meio ambiente

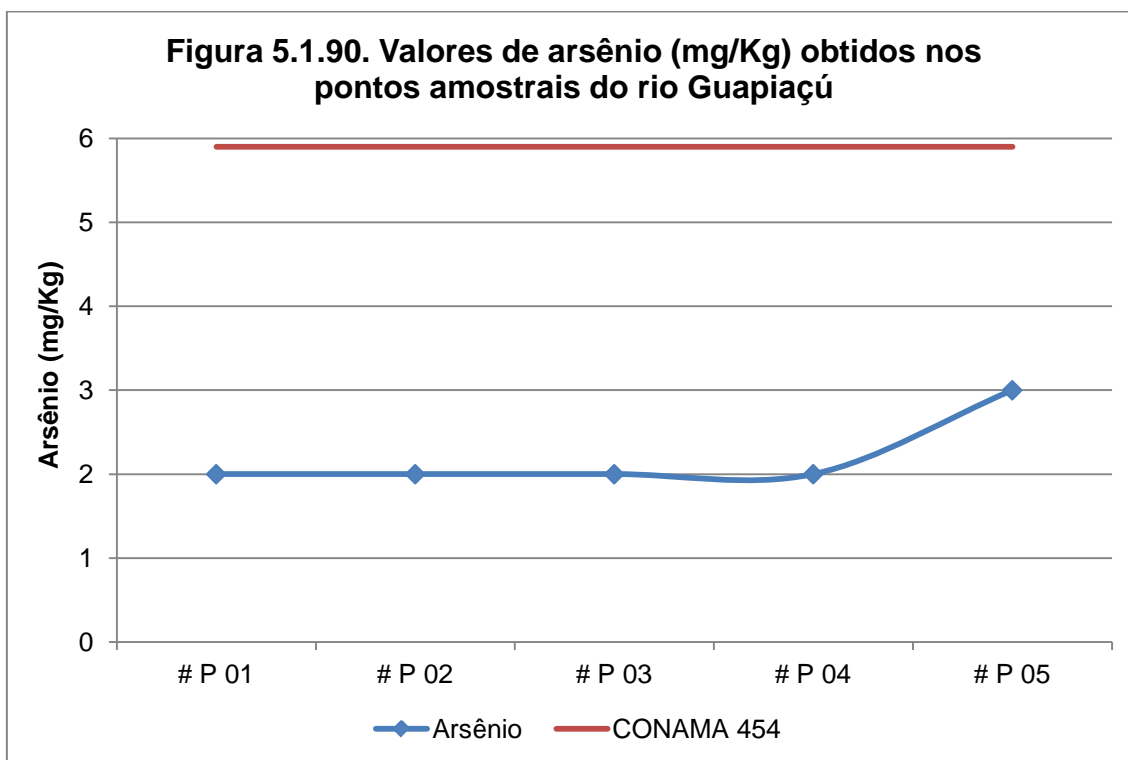
Os metais pesados são elementos químicos (metais e alguns semimetais) que possuem densidade superior a 5 g/cm³. São geralmente tóxicos aos organismos vivos, sendo, portanto, considerados poluentes.

A caracterização do sedimento dos pontos amostrais do rio Guapi-Açu foi efetuada através do levantamento dos teores de diferentes metais pesados. O resultado das coletas está demonstrado na tabela 5.1.31.

Tabela 5.1.31. Valores dos compostos inorgânicos (metais pesados) obtidos nos pontos amostrais do rio Guapi-Açu.						
Parâmetros (mg/Kg)	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	Limites da Resolução CONAMA 454
Arsênio	<2	<2	<2	<2	3	5,9
Cádmio	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,5	0,6
Chumbo	3	<1	2	3	6	35
Cobre	5,1	0,8	2,1	2,6	5,4	35,7
Cromo	16,3	4,1	11,5	15,8	34,5	37,3
Mercúrio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,17
Níquel	2	<1	2	2	5	18
Zinco	29	11	18	24	43	123

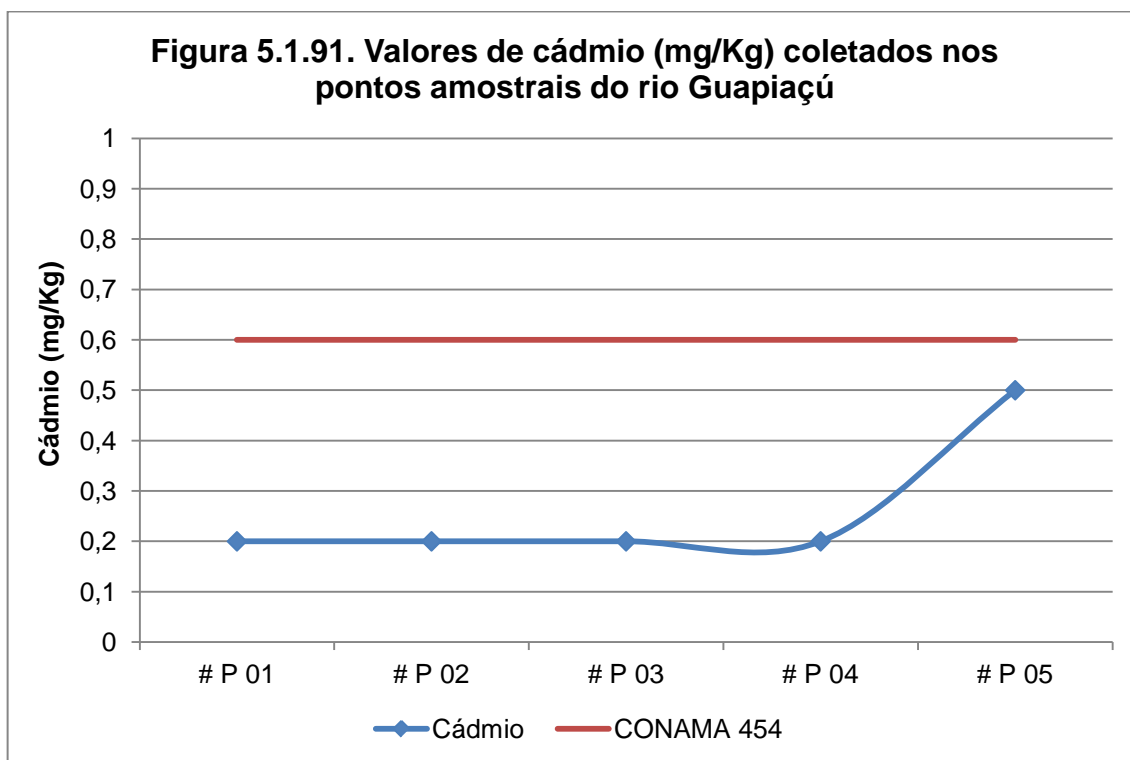
d.6.1) Arsênio

O arsênio apresentou valores semelhantes nos pontos 01 a 04 <2 mg/Kg. Apenas no ponto 05 foi registrado o valor de 3 mg/Kg. Em todos os pontos as concentrações ficaram abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 454 / 2012 (figura 5.1.90).



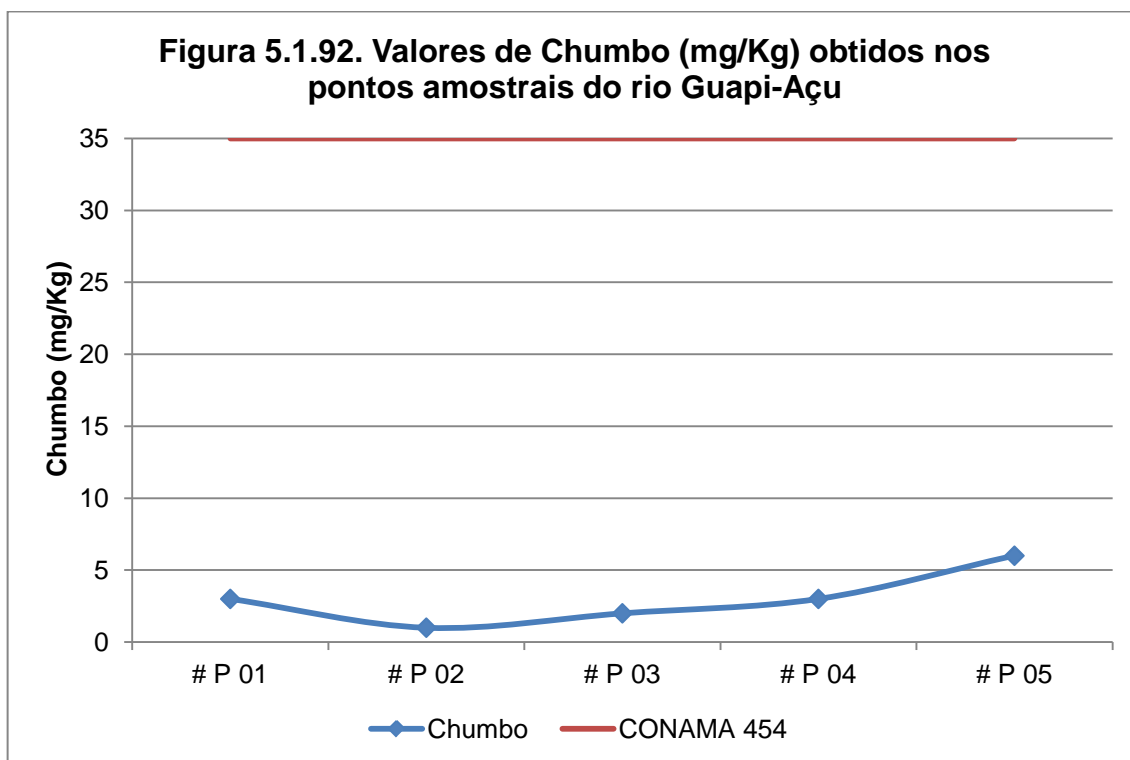
d.6.2) Cádmio

Os valores de cádmio apresentaram-se menores que o limite de detecção do método $<0,2$ mg/Kg nos pontos 01 a 04. No ponto 05 registrou-se o valor de 0,5 mg/Kg que ficou abaixo do estabelecido pela Resolução Conama 454, conforme demonstrado na figura 5.1.91.



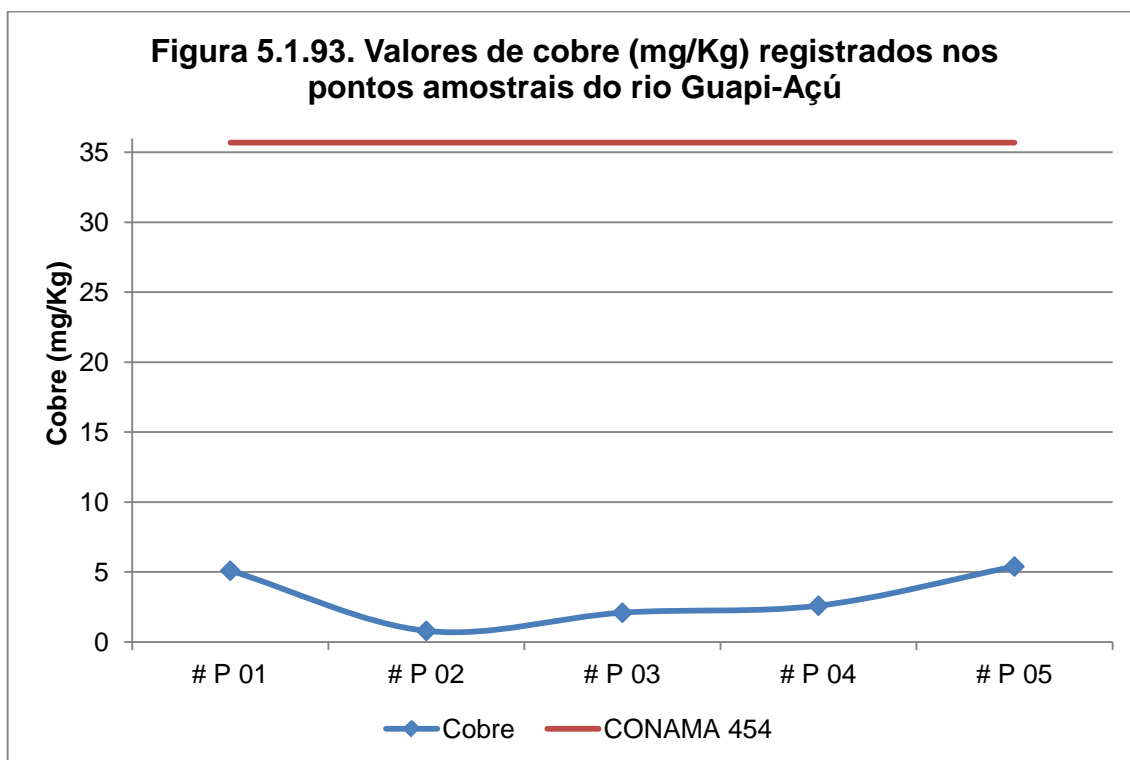
d.6.3) Chumbo

As concentrações de chumbo coletadas nos pontos apresentaram-se bem variadas. O menor valor de foi <1 mg/Kg registrado no ponto 02, enquanto que o maior valor de 6 mg/Kg foi registrado no ponto 05. Nenhum dos valores ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução Conama 454, conforme demonstrado na figura 5.1.92.



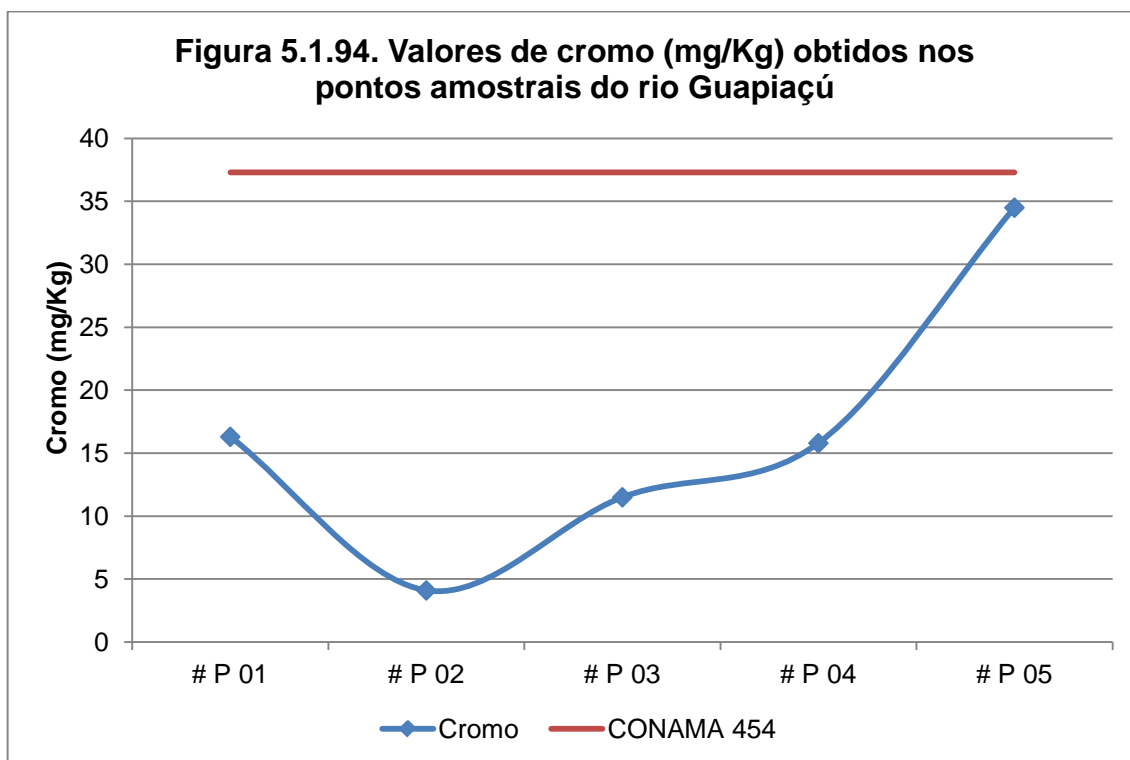
d.6.4) Cobre

Os valores de cobre registrados nos pontos amostrais apresentaram uma boa variação. O valor mínimo foi registrado no ponto 02 (0,8 mg/Kg) e o valor máximo foi registrado no ponto 05 (5,4 mg/Kg). Todos os valores ficaram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 454 (figura 5.1.93).



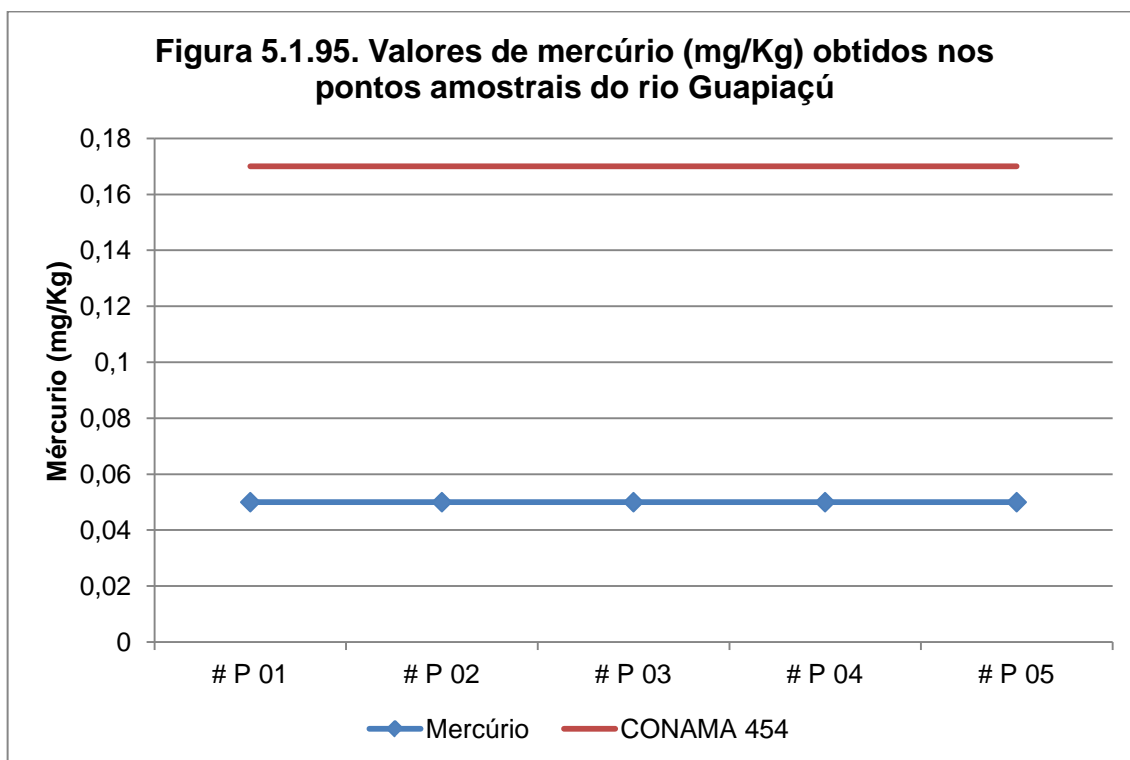
d.6.5) Cromo

As concentrações de cromo do sedimento apresentaram valor máximo no ponto 05 com 34,5 mg/Kg e valor mínimo no ponto 02 com 4,1 mg/Kg. Os valores obtidos ficaram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 454. Ressalta-se, porém que o valor do ponto 05 ficou próximo a este limite (figura 5.1.94).



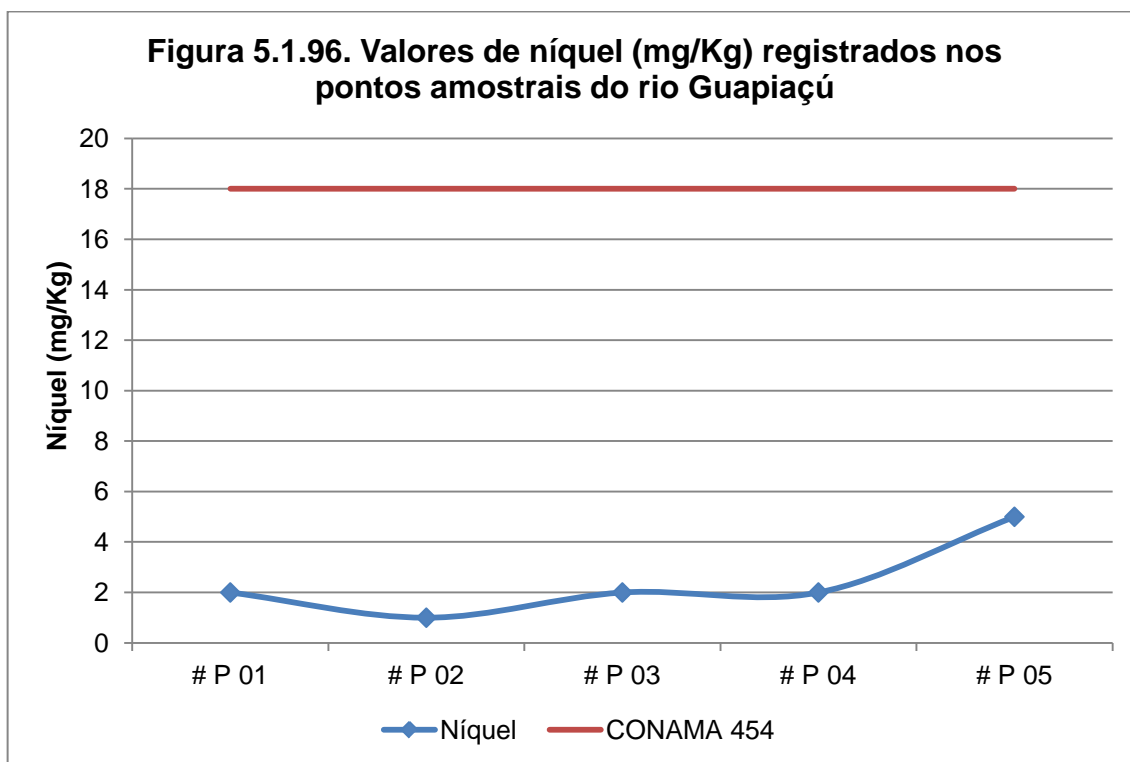
d.6.6) Mercúrio

Os valores registrados para mercúrio estiveram abaixo do limite de detecção do método, sendo obtidos em todos os pontos amostrais valores <0,05 mg/Kg. Este valores ficaram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 454 (figura 5.1.95).



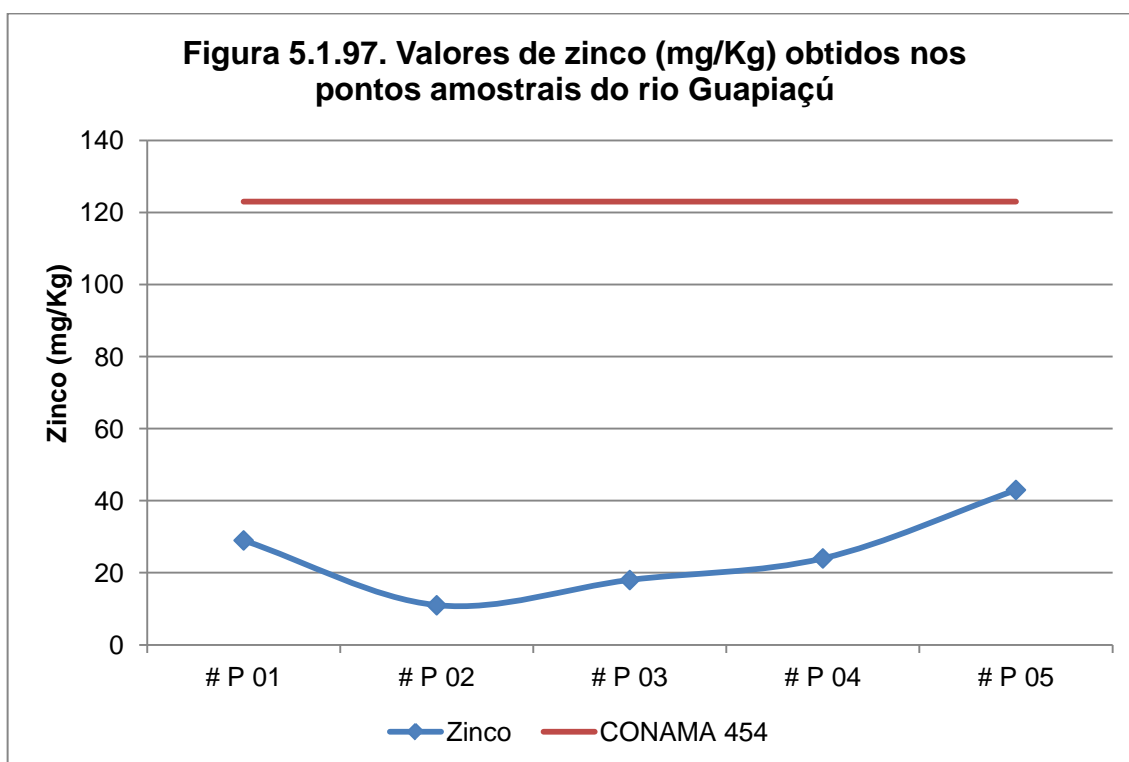
d.6.7) Níquel

Para o níquel a concentração mínima foi registrada no ponto 2 (<1 mg/Kg), que ficou abaixo do limite de detecção do método, enquanto que a concentração máxima foi registrada no ponto 05 (5 mg/Kg). Em todos os pontos os valores estiveram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 454, conforme demonstrado na figura 5.1.96.



d.6.8) Zinco

O zinco apresentou os valores bem variados ao longo dos pontos amostrais, com valor máximo de 43 mg/Kg registrado no ponto 05 e com valor mínimo de 11 mg/Kg no ponto 02. Para este parâmetro os valores de todos os pontos amostrais ficaram abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 454, conforme demonstrado na figura 5.1.97.



Os resultados de metais pesados sugerem um gradiente de concentração do ponto 02 ao ponto 05, este fato pode estar relacionado a lixiviação desses compostos associado as partículas sedimentares, ficando depositadas em áreas de baixo hidrodinamismo. O fato do rio Guapi-Açu apresentar vários pontos de extração de areia a montante do ponto 05 pode justificar as maiores concentrações no ponto mais a jusante.

Os compostos organoclorados são hidrocarbonetos clorados sintetizados pelo homem, portanto não ocorrem naturalmente na natureza. Eles podem ser divididos em dois grupos: baixo e alto peso molecular. Os organoclorados de baixo peso molecular são constituídos pelos solventes industriais (dicloroetano, cloreto de vinil, etc) e pelos freons, também conhecidos como clorofluorcarbonos (CFCs). Esses compostos são voláteis, possuem baixa acumulação na biota e não são encontrados em grandes concentrações no sistema aquático. Portanto, seu principal impacto no ambiente está associado à atmosfera. Os organoclorados de alto peso molecular (pesticidas e bifenilos policlorados) provocam grande impacto no sistema aquático, sendo acumulados na biota e podendo causar efeitos adversos (Clark, 1992 *apud* Yogui, 2002).

Os pesticidas organoclorados e os bifenilos policlorados (PCBs) ainda fazem parte de um grupo de compostos classificados como poluentes orgânicos persistentes (POPs). Tal atribuição deve-se a três características básicas: persistência ambiental, bioacumulação (com consequente acumulação ao longo da cadeia trófica e alta toxicidade. A persistência desses compostos ocorre em função de sua baixa degradação por processos bióticos e abióticos, acarretando em elevada meia-vida no ambiente, que pode a anos ou décadas. Devido a sua lipofilicidade, PCBs e pesticidas organoclorados são absorvidos pelos organismos através da alimentação (membrana do trato intestinal), respiração (brânquias e pulmões) e pele. Após a absorção esses compostos são rapidamente distribuídos para vários tecidos (principalmente aqueles que possuem alto teor de lipídios), estabelecendo-se um fluxo entre estes tecidos e o sangue. A toxicologia desses contaminantes é altamente complexa e específica para cada composto. Assim pode haver múltiplas respostas tóxicas dependendo da espécie, sexo e órgão atingidos (Safe, 2000 *apud* Yogui, 2002).

Os pesticidas organoclorados formaram a primeira geração de praguicidas usados pelo homem em larga escala. Devido as suas propriedades inseticidas e seu grande efeito residual, eles foram extremamente utilizados em todo o mundo como defensivos agrícolas e em campanhas de saúde pública, principalmente após o início da segunda guerra mundial.

A principal forma de introdução de pesticidas organoclorados ocorreu a partir da agricultura. Durante sua aplicação há sempre uma fração que é perdida através da volatilização do produto aplicado. Essa perda pode chegar a 90% em um período de três dias, mesmo para compostos químicos com baixa pressão de vapor. Assim a volatilização constitui-se em uma importante fonte de pesticidas para o transporte em larga escala. Em escala regional, além do transporte aéreo, a lixiviação de pesticidas organoclorados para os rios também foi um importante mecanismo para sua entrada nos oceanos.

No Brasil as culturas de café e algodão foram as principais razões da introdução dos chamados inseticidas sintéticos, sendo o DDT e o HCH os mais empregados, tanto na agricultura como na saúde pública (Lara & Batista, 1992 *apud* Yogui, 2002). Em função de suas nocivas consequências ambientais, desde o início dos anos 1970 o

uso de pesticidas organoclorados tem sido progressivamente restringido a aplicações específicas em diversos países do mundo.

No Brasil, a portaria 329, de 02/09/1985, do Ministério da Agricultura proibiu o uso de pesticidas organoclorados, exceto para órgãos públicos. Tal proibição levou a substituição dos organoclorados por pesticidas mais onerosos, de tecnologia mais recente e menos persistentes, como os organofosforados e os carbamatos, que são amplamente utilizados no Território Nacional.

A intensa utilização de fertilizantes químicos e pesticidas na agricultura moderna pode proporcionar a contaminação do solo e a degradação dos recursos hídricos. No ambiente aquático o sedimento é um compartimento integrador da coluna d'água servindo de registro das substâncias mais freqüentes nesse ambiente.

Objetivando avaliar possível contribuição de compostos orgânicos na região onde será implantado o empreendimento analisou-se o sedimento nos mesmos pontos de coleta de água. Os resultados obtidos dos compostos orgânicos nos pontos amostrais do rio Guapi-Açu estão apresentados na tabela 5.1.32.

Tabela 5.1.32. Valores dos compostos orgânicos (agrotóxicos) obtidos nos pontos amostrais do rio Guapi-Açu						
Parâmetros (mg/ Kg)	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	Resolução Conama 454
Pesticidas						
PCB totais	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	34,1
Organoclorados						
Alfa-BCH	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
Hexaclorobenzeno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
Beta-BCH	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
Gamma-BCH (Lindano)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,94
Delta-BCH	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
Epsilon-BCH	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
Heptacloro	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
Aldrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
Isodrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
Cis-Heptacloro Epóxido	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
Oxy-Clordano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
Trans-Heptacloro Epóxido	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
Trans-Clordano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
o,p'-DDE	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,42
Alfa-Endosulfan	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L

Tabela 5.1.32. Valores dos compostos orgânicos (agrotóxicos) obtidos nos pontos amostrais do rio Guapi-Açu

Parâmetros (mg/ Kg)	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	Resolução Conama 454
Cis-Clordano	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
p,p'-DDE	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,42
Dieldrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,85
o,p'-DDD	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	3,54
Endrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,67
Beta-Endosulfan	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
p,p'-DDD	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	3,54
o,p'-DDT	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,19
p,p'-DDT	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,19
Metoxicloro	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L
Mirex	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.L

Ao analisar dados da tabela acima se constatou que nenhum dos compostos foram detectados pelo método de analítico, estando, portanto os sedimentos dos pontos amostrais estudados livres de contaminação destes compostos, apesar da presença na região de áreas cultivadas e histórico de utilização desses produtos da região.

d.7) Síntese da Análise de Qualidade das Águas e Sedimentos

As análises de oxigênio dissolvido indicaram que as águas estavam bem oxigenadas caracterizando uma boa qualidade das águas. O pH apresentou valores característicos de águas doces. Porém nos pontos 03, 04 e 05 os valores obtidos violaram o limite mínimo (pH=6,0) estabelecido pela Resolução Conama 357, apresentando-se um pouca mais ácidas do que os valores registrados para os pontos 01 e 02.

Para os nutrientes (compostos fosforados e nitrogenados) os valores registrados em todos os pontos amostrais indicaram baixas concentrações, podendo-se caracterizar as águas como oligotróficas, que indicam que não há contaminações no local. A característica oligotrófica das águas é corroborada pelos baixos teores de Clorofila a e feofitina.

A condutividade apresentou valores característicos de águas doces, enquanto que os valores obtidos para temperatura estão de acordo com os valores encontrados nos meses de verão, apresentando uma pequena variação entre os pontos

amostrais. Os sólidos totais dissolvidos apresentaram baixas concentrações, sendo o valor máximo registrado no ponto 04.

Com relação aos coliformes, não houve violação do limite estabelecido pela Resolução Conama 357 para Coliformes Fecais. Os valores obtidos para Coliformes Totais indicam uma baixa contaminação das águas por coliformes.

Nos sedimentos a análise dos compostos inorgânicos (metais pesados) indicou que arsênio, cádmio e mercúrio apresentaram na maioria dos pontos amostrais concentrações abaixo do limite do método analítico. A exceção para arsênio e cádmio ocorreu no ponto 05 onde se registrou teores destes metais no sedimento. Para chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram registrados teores no sedimento da maioria dos pontos amostrais. Comparando-se os resultados de todos os metais em todos os pontos amostrais, os dados indicaram que cromo e zinco apresentaram as concentrações mais elevadas no sedimento de todos os pontos amostrais. Apesar desta constatação ressalta-se que nenhum dos metais analisados ultrapassou os limites estabelecidos pela Resolução Conama 454. O elemento que mais se aproximou do limite foi cromo no ponto 05.

O ponto 05 foi o que apresentou as maiores concentrações para todos os metais estudados. Os resultados de metais pesados sugerem um gradiente de concentração do ponto 02 ao ponto 05, este fato pode estar relacionado a lixiviação desses compostos associado as partículas sedimentares, ficando depositadas em áreas de baixo hidrodinamismo. O fato do rio Guapi-Açu apresentar vários pontos de extração de areia a montante do ponto 05 pode justificar as maiores concentrações no ponto mais a jusante. Com relação aos compostos orgânicos (agrotóxicos), todos os elementos estudados apresentaram concentrações abaixo do limite de detecção do método, sugerindo que no sedimento dos pontos amostrais não há contaminação destes elementos. Apesar deste resultado, cabe ressaltar que existem na área de estudo inúmeras propriedades voltadas para a agricultura.

5.1.13 - Caracterização Climatológica e Condições Meteorológicas

a) Introdução

A atividade da barragem no rio Guapiaçu, objeto deste EIA, tem como área de influência a Bacia de drenagem do rio Guapiaçu, no entanto, devido à carência de dados, este estudo climatológico será baseado nos dados obtidos para a bacia do rio Guapi-Macacu.

A escolha por esta bacia deve-se ao fato da bacia do rio Guapiaçu estar inserida na bacia do rio Guapi-Macacu, ou seja, é uma sub-bacia da mesma, conforme aponta a figura abaixo.

Figura 5.1.98. Imagem da Bacia do Rio Guapi-Macacu. Em destaque os rios Guapiaçu e Guapi-Macacu.



Fonte: APA Macacu.

A bacia do rio Guapi-Macacu, é limitada ao norte e noroeste pela serra dos Órgãos, a nordeste pela serra de Macaé de Cima, a leste pelas serras da Botija e de Monte Azul e ao sul pelas serras do Sambê e dos Garcias. O município de Cachoeira de Macacu tem 90% de sua área nesta bacia, Guapimirim tem aproximadamente 95% e Itaboraí, 12%. O rio Macacu nasce na serra dos Órgãos, a cerca de 1.700 m de

altitude, no município de Cachoeiras de Macacu, e percorre aproximadamente 74 km até a sua junção com o Guapimirim.

Os principais núcleos urbanos que se encontram na bacia são a sede do município de Cachoeiras de Macacu, Japuíba, Papucaia e Sambaetiba.

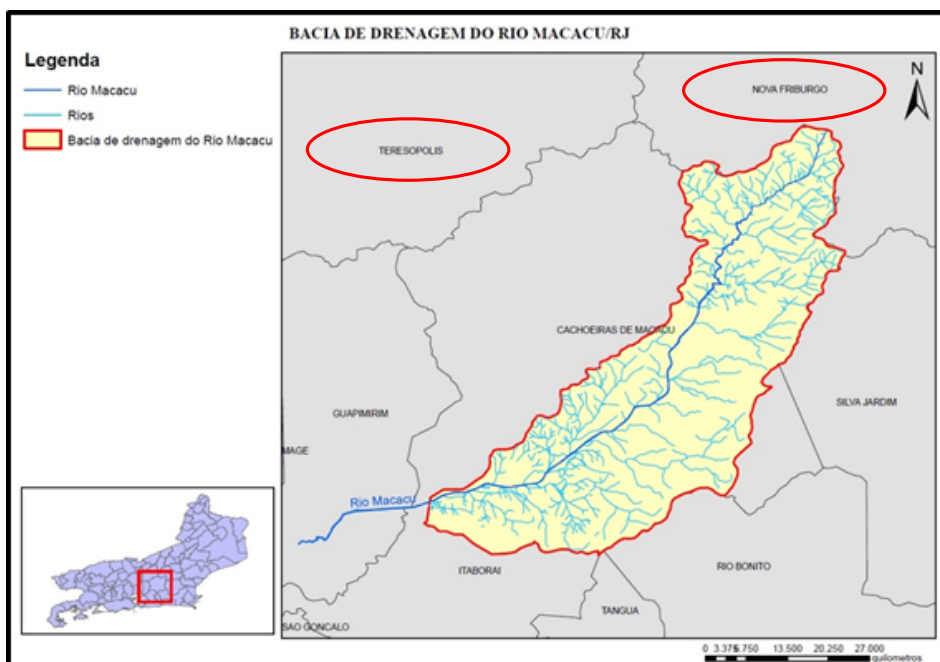
A denominação Guapi-Macacu ocorreu a partir da construção do canal de Imunana, que desviou o curso natural do rio Macacu, que passou a se unir ao Guapimirim.

b) Amostra de Dados

O diagnóstico climático da área de interesse foi realizado com base em estudos climáticos existentes sobre a área de influência do empreendimento.

A metodologia de análise para este estudo foi baseada em estudos e dados técnicos, como Planos de Manejo de Unidades de Conservação na área de influência, dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e estudos científicos, como dissertações, teses e artigos. Os dados qualitativos foram analisados para a área de influência e os dados quantitativos, obtidos principalmente no INMET, são dos municípios de Teresópolis e Nova Friburgo, que são adjacentes à área de estudo (figura 5.1.99).

Figura 5.1.99. Bacia de drenagem do rio Macacu. Em evidência os municípios de Teresópolis e Nova Friburgo.



Fonte: Elaboração própria.

Os dados obtidos no INMET para os municípios de Teresópolis e Nova Friburgo são das Normais Climatológicas¹ e da evolução dos parâmetros de temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, pressão atmosférica e nebulosidade para o ano de 2013.

A seguir serão apresentados os itens citados para a área de influência:

b.1.1) Temperatura

O clima da região é quente e úmido, sem uma estação marcadamente seca, correspondendo ao tipo Af na classificação de Köppen (1948). As normais climatológicas indicam uma temperatura média anual de 21,9° C, sendo janeiro o mês mais quente (25,3°C) e julho o mês mais frio (17,9°C).

Segundo dados do Plano de Manejo da APA Macacu, o clima da região é tropical e a temperatura média mensal varia de 19 a 26°C (SIMERJ, 2013). As maiores temperaturas, acima de 25 °C ocorrem nas áreas abaixo de 200 metros de altitude, englobando a Baixada Fluminense. Nas áreas mais elevadas as temperaturas atingem índices entre 18°C a 20°C (Pedreira et al, 2009).

Nesta área, o inverno é ameno e o verão climático é sempre quente e muito longo, de setembro a março, embora a temperatura máxima se verifique, normalmente, em dezembro ou janeiro.

A região encontra-se sob influência da bacia aérea de Cachoeiras de Macacu (Barboza, 2004), onde os ventos úmidos oriundos do oceano são conduzidos até o topo da serra, resfriam, condensam e precipitam-se na forma de nevoeiro ou chuva oculta. Suas encostas encontram-se, assim, sob influência da Massa Tropical Marítima (Bochner, 2010).

Nos municípios que compreendem a bacia de drenagem do rio Guapi-Macacu as condições climáticas são:

- ➡ O clima do município de Guapimirim apresenta verão quente, úmido e muito chuvoso, e inverno frio e seco.

¹ A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define Normais Climatológicas, como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas”. Estes dados foram obtidos para os anos de 1961-1990

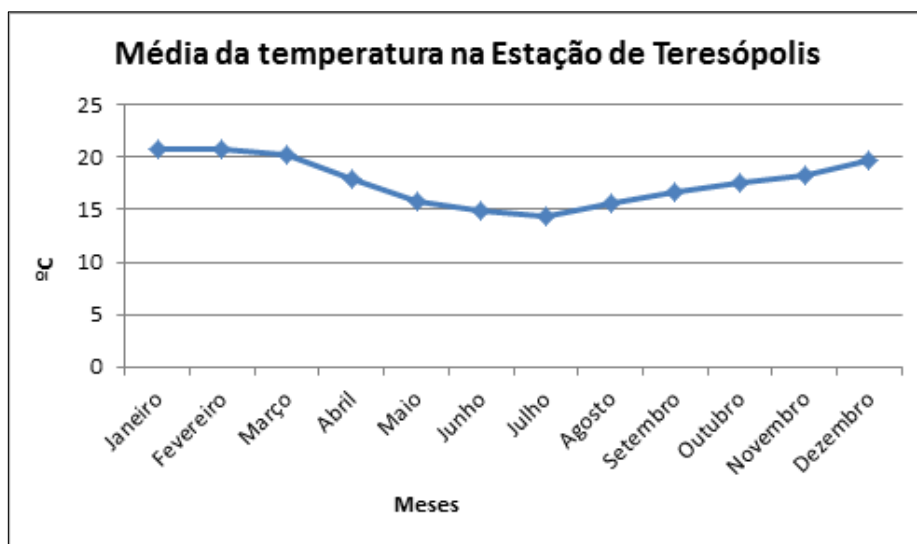
- ➡ O clima de Cachoeiras de Macacu é do tipo tropical, com verão úmido e chuvoso e inverno frio, com pouca chuva. A temperatura média anual é de 21 °C, e a precipitação média anual varia de 1.700 mm a 2.600 mm.
- ➡ A região de Itaboraí apresenta um clima tropical relativamente uniforme durante todo o ano. No verão, com o grande calor e umidade, acontecem fortes chuvas; enquanto no inverno, mais seco, as chuvas e a média das temperaturas são mais baixas. O clima da região também sofre influência da serra do Mar.

Os dados obtidos a partir das normas climatológicas dos municípios de Nova Friburgo e Teresópolis são apresentados a seguir:

De acordo com a análise do gráfico de temperatura média para a Estação de Teresópolis, pode-se inferir que a estação mais quente encontra-se nos meses de dezembro a janeiro, e as mais frias nos meses de junho, julho e agosto.

A amplitude térmica é considerada baixa, de aproximadamente 05°C, sendo o mês de julho mais frio (14°C) e os meses de janeiro e fevereiro os mais quentes (21°C), com a média anual foi de 17,7 °C.

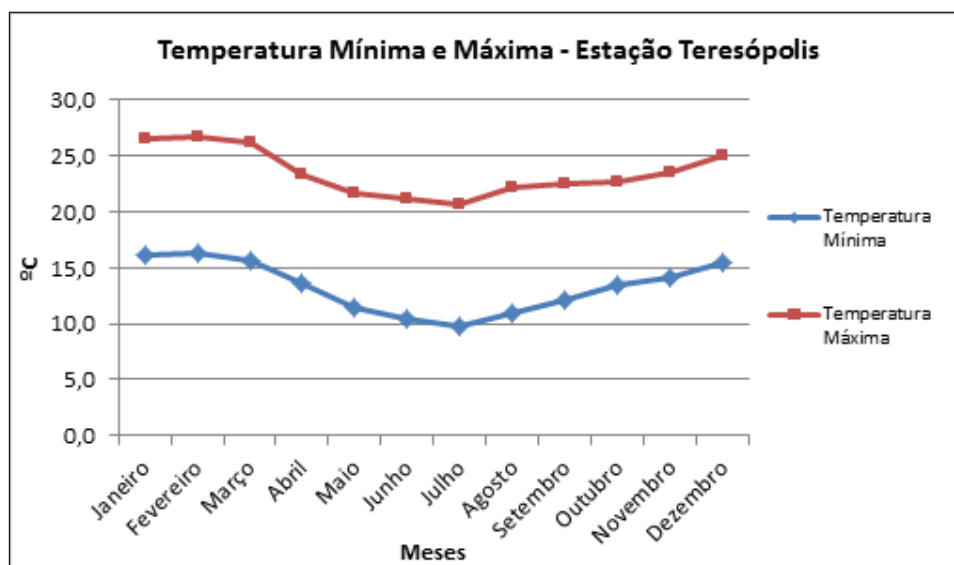
Figura 5.1.100. Normais Climatológicas para temperatura no município de Teresópolis.



Fonte: INMET, 2013.

As normais climatológicas para as temperaturas mínima e máxima são apresentadas no gráfico abaixo. De acordo com a análise do gráfico, pode-se inferir que tem-se uma amplitude térmica de aproximadamente 15°C. A temperatura mínima registrada ocorre no mês de agosto (10°C) e a máxima no mês de fevereiro (27°C).

Figura 5.1.101 Normais Climatológicas para temperatura máxima e mínima no município de Teresópolis.

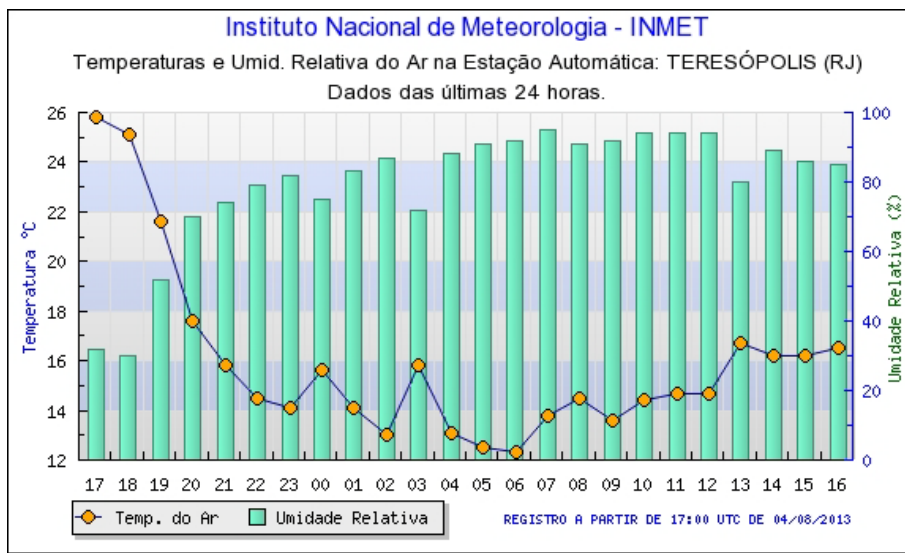


Fonte: INMET, 2013.

Além das normais climatológicas, o INMET também apresenta a medição dos dados 24 horas. A partir dos dados obtidos para o dia 04/08/2013, pode-se inferir a grande amplitude térmica, onde a temperatura variou de 23°C até 12°C.

Essa variação também está associada à baixa umidade, que faz com que o calor absorvido durante o dia seja dissipado a noite, o que faz com que a temperatura caia drasticamente.

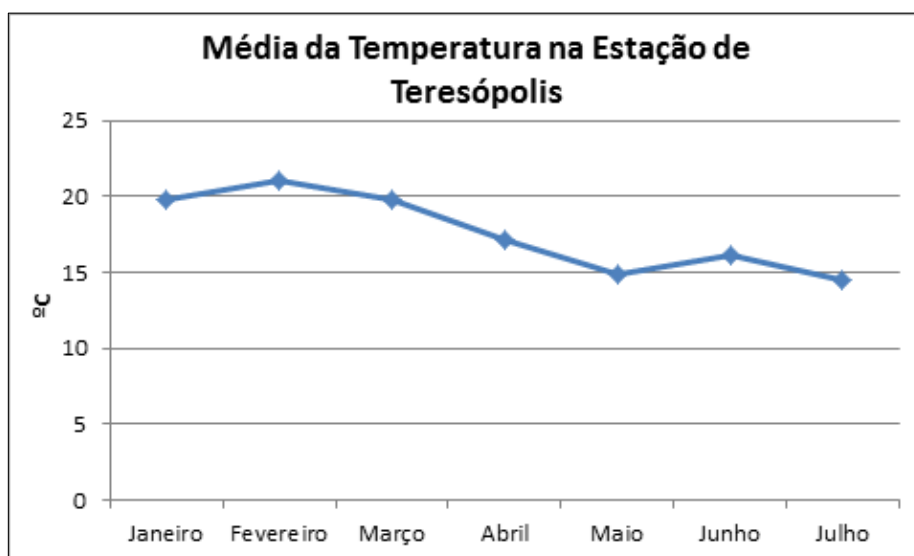
Figura 5.1.102. Gráfico de Temperatura e Umidade Relativa do Ar para 24 horas, do dia 04/08/2013, para a Estação de Teresópolis.



Fonte: INMET, 2013.

Na análise dos dados de temperatura média, coletados de janeiro a julho de 2013 (figura 5.1.103), pode-se inferir que a amplitude térmica foi de 07°C, sendo o mês de fevereiro mais quente, enquanto maio e julho foram os meses mais frios. Estes resultados demonstram a tendência natural de verões mais quentes e invernos mais frios.

Figura 5.1.103 Temperatura média de janeiro a julho de 2013 na estação de Teresópolis.

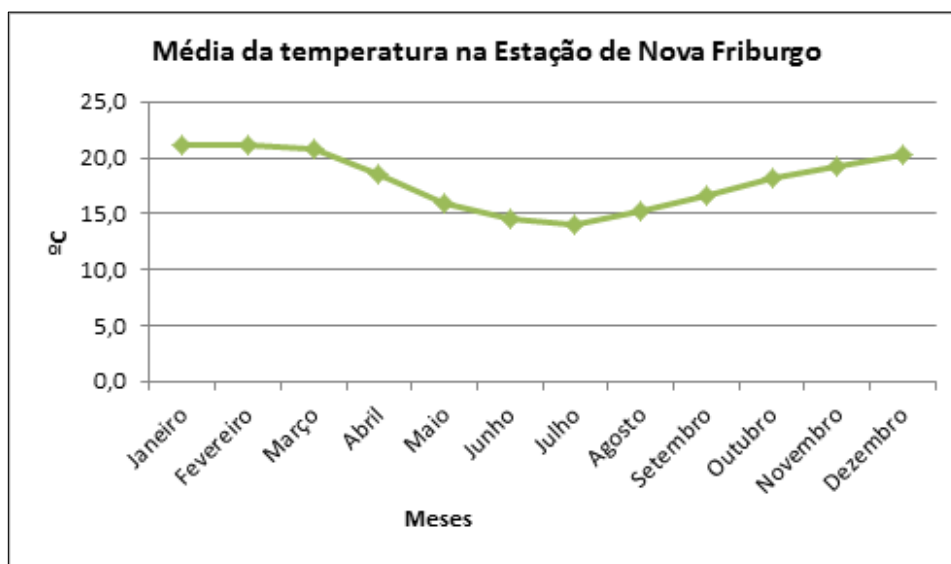


Fonte: INMET, 2013.

Para o município de Nova Friburgo, são apresentadas as figuras abaixo que apresentam, respectivamente, as temperaturas médias, e máximas e mínimas registradas.

Os dados de temperatura média para a Estação de Nova Friburgo são similares ao encontrados em Teresópolis, com as máximas nos meses de janeiro, fevereiro e março (21°C) e a mínima no mês de julho com 14°C. A amplitude térmica foi de aproximadamente 06°C e a média anual de 18°C.

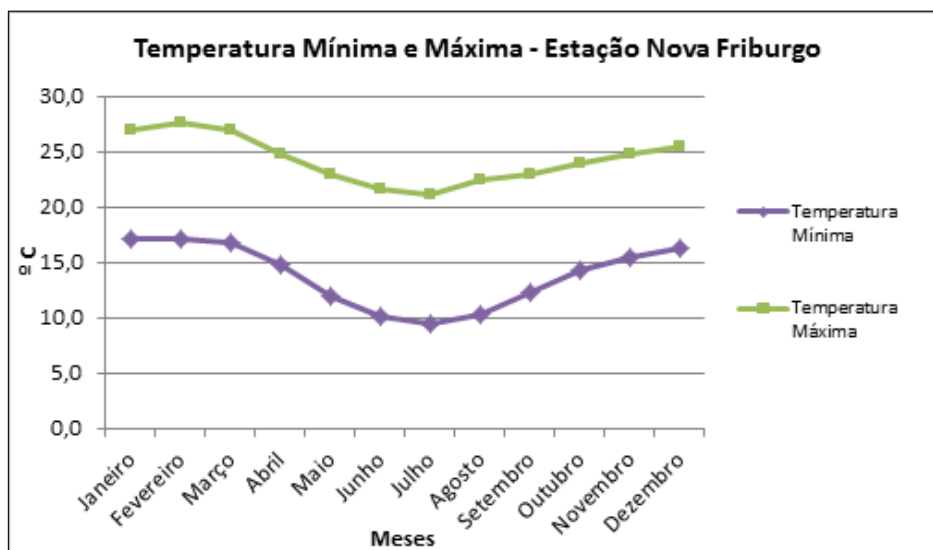
Figura 5.1.104. Normais Climatológicas para temperatura no município de Teresópolis.



Fonte: INMET, 2013.

As normais climatológicas para as temperaturas mínima e máxima na estação de Nova Friburgo apontam para o mês de fevereiro como mais quente (27°C) e o mês de julho como mais frio, chegando a 10°C. A amplitude térmica foi de 17°C.

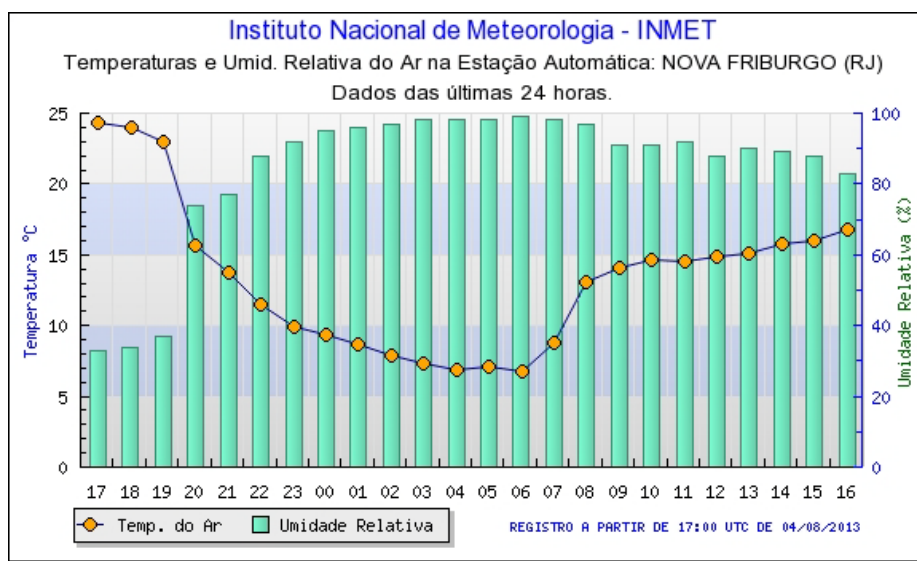
Figura 5.1.105. Normais Climatológicas para temperatura máxima e mínima no município de Nova Friburgo.



Fonte: INMET, 2013.

A partir da análise do gráfico de 24 horas para o dia 04/08/2013 na estação de Nova Friburgo (figura abaixo), pode-se constatar que a amplitude térmica foi de aproximadamente 20°C, com a máxima chegando a 25°C e a mínima 07°C.

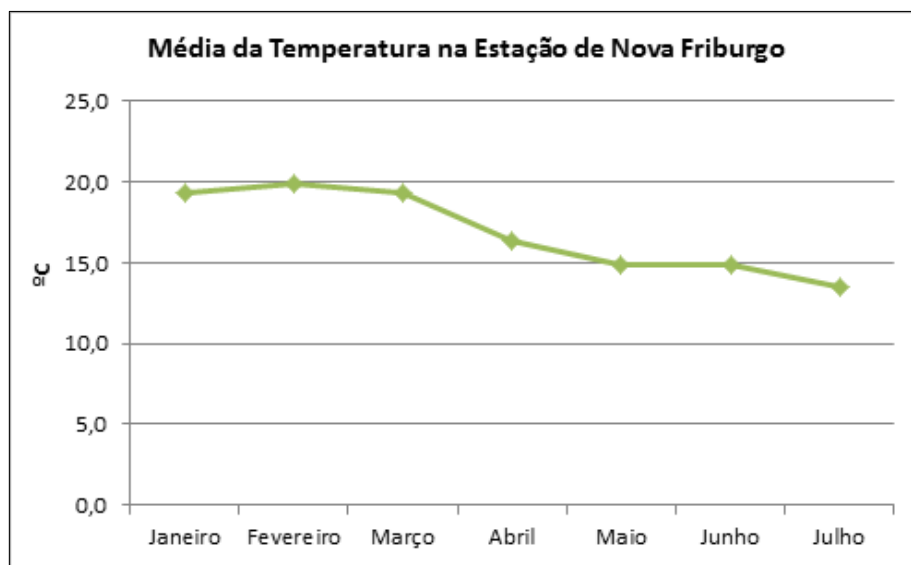
Figura 5.1.106. Gráfico de Temperatura e Umidade Relativa do Ar para 24 horas, do dia 04/08/2013, para a Estação de Nova Friburgo.



Fonte: INMET, 2013.

Na análise dos dados de temperatura média, coletados de janeiro a julho de 2013 (Figura 10), verifica-se comportamento semelhante ao observado em Teresópolis, com amplitude térmica de 06°C, sendo o mês de fevereiro mais quente, enquanto julho foi o mês mais frio.

Figura 5.1.107. Temperatura média de janeiro a julho de 2013 na estação de Nova Friburgo.



Fonte: INMET, 2013.

A partir das análises realizadas, pode-se constatar que a temperatura na região não apresenta amplitude grande e que as máximas ocorrem nos meses de verão e as mínimas nos meses de inverno. Pode-se aferir também que não houve mudança no padrão da temperatura nos anos analisados.

b.1.2) Precipitação

Considera-se precipitação todas as formas de água, líquida ou sólida, que caem das nuvens, alcançando o solo. Os instrumentos de medição de chuva são chamados pluviômetros e a unidade em que são medidos são milímetros.

A precipitação média anual na região é em torno de 2.500 mm, nas escarpas da serra e 1.500 mm, nas áreas baixas, com 140 dias chuvosos no ano (Dantas *et al.*, 2000). Desta forma, a pluviosidade atinge 2.300 mm anuais, com maior concentração entre os meses de janeiro e março e menor em julho e agosto.

A frequência e a intensidade de chuvas estão muito relacionadas à atuação das frentes frias vindas do sul e a presença do relevo. Nas escarpas da serra do Mar, a média anual está acima de 2.100 mm. Estas escarpas atuam como barreira às penetrações das massas de ar úmido provenientes do oceano em direção ao interior, originando chuvas orográficas.

As médias mensais de precipitação variam de 337,8mm (fevereiro) a 59,3mm (julho) com um total anual de 2.050mm. O período que compreende os meses mais frios, maio a outubro, também é o de menor pluviosidade (Finotti, 2010).

O Plano de Manejo da APA Guapimirim apresenta as médias pluviométricas para estações de pesquisa na região analisada. A distribuição espacial da pluviosidade na vertente Atlântica da Serra do Mar foi dividida em cinco zonas distintas

- ➔ Zona de Influência da Ressurgência – (<1.000mm)
- ➔ Zona das Planícies e dos Maciços Costeiros – (Horto Florestal, Ilha do Modesto, Itaboraí, Rio Bonito, Tanguá e Sambaetiba)
- ➔ Zona do Sopé da Serra – (Magé, Escola União e Cachoeiras de Macacu)
- ➔ Zona da Meia Encosta – (Andorinhas e Fazenda Coqueiro)
- ➔ Zona do Divisor – (Posto Garrafão)

A figura abaixo apresenta a espacialização das estações de coleta dos dados da APA Guapimirim.

Figura 5.1.108. Localização dos pontos de coleta de precipitação.



Fonte: APA Guapimirim e Google Earth Pro, 2013.

A partir da marcação das áreas de interesse, a precipitação em cada uma foi dividida pelas estações do ano e seguem abaixo.

A figura 5.1.109 apresenta a precipitação nas estações do ano coletado na Zona das Planícies e Maciços Costeiros.

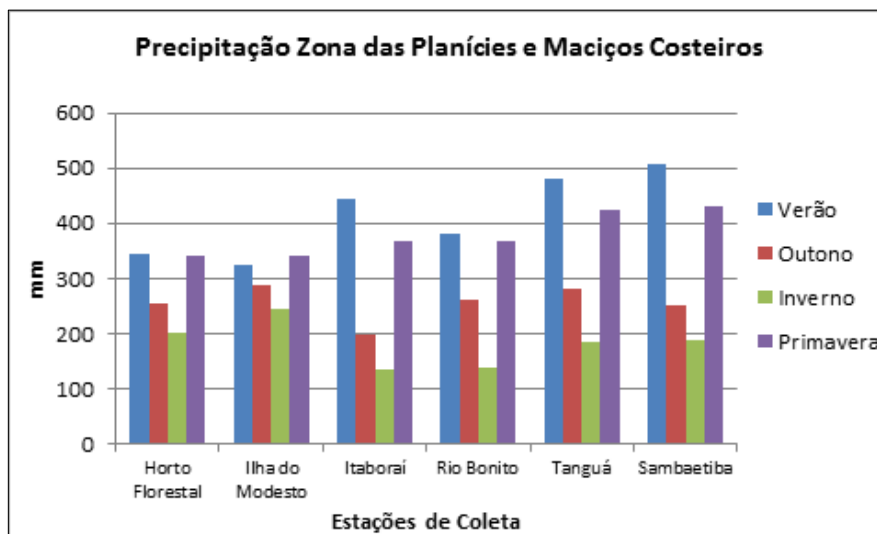
A partir da análise do gráfico, pode-se constatar que a estação mais chuvosa é o verão, seguido da primavera, em todas as áreas amostradas.

As áreas de Tanguá e Sambaetiba foram as que apresentaram maiores níveis de precipitação anuais, chegando a 1.371,3mm e 1.371,1mm, respectivamente, enquanto Itaboraí e Horto Florestal apresentaram as menores concentrações, com 1.143,4mm e 1.141,4mm.

É importante destacar, que nas localidades sob maior influência dos ventos oceânicos, as chuvas se apresentam regularmente distribuídas, sem um período seco preciso.

Nas imediações de Tanguá e Sambaetiba, mais distantes da influência oceânica, começa a delinear-se o regime tropical, com inverno seco e verão e primavera mais chuvosos, conforme explicado.

Figura 5.1.109. Precipitação na Estação da Zona das Planícies e Maciços Costeiros.

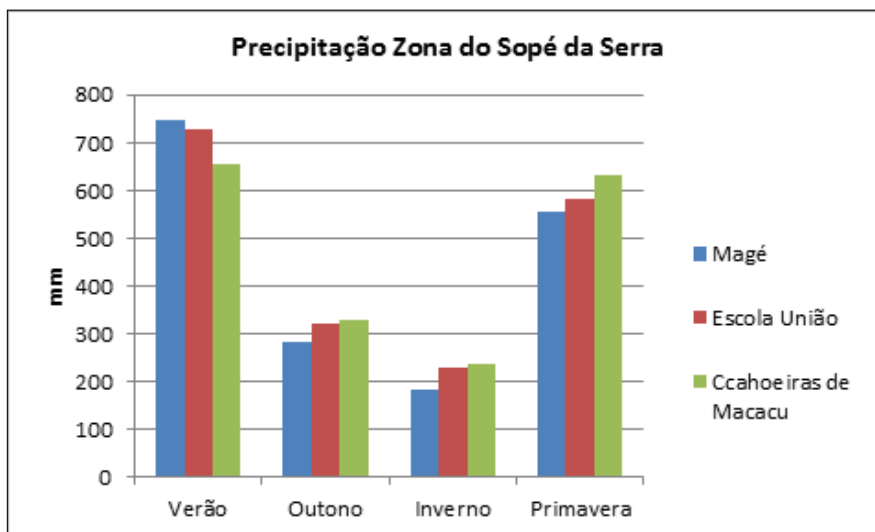


Fonte: APA Guapimirim

O gráfico a seguir apresenta a precipitação nas estações do Sopé da Serra. Assim como na análise das áreas da Zona das Planícies e Maciços Costeiros, o maior volume de precipitação ocorre no verão, seguido da primavera. No entanto, neste caso, em particular, as concentrações foram maiores que as anteriores. Este fato pode ser constatado por estarem na zona do sopé das montanhas e sofrer influência das encostas na retenção das massas de ar frias.

As três estações amostradas nesta área apresentaram volume de precipitação similar, de aproximadamente 1.800mm anuais. Nesta zona já começa a ser delineado com maior intensidade o clima tropical.

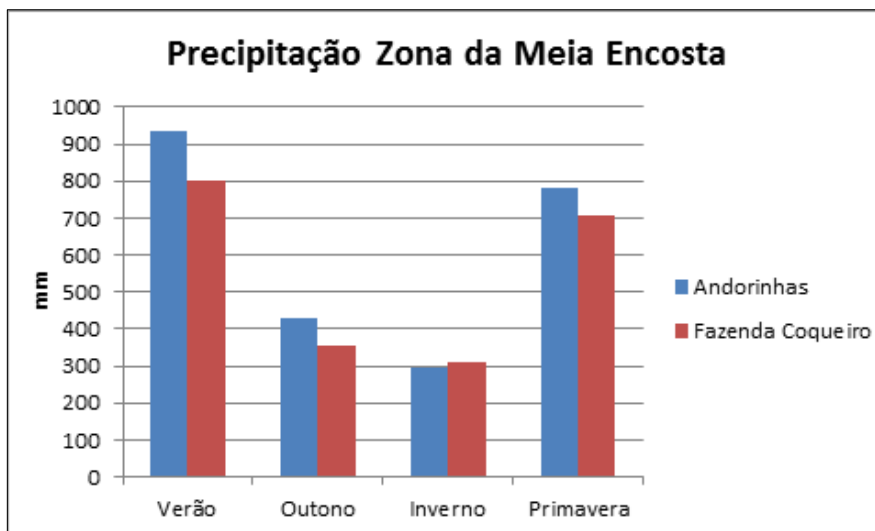
Figura 5.1.110. Precipitação na Estação da Zona do Sopé da Serra



Fonte: APA Guapimirim

O gráfico abaixo apresenta a precipitação na estação da Zona da Meia Encosta. Esta área também segue os padrões apresentados para as áreas anteriormente analisadas. Os meses de verão e primavera são os mais chuvosos e os meses do inverno os mais secos. No entanto, quando comparada com as outras áreas, esta apresenta volumes maiores de precipitação, chegando a 900mm na estação da Fazenda Coqueiro. Estes dados corroboram a ideia da influência da declividade na formação de mais chuvas.

Figura 5.1.11. Precipitação na Estação da Zona da Meia Encosta.



Fonte: APA Guapimirim

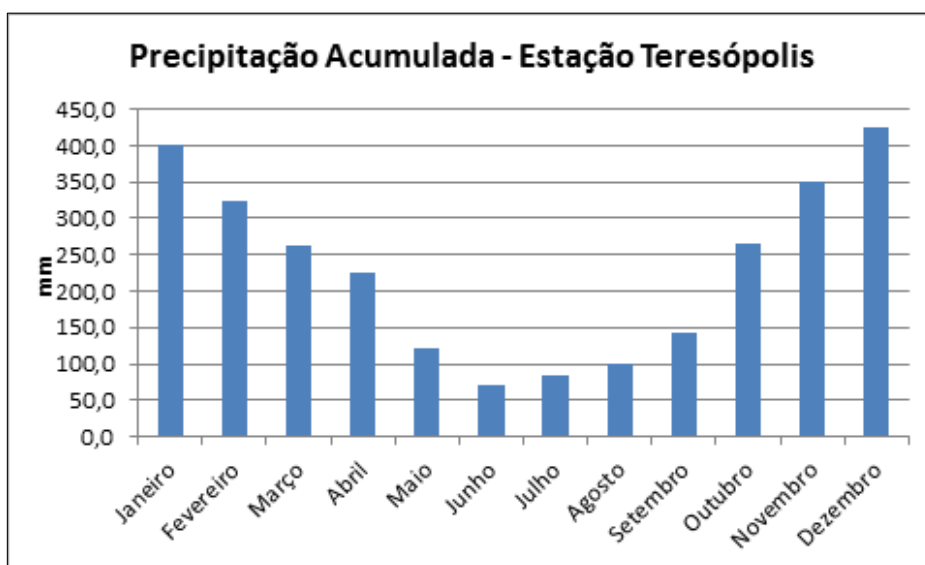
A última zona analisada na APA Guapimirim é a Zona do Divisor que só apresenta uma estação de coleta, a Zona do Garrafão, onde foram obtidos os maiores volume de precipitação, chegando a aproximadamente 1.000mm nas estações do verão e primavera.

Em relação às normais climatológicas da precipitação nos municípios de Teresópolis e Nova Friburgo, tem-se as seguintes considerações:

A precipitação acumulada em Teresópolis (figura 5.1.112) evidencia o inverno seco, com precipitação abaixo de 100mm nos meses de junho e julho, e o verão com variações de 300mm a 420mm.

Dados estes que corroboram os apresentados anteriormente para as áreas do sopé da serra e do divisor.

Figura 5.1.112. Normais climatológicas para precipitação acumulado na Estação Teresópolis.

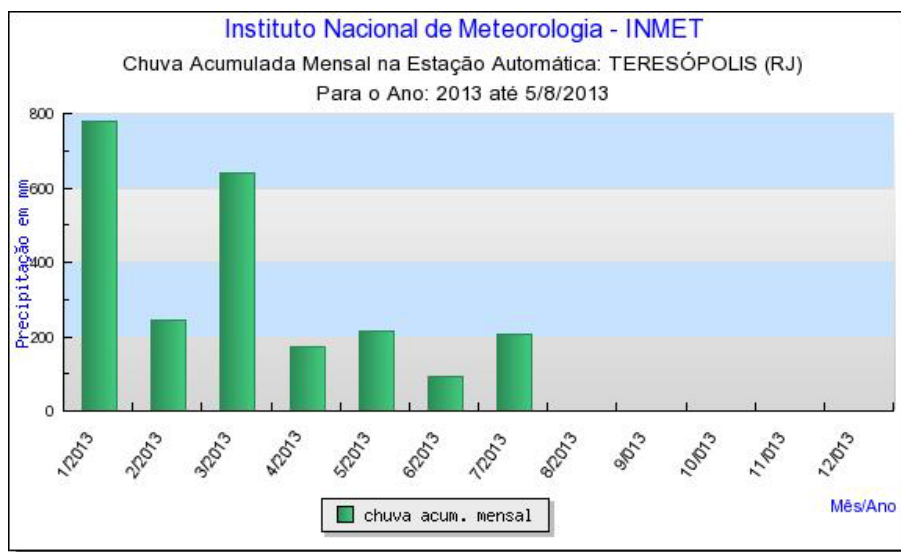


Fonte: INMET, 2013.

Quando analisado o gráfico da chuva acumulada no ano de 2013 até o mês de agosto, é possível constatar que o mês de janeiro apresentou maior precipitação, com aproximadamente 800mm, seguido do mês de março, com 600m, e que os meses de junho e julho apresentaram menores volumes de chuvas, seguindo o padrão das outras regiões.

No mês de janeiro de 2013 a precipitação alcançou níveis acima dos padrões apresentados para a normal climatológica. Este fato está associado a uma estacionariedade de um sistema formado na Antártida sobre a região sudeste, que juntamente ao corredor de umidade vindo da Amazônia acentuou o índice pluviométrico neste mês. Como consequência houve deslizamentos, processos erosivos, soterramentos, etc.

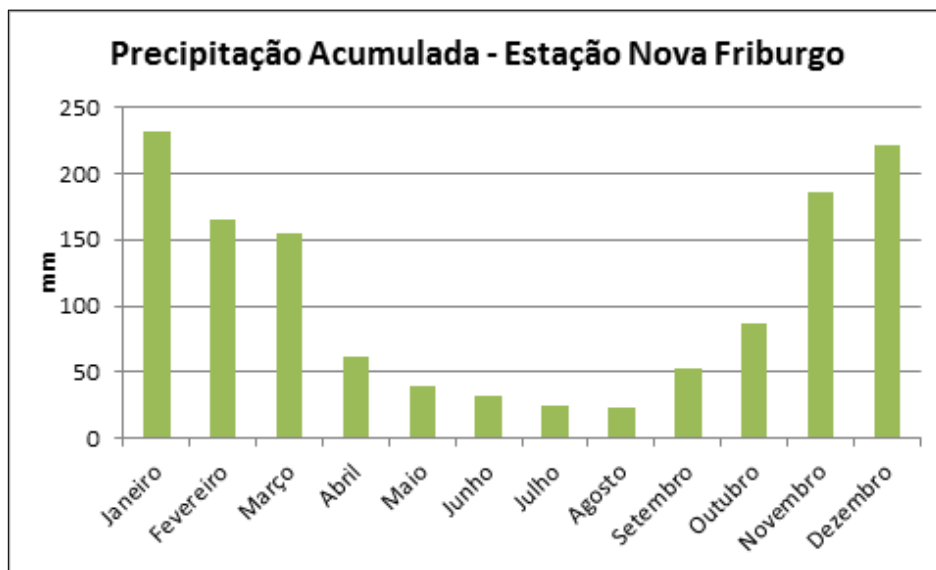
Figura 5.1.113. Chuva Acumulada mensal (jan a jul/13) na estação de Teresópolis.



Fonte: INMET, 2013.

Em relação às normais climatológicas para a estação de Nova Friburgo, tem-se que a precipitação acumulada (figura 5.1.114) evidencia outono e inverno secos, com precipitação abaixo de 50 mm nos meses de abril a setembro, e o verão com volume de chuvas de aproximadamente 200mm.

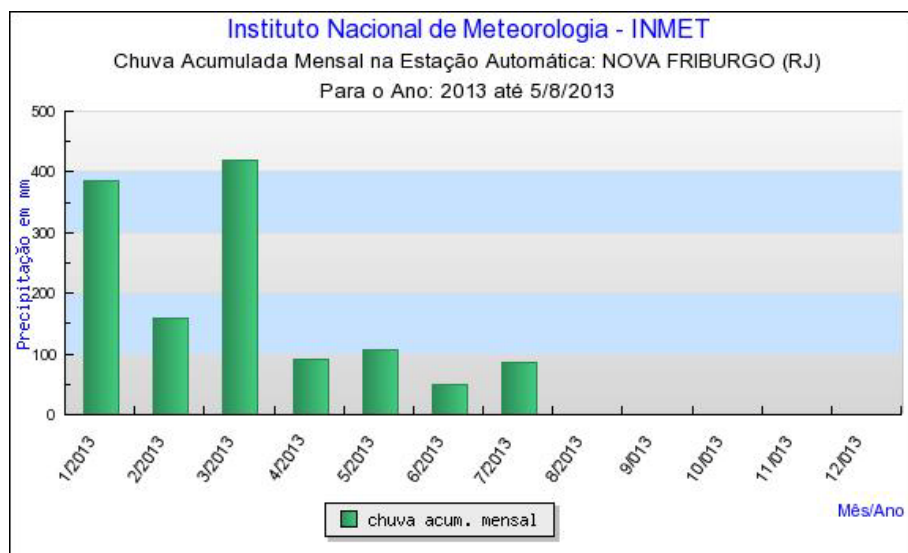
Figura 5.1.114. Normais climatológicas para precipitação acumulado na Estação Nova Friburgo.



Fonte: INMET, 2013.

Quando analisado o gráfico da chuva acumulada no ano de 2013 até o mês de agosto, é possível constatar que o mês de março apresentou maior precipitação, com aproximadamente 400mm e que os meses de junho e julho apresentaram menores volumes de chuva.

Figura 5.1.115. Chuva Acumulada mensal (jan a jul/13) na estação de Nova Friburgo.



Fonte: INMET, 2013.

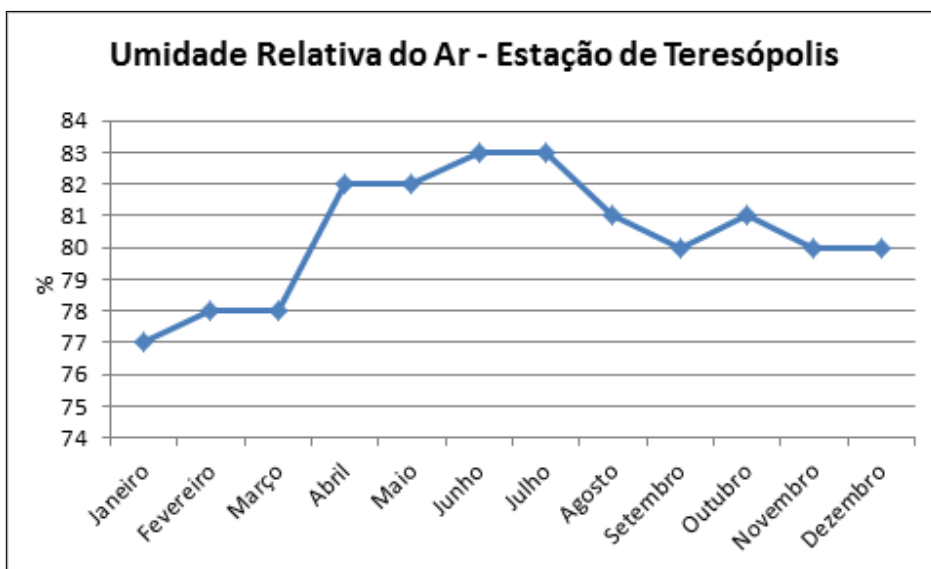
A partir das análises realizadas, pode-se constatar que a precipitação nos dois municípios analisados foi alta nos meses de verão e mais baixa nos meses de inverno. Destaca-se o comportamento atípico no mês de janeiro de 2013 em Teresópolis, pelas interferências climáticas já sinalizadas.

b.1.3) Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar marca a relação entre a umidade absoluta do ar e a umidade absoluta do mesmo ar no ponto de saturação à mesma temperatura. Normalmente é indicada em (% UR). Quando o ar está saturado, significa que atingiu sua concentração limite. Para uma mesma pressão a capacidade do ar em conter vapor d'água varia em função da temperatura.

A figura abaixo apresenta a umidade relativa do ar para o município de Teresópolis, onde a mínima registrada foi de 77% nos meses de verão e a máxima 83%, nos meses de inverno.

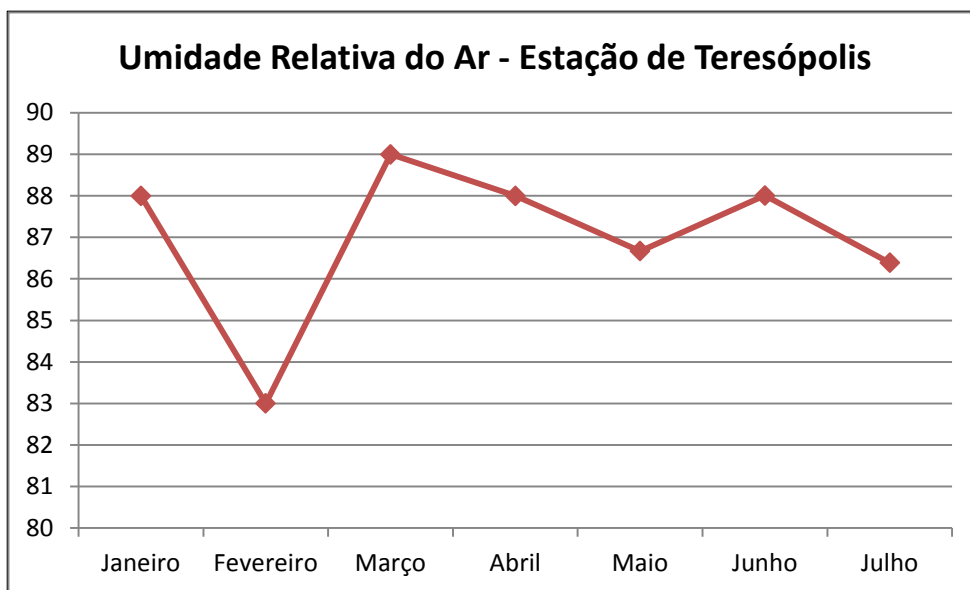
Figura 5.1.116. Normais climatológicas para Umidade Relativa do Ar na Estação de Teresópolis.



Fonte: INMET, 2013.

Quanto à umidade relativa do ar medida para o ano de 2013, pode-se verificar que, corroborando a ideia anterior de maior precipitação no mês de janeiro, a umidade relativa do ar esteve alta no mês de janeiro, sofrendo queda em fevereiro, e retomando o percentual anterior nos meses subsequentes.

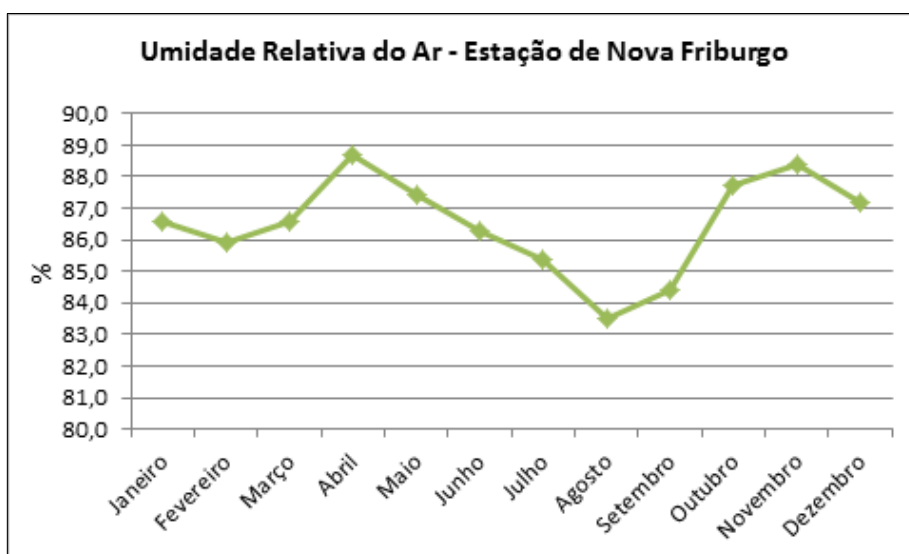
Figura 5.1.117. Umidade Relativa do Ar para a estação de Teresópolis para os meses de janeiro a julho de 2013.



Fonte: INMET, 2013.

A normal climatológica para umidade relativa do ar em Nova Friburgo (figura 5.1.118) evidencia uma uniformidade no padrão para todas as estações do ano. A amplitude foi de apenas 05%, sendo a máxima no mês de abril (89%) e a mínima no mês de agosto (83%).

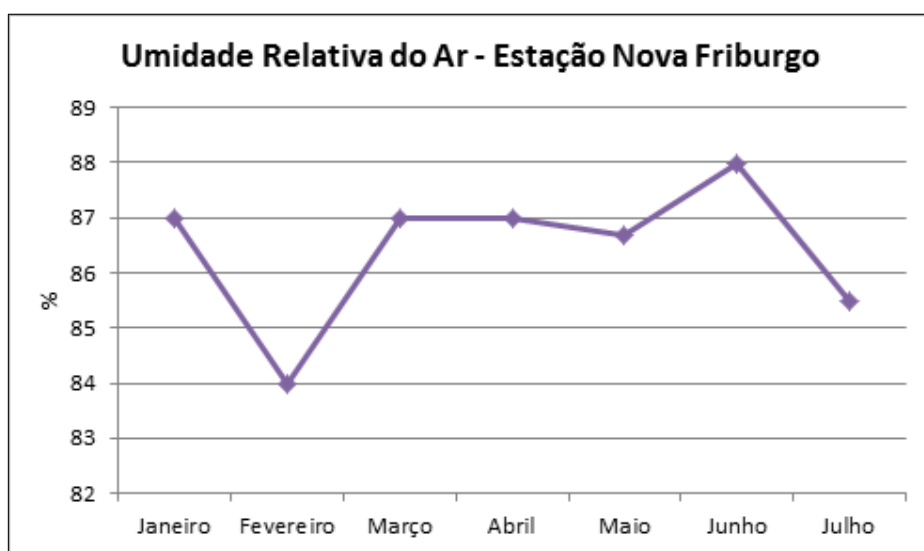
Figura 5.1.118. Normais climatológicas para Umidade Relativa do Ar na Estação de Nova Friburgo.



Fonte: INMET, 2013.

O gráfico de umidade relativa nos meses de 2013 para o município de Nova Friburgo apresentou comportamento semelhante ao de Teresópolis, com alto percentual em janeiro, queda em fevereiro e alta novamente nos meses subsequentes.

Figura 5.1.119. Umidade Relativa do Ar para a estação de Nova Friburgo para o meses de janeiro a julho de 2013.



Fonte: INMET, 2013.

b.1.4) Pressão Atmosférica

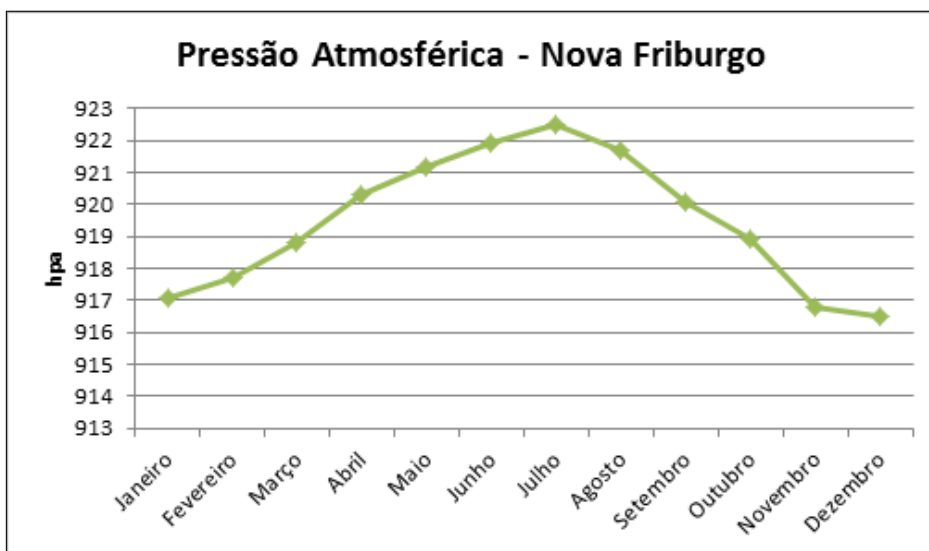
A pressão atmosférica pode ser considerada qualquer pressão exercida pela atmosfera sobre qualquer superfície, em virtude de seu peso. Equivale ao peso de uma coluna de ar de corte transversal unitário, que se estende desde um determinado nível até o limite superior da atmosfera.

A pressão atmosférica pode variar significativamente de um lugar para o outro, mesmo que os mesmos estejam fisicamente próximos. Essa variação é causada pela altitude e principalmente pela temperatura.

A pressão atmosférica é utilizada na caracterização de massas de ar migratórias. As variações de pressão ocorrem associadas à incursão de massas de ar com características termodinâmicas diferentes. Como no inverno há maior incursão de massas de ar frio, a pressão atmosférica média nesses meses é maior, já que o ar mais frio tem pressão atmosférica mais alta.

Esse comportamento é claramente observado na figura abaixo, que apresenta as normais climatológicas de pressão atmosférica para o município de Nova Friburgo. No verão, o intenso aquecimento solar induz a movimentos verticais ascendentes que levam a uma diminuição da pressão atmosférica.

Figura 5.1.120. Normais climatológicas para Pressão Atmosférica na Estação de Nova Friburgo.



Fonte: INMET, 2013.

Cabe destacar que o INMET não possui estação de medição de pressão atmosférica no município de Teresópolis.

b.1.5) Nebulosidade

Nebulosidade é um elemento meteorológico que traduz a fração da abóbada celeste que é ocupada por nuvens. Segundo as normas meteorológicas atuais, o céu é dividido em dez décimas, e dependendo de quantas décimas estão com cobertura total de nuvens, a nebulosidade é dividida em:

- ➡ **céu limpo ou ensolarado:** nenhum vestígio de nuvens (nenhuma décima encoberta);
- ➡ **céu quase limpo:** pelo menos uma décima está encoberta;
- ➡ **céu pouco nublado:** pelo menos duas décimas encobertas;

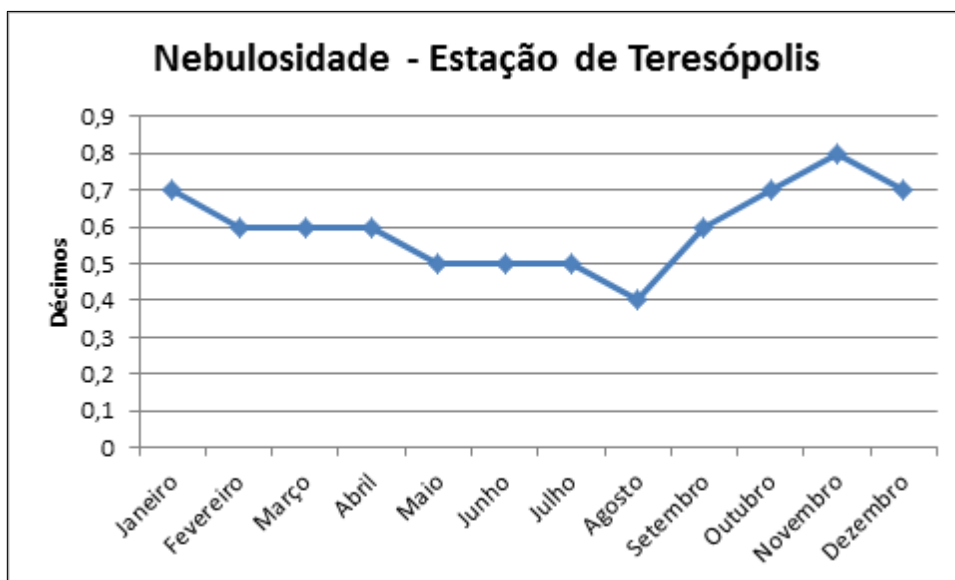
- ➔ **céu parcialmente nublado:** pelo menos quatro décimas encobertas pelas nuvens);
- ➔ **céu quase nublado:** no mínimo seis décimas encobertas;
- ➔ **céu nublado:** as dez décimas estão totalmente encobertos pelas nuvens.

Desta forma, dividindo-se o céu em 10 partes, tem-se a nebulosidade variando entre 0/10 (céu totalmente claro) a 10/10 (céu totalmente encoberto).

De acordo com análise na normal climatológica para o município de Teresópolis (figura 5.1.121), pode-se inferir que nos meses de novembro a fevereiro é onde ocorrem as maiores nebulosidades, com a definição de “céu quase nublado”. Nos outros meses, tem-se uma nebulosidade mediana, em torno de 0,5 décimas.

O fato de o céu ser mais limpo em meses frios, como maio a agosto, do que no verão explica-se por haver menos evaporação, com consequente menor formação de nuvens.

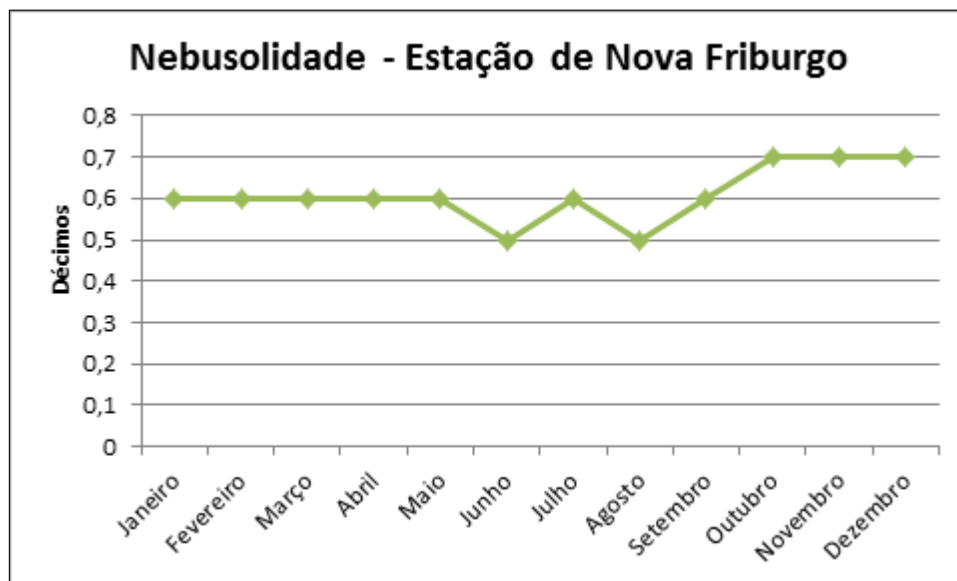
Figura 5.1.121. Normais climatológicas para Nebulosidade na Estação de Teresópolis.



Fonte: INMET, 2013.

No município de Nova Friburgo (figura 5.1.122), a nebulosidade é maior, quando comparada a Teresópolis, variando de 0,5 a 0,7 décimas. No entanto, o padrão de diminuição no inverno e aumento no verão persistiu para este município também.

Figura 5.1.122. Normal climatológica para Nebulosidade na Estação de Nova Friburgo.



Fonte: INMET, 2013.

5.1.14 - Qualidade dos Solos e Águas Subterrâneas

a) Histórico das potenciais fontes de contaminação da área

Não foi identificado nenhum histórico de contaminação na área diretamente afetada pelo empreendimento.

b) Caracterização da qualidade dos solos e águas subterrâneas indicando a possibilidade de contaminação do futuro reservatório.

O cultivo e manejo do solo exercem grande influência na qualidade das águas subterrâneas e nas taxas de recarga de alguns aquíferos. Algumas práticas agrícolas são capazes de causar contaminação difusa por nutrientes e pesticidas, especialmente em áreas com solos pouco espessos com boa drenagem, e ocasionar um aumento da salinidade das águas, especialmente em regiões mais áridas. Os tipos de atividade agrícola que geram contaminação difusa mais preocupante das águas subterrâneas são as relacionadas com extensas áreas de monocultura.

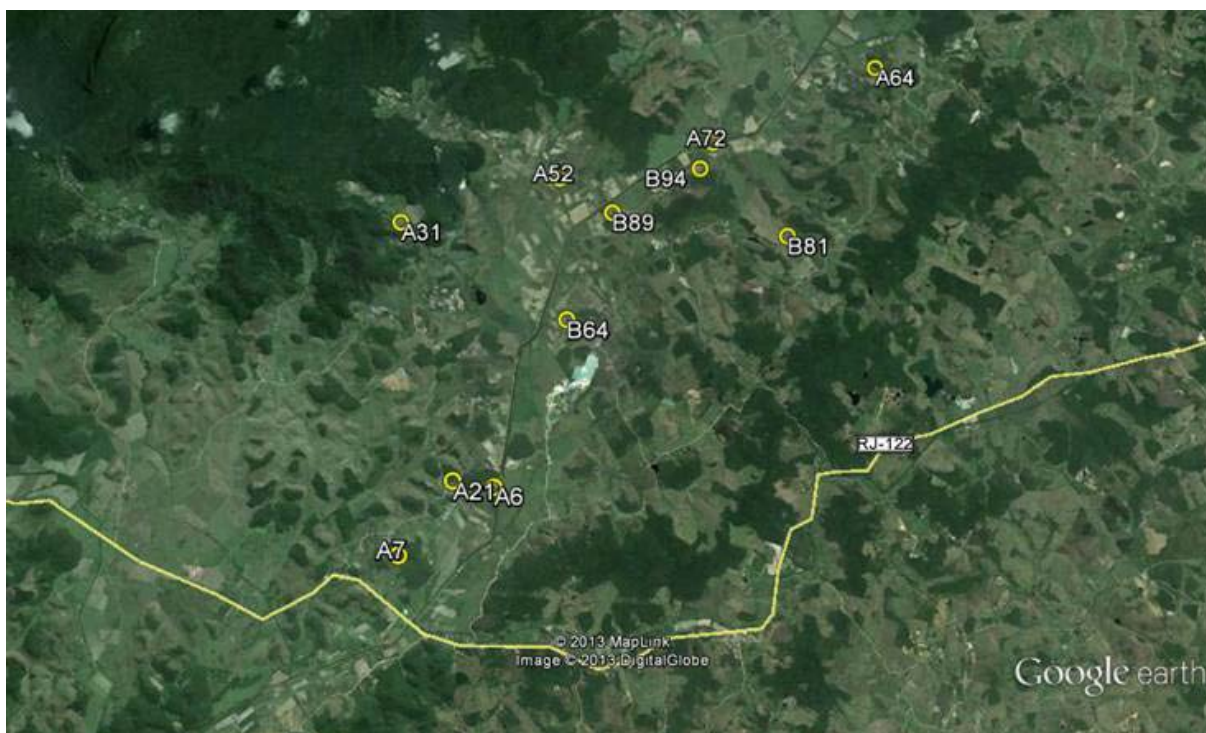
Como na região do empreendimento ocorre a presença de várias áreas de agricultura e com o objetivo de se avaliar o potencial de contaminação do futuro reservatório pelo uso de agrotóxicos, inicialmente foram identificados os sítios produtores de frutos (jiló e quiabo) que costumeiramente fazem uso de agrotóxicos e que possuem uma expressiva área plantada. Desta lista, foram selecionados 11 sítios, os mais antigos, onde foram coletados (solo e água) para a detecção qualitativa de pesticidas organoclorados e organofosforados (tabela 5.1.33 e figura 5.1.123).

Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para a análise em laboratório certificado pelo INEA. Conforme consta nos boletins e laudos apresentados no anexo 5, em nenhum deles, foi detectada a presença de pesticidas tanto no solo como na água.

Tabela 5.1.33 Pontos amostrais para coleta de solos e águas subterrâneas

Ponto Amostrado	Latitude	Longitude
A6	22°32'41.2"	42°50'05.6"
A7	22°33'16.9"	42°50'58.9"
A21	22°32'37.8"	42°50'29.4"
A31	22°30'12.7"	42°51'05.8"
A52	22°29'46.4"	42°49'29.7"
A64	22°28'38.6"	42°46'13.0"
A72	22°29'24.7"	42°47'55.6"
B64	22°31'09.1"	42°49'24.6"
B81	22°30'21.0"	42°48'36.1"
B89	22°30'06.9"	42°48'57.5"
B94	22°29'40.7"	42°48'03.7"

Figura 5.1.123. Localização dos pontos amostrados



5.1.15 - Referências Bibliográficas

ALMEIDA, F.F.M. - Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1967, p-36 (Boletim 241).

BARRETO, A. B. C, MONSORES, A - Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio Janeiro do Projeto Rio de Janeiro, 2000.

BOCHNER, J. K., Proposta Metodológica para Identificação de Áreas Prioritárias para Recomposição Florestal – Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do rio Macacu/RJ. Dissertação. UFRJ, Seropédica. 152p. 2010.

BARBOZA, R.S. Interceptação Vertical na serra do Mar, Nova Friburgo-RJ. Monografia de conclusão de curso. UFRJ, Seropédica. 62p. 2004.

CARVALHO FILHO, AMAURY. LUMBRERAS, J.F., SANTOS, R.D. Os Solos do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM, 2000. Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. Executado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Solos.1 CD ROM.

COHIDRO - Projeto Básico – Relatório RT – 0812-0105-12-00-01, 2012.

CPRM - Mapa Geomorfológico das Bacias Hidrográficas dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu, 2012.

CPRM - Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil – SIG, 2007.

CPRM - Mapa Geológico da Folha Nova Friburgo – SF23-Z-BII, escala 1:100. 000, 2009.

CURI, Nilton. Coord. Vocabulário de ciência do solo. Coordenado por Nilton Curi com colaboração de J.O.I.Larach, N. Kampf, A.C. Moniz e L.E.F. Fontes.

DANTAS, M.E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A.I.M.; SILVA, C.R.; PIMENTEL, J. LUMBRERAS, J.F.; CALDERANO, S.B.; CARVALHO FILHO, A.;MANSUR, K. & FERREIRA, C.E.O. (2000) *Diagnóstico Geoambiental*. Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, Brasília, CPRM, 38pp.

DANTAS, M.E. (2000) *Geomorfologia*. Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, Brasília, CPRM, 66pp.

DANTAS, Marcelo. SHINZATO, Edgar et al. Mapa Geomorfológico das Bacias Hidrográficas dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu. Escala 1:80.000. EMBRAPA/CPRM, 2011.

DNPM –SIGMINE, Cadastro Mineiro

DRM - Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro, Folha Itaboraí – SF23-Z-B-V-1, escala 1:50. 000, 1982.

EMBRAPA - Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Definição e notação de horizontes e camadas do solo. Rio de Janeiro: Embrapa SNLCS, 1988b. 54p. (Embrapa-SNLCS. Documentos, 3).

EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 412p.

EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa-SPI, 2006. 2ª Edição. 306p.

EMBRAPA SOLOS. Mapa de Solos do Estado do Rio de Janeiro. Embrapa Solos, 2005, escala 1:250.000 – (disponível em www.cnps.embrapa.br).

FERRARI, A.L. A geologia do *rift* da Guanabara (RJ) na sua porção centro-ocidental e sua relação com o embasamento pré-cambriano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Anais, Natal, 1990. SBG, p. 2858-2872.

FINOTI, R. Composição Específica, Estrutura E Similaridade Florística De Fragmentos Florestais Sob Diferentes Graus De Distúrbio. Dissertação. UFFRJ, Seropédica. 167p. 2010.

HEILBRON, M.; VALERIANO, C.M.; VALLADARES, C.S. & MACHADO, N .A. Orogênese brasileira no segmento central da faixa Ribeira, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 1995, p. 249-266.

IBGE. Manual técnico de pedologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2ª Edição – Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 323p. il. (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n.4)

IBGE - Projeto Levantamentos de Recursos Naturais, volume 32 Folhas SF.23 / 24 (Rio de Janeiro/Vitória), Rio de Janeiro, 1983.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal>. Acesso: 25 de julho de 2013.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1996. 83p.

MENTE, A - Mapa Hidrogeológico do Brasil, DNPM/CPRM, 1983.

MUNSELL COLOR. Soil-Color Charts. Munsell Color Company, 2009 Year Revised.tab.

OLIVEIRA, João B. de. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. Por João Bertoldo de Oliveira, Paulo K.T.Jacomine e Marcelo Nunes Camargo. Jaboticabal, FUNEP, 1992. 201p.

PEDREIRA, B. da C. C. G, Fidalgo E. C. C., Prado, R. B., Fadul M. J. do A. Bastos, E. C., Silva, S. A. da., Zainer, N. G., Peluzo, J. Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra nas Bacias Hidrográficas de Guapi-Macacu e Caceribu – RJ. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Empraba-solos. nº136, 2009.

Plano de Manejo – Área de Proteção Ambiental de Guapimirim.

Plano de Manejo – Área de Proteção Ambiental de Macacu.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CACHOEIRA DE MACACU. Mapa Geral de Cachoeiras de Macacu. CIGEO, 2011.

RAIJ, Bernardo Van; ANDRADE, João Carlos de; CANTARELLA, Heitor; QUAGGIO, José Antônio. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Ed. Instituto Agronômico de Campinas, 2001. 285 p.

RICCOMINI, C – O *rift* continental do sudeste do Brasil. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989; Tese de Doutorado, 256p.

SILVA, C.G. & FERRARI, P.G. – Neotectonismo no litoral nordeste do Estado do Rio de Janeiro. In: SBG, SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 5, Penedo, 1997. Anais 80-82.

SILVA, L.C. & CUNHA, H.C.S – Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro, escala 1:400.000, PLGB - CPRM, Brasília, 2001.

SIMERJ. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.simerj.com>>. Acesso em 31 de julho de 2013.

TRICART, J. – Ecodinâmica. Rio de Janeiro, IBGE – SUPREN, 1977. 97 p. (Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1)

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Second Edition, 1999. Agriculture Handbook Number 436.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Keys to Soil Taxonomy. 10th Edition, 2006.

Anexo 2 – Estudos geotécnicos/boletins de sondagens



Governo do Estado de Rio de Janeiro
Secretaria de Estado do Ambiente – SEA

Contrato nº 014/2011

“Elaboração de Serviços para Adequação do Projeto Básico, Memorial Descritivo do Projeto Revisado, Licenciamento Ambiental e Estudos de Impacto Ambiental, Elaboração de Projeto Executivo, Base Cartográfica, Levantamento Fundiário e Cadastral da Barragem no Rio Guapiaçu, Situado no Município de Cachoeiras de Macacu – RJ”

Relatório RT-0812-0106-0517-001

RELATÓRIO E SERVIÇOS DE GEOTECNIA

MAIO/2013

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO RIO GUAPIAÇU

RELATÓRIO DOS SERVIÇOS DE GEOLOGIA-GEOTECNIA (período de setembro de 2012 a maio de 2013)

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO -----	4
2. PROGRAMAÇÃO DAS SONDAGENS-----	5
3. EXECUÇÃO DAS SONDAGENS A PERCUSSÃO-----	6

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento, denominado **“Relatório dos Serviços de Geologia-Geotecnia”**, apresenta a programação e a execução das sondagens a percussão, no período de setembro a dezembro de 2012, com as respectivas caracterização e diversificação dos solos nas prospecções na área do Barramento e dos Diques 1 a 5, projetados no âmbito do **“Projeto Executivo da Barragem do Rio Guapiaçú”**, conforme contrato N° 014/2011, decorrente do Edital de Tomada de Preço N° 006/2011, Processo n°: E-07/000. 241/2011, da Secretaria de Estado do Ambiente – SEA, Governo do Estado do Rio de Janeiro.

2. PROGRAMAÇÃO DAS SONDAGENS

Foram programadas sondagens a percussão e mistas (rotativa e a percussão) nas áreas do Barramento e dos Diques 1 a 5, conforme apresentadas nas plantas e quadros do ANEXO 1 do presente relatório.

3. EXECUÇÃO DAS SONDAGENS A PERCUSSÃO

No período de setembro de 2012 a maio de 2013 foram executados 28(vinte e oito) furos de Sondagem à Percussão (SPT), na área do Barramento, na margem esquerda do rio Guapiaçú, denominadas de SM's 74, 112, 113, 113A, 114, 115, 116 e 125 e SP's 73, 75, 76, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133 e 134. Os furos foram feitos com circulação de água e protegidos por revestimento de 2 1/2" (NBR- 6484/2001), perfazendo um total de 203,76 (duzentos e três vírgula setenta e seis) metros perfurados.

A extração de amostras procedeu-se com a cravação do mostrador de solos tipo SPT; anotou-se o número de golpes de um peso de 65 kg caindo em queda livre de uma altura de 75 cm, necessários para a penetração de 30 cm de profundidade. Os números obtidos nos fornecem a indicação da consistência ou capacidade de carga do terreno sondado.

A anotação impenetrável à percussão, porventura citada nos perfis, não indica necessariamente que se tenha atingido rocha, mas apenas que foi encontrado um obstáculo não penetrável pela ferramenta normal de sondagem à percussão (lavagem por tempo).

As amostras provenientes das sondagens foram analisadas de forma tátil-visual e descritas em boletins e perfis. Essas sondagens são de simples reconhecimento do subsolo; a interpretação e análise dos dados coletados foram feitas por geólogo-engenheiro projetista.

Os boletins e perfis das sondagens executadas no período citado acima, são apresentados no ANEXO 2, contendo as seguintes informações:

- Número de camadas;
- Índice de resistência à penetração (número de golpes);
- Gráfico de resistência à penetração;
- Classificação do solo de acordo com a nomenclatura ABNT;

- Nível de água do terreno;
- Escala granulométrica.

As Coordenadas foram obtidas da planta de localização das sondagens na área do Barramento, apresentada no ANEXO 1, confirmadas in-loco por GPS.

ANEXO 1

BARRAGEM E DIQUES 1 a 5

PROGRAMAÇÃO DE SONDAGENS (PLANTAS e QUADROS)

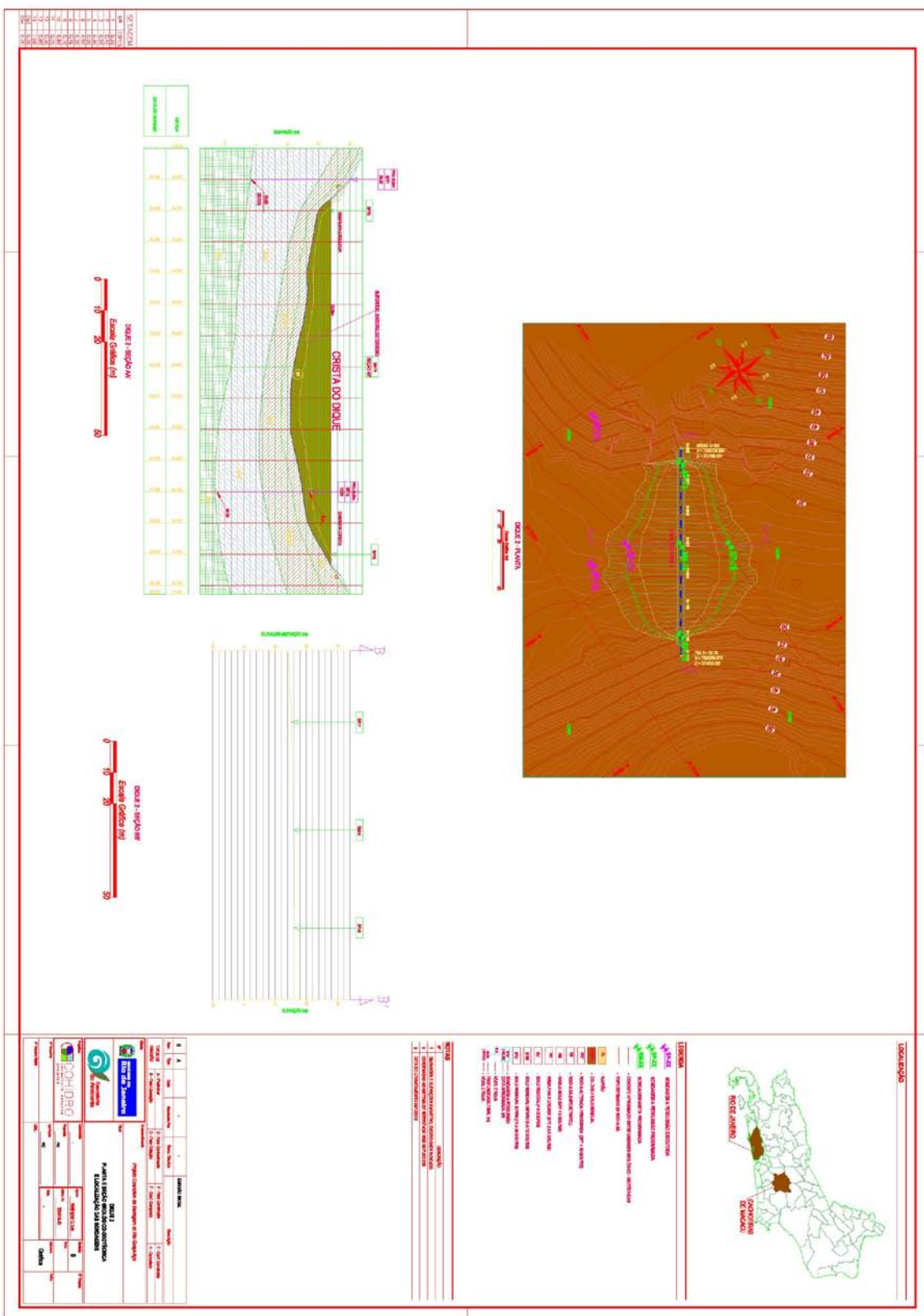
DIQUE-1

QUADRO DE COORDENADAS DAS SONDAGENS - DIQUE 1												
Local	Sondagem (nº)	Coordenadas		Cota aprox. (m)	Profundidade prevista (m)			Ensaio			Critérios de Paralisação	
		Norte (m)	Este (m)		Solo	RAF	Rocha Sã	SPT	INF.	EPA		
OMBREIRA ESQUERDA	SM-84	7.504.565.431	721.451.116	24,00	12,00	16,00	3,00	12	12	-	3,00 EM ROCHA SÃ	
BAIXADA	SM-85	7.504.659.286	721.451.824	9,00	9,00	6,00	3,00	9	9	-	3,00 EM ROCHA SÃ	
BAIXADA	SM-86	7.504.779.924	721.452.858	10,00	10,00	6,00	3,00	10	10	-	3,00 EM ROCHA SÃ	
OMBREIRA DIREITA	SM-87	7.504.879.879	721.453.720	14,00	11,00	12,00	3,00	11	11	-	3,00 EM ROCHA SÃ	
BAIXADA	SP-88	7.504.619.929	721.417.875	9,00	10,00	6,00	-	10	-	-	IMPENETRÁVEL	
BAIXADA	SP-89	7.504.619.929	721.485.988	9,00	10,00	6,00	-	10	10	-	IMPENETRÁVEL	
BAIXADA	SP-90	7.504.717.299	721.418.763	9,00	10,00	6,00	-	10	10	-	IMPENETRÁVEL	
OMBREIRA DIREITA	SP-91	7.504.829.973	721.418.672	11,00	10,00	6,00	-	10	-	-	IMPENETRÁVEL	
OMBREIRA DIREITA	SP-92	7.504.829.658	721.487.510	11,00	10,00	6,00	-	10	10	-	IMPENETRÁVEL	
TOTAIS	-	-	-	-	92,00	70,00	12,00	92	72	-	-	



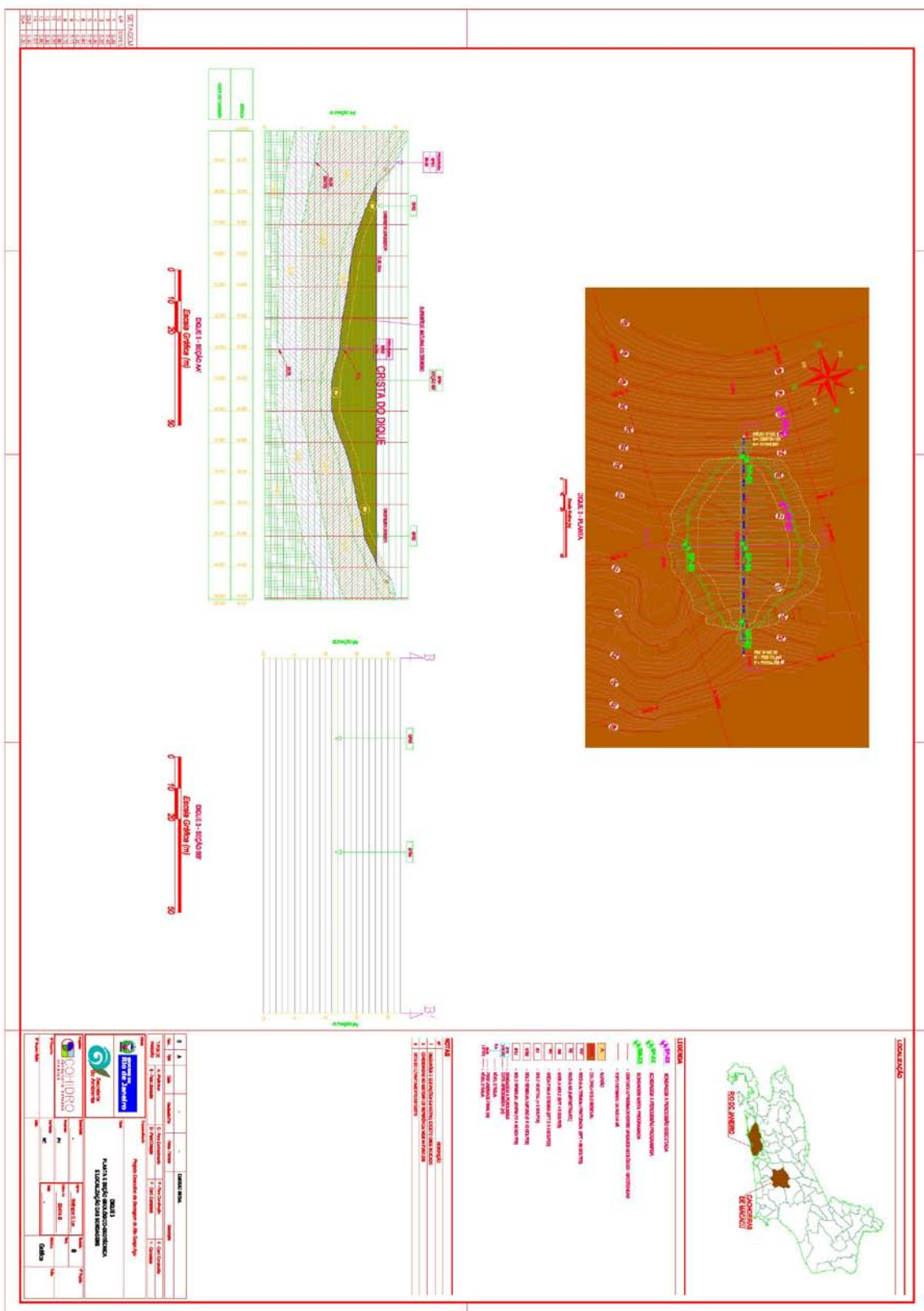
DIQUE-2

QUADRO DE COORDENADAS DAS SONDAGENS - DIQUE 2											
Local	Sondagem (nº)	Coordenadas		Cota aprox. (m)	Profundidade prevista (m)			Ensaio			Critérios de Paralisação
		Norte	Este		Solo	RAF	Rocha Sã	SPT	INF.	EPA	
OMBREIRA ESQUERDA	SP-73	7.505.162.931	721.494.076	23,00	8,00	16,00	-	24	8	-	IMPENETRÁVEL
BAIXADA	SM-74	7.505.205.592	721.523.613	16,00	10,00	10,00	3,00	16	10	-	3,00 EM ROCHA SÃ
OMBREIRA DIREITA	SP-75	7.505.253.533	721.556.447	24,00	10,00	10,00	-	16	10	-	IMPENETRÁVEL
BAIXADA	SP-76	7.505.223.358	721.497.805	16,00	10,00	10,00	-	16	10	-	IMPENETRÁVEL
TOTAIS	-	-	-	-	38,00	46,00	3,00	72	38	-	-



DIQUE-3

QUADRO DE COORDENADAS DAS SONDAGENS - DIQUE 3											
Local	Sondagem (nº)	Coordenadas		Cota aprox. (m)	Profundidade prevista (m)			Ensaio			Critérios de Paralisação
		Norte	Este		Solo	RAF	Rocha Sã	SPT	INF.	EPA	
OMBREIRA ESQUERDA	SP-63	7.506.137.497	721.635.315	24,00	20,00	8,00	-	28	20	-	IMPENETRÁVEL
BAIXADA	SP-64	7.506.154.126	721.581.504	13,00	12,00	8,00	-	20	12	-	IMPENETRÁVEL
OMBREIRA DIREITA	SP-65	7.506.168.299	721.533.828	22,00	12,00	8,00	-	20	12	-	IMPENETRÁVEL
BAIXADA	SP-66	7.506.189.154	721.591.917	13,00	12,00	8,00	-	20	12	-	IMPENETRÁVEL
Total	-	-	-	-	56,00	32,00	-	88	56	-	-



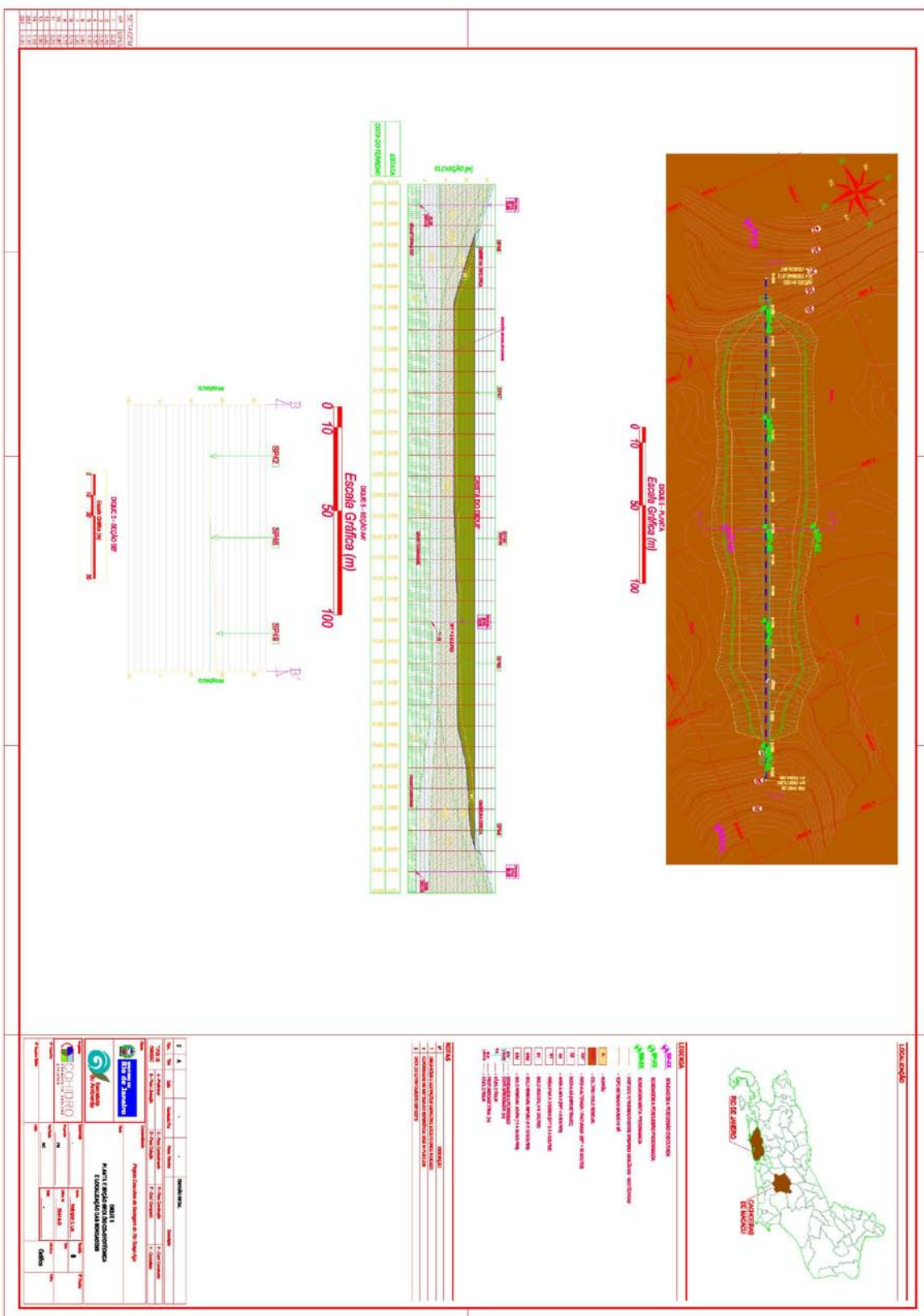
DIQUE-4

QUADRO DE COORDENADAS DAS SONDAGENS - DIQUE 4											
Local	Sondagem (nº)	Coordenadas		Cota aprox. (m)	Profundidade prevista (m)			Ensaio			Critérios de Paralisação
		Norte	Este		Solo	RAF	Rocha Sã	SPT	INF.	EPA	
OMBREIRA DIREITA	SP-53	7.507.920.799	721.708.112	26,00	16,00	12,00	-	28	16	-	IMPENETRÁVEL
BAIXADA	SP-54	7.507.892.164	721.760.859	13,00	8,00	12,00	-	20	8	-	IMPENETRÁVEL
BAIXADA	SP-55	7.507.836.068	721.866.941	16,00	8,00	12,00	-	20	8	-	IMPENETRÁVEL
OMBREIRA ESQUERDA	SP-56	7.507.797.235	721.936.891	23,00	14,00	10,00	-	24	14	-	IMPENETRÁVEL
BAIXADA	SP-57	7.507.897.967	721.830.416	14,00	8,00	12,00	-	20	8	-	IMPENETRÁVEL
BAIXADA	SP-58	7.507.818.941	721.786.955	14,00	8,00	12,00	-	20	8	-	IMPENETRÁVEL
Total	-	-	-	-	62,00	70,00	-	132	62	-	-



DIQUE-5

QUADRO DE COORDENADAS DAS SONDAGENS - DIQUE 5											
Local	Sondagem (nº)	Coordenadas		Cota aprox. (m)	Profundidade prevista (m)			Ensaio			Critérios de Paralisação
		Norte	Este		Solo	RAF	Rocha Sã	SPT	INF.	EPA	
OMBREIRA DIREITA	SP-44	7.508.164.977	720.362.879	25,00	22,00	6,00	-	28	22	-	IMPENETRÁVEL
BAIXADA	SP-45	7.508.131.520	720.435.548	17,00	10,00	2,00	-	12	10	-	IMPENETRÁVEL
BAIXADA	SP-46	7.508.106.329	720.490.005	17,00	8,00	6,00	-	14	8	-	IMPENETRÁVEL
BAIXADA	SP-47	7.508.077.460	720.553.775	15,00	8,00	4,00	-	12	8	-	IMPENETRÁVEL
OMBREIRA ESQUERDA	SP-48	7.508.048.876	720.617.674	24,00	15,00	10,00	-	25	15	-	IMPENETRÁVEL
BAIXADA	SP-49	7.508.078.401	720.477.332	18,00	8,00	4,00	-	12	8	-	IMPENETRÁVEL
Total	-	-	-	-	71,00	32,00	-	103	71	-	-




ANEXO 2

ÁREA DO BARRAMENTO

BOLETINS E PERFIS DAS SONDAJENS A PERCUSSÃO EXECUTADAS

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DA SONDAGEM SP-73



COHIDRO

consultoria estudos projetos

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)

SONDAGEM (Nº): SP-73

OBRA: BARRAGEM DE GUAPI-AÇU				COORDENADAS			COTA: 23,00	INÍCIO: 10/04/13	INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL			SONDADOR: JONAS	
LOCAL: GUAPI-AÇU				N: 7.505.162/ E: 721.494				TÉRMO.: 17/04/13	GEOL/ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO			Folha: 1 / 2	
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRA (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES		
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm			
		TC		0,00	1,00	SECO						0,00 - 4,00 = Argila com silte e pouca areia fina, laranja	
		SP		1,00	1,45		SPT	1	1	2		4,00 - 5,00 = Argila com areia fina a média e grãos de quartzo, marrom avermelhado	
		LV		1,45	2,00								
		SP		2,00	2,45		SPT	1	2	2		5,00 - 7,00 = Argila com areia fina e pouca mica, marrom avermelhado	
		LV		2,45	3,00		INF					7,00 - 10,00 = Areia fina a média com argila e pouca mica, roxo	
		SP		3,00	3,45		SPT	2	2	3		10,00 - 11,00 = Argila com areia fina e mica, marrom avermelhado	
		LV		3,45	4,00							11,00 - 12,00 = Areia média a grossa com grânulos, caulim e mica, marrom alaranjado	
		SP		4,00	4,45		SPT	3	4	5		12,00 - 15,00 = Areia média a grossa com grânulos, caulim, mica e fragmentos de rocha, roxo	
		LV		4,45	5,00		INF						
		SP		5,00	5,45		SPT	3	3	5		15,00 - 15,25 = Areia fina com argila, caulim e mica, marrom alaranjado	
		LV		5,45	6,00							15,25 = Impenetrável (Bloco ou rocha sã)	
		SP		6,00	6,45		SPT	3	4	5			
		LV		6,45	7,00		INF						
		SP		7,00	7,45		SPT	4	4	6		Lavagem por tempo:	
		LV		7,45	8,00							Estágio 1 = 10 min p/ 0,00 cm	
		SP		8,00	8,45		SPT	4	5	6		Estágio 2 = 10 min p/ 0,00 cm	
		LV		8,45	9,00		INF					Estágio 3 = 10 min p/ 0,00 cm	
		SP		9,00	9,45		SPT	5	10	15			
		LV		9,45	10,00							Infiltração:	
		SP		10,00	10,45		SPT	8	11	16		1,00 a 3,00 m	
		LV		10,45	11,00		INF					3,00 a 5,00 m	
		SP		11,00	11,45		SPT	7	10	19		5,00 a 7,00 m	
		LV		11,45	12,00							7,00 a 9,00 m	
		SP		12,00	12,45		SPT	8	11	20		9,00 a 11,00 m	
		LV		12,45	13,00		INF					11,00 a 13,00 m	
		SP		13,00	13,45		SPT	10	16	24		13,00 a 15,25 m	
		LV		13,45	14,00								
		SP		14,00	14,06		SPT	30/06					
		LV		14,06	15,00								
		SP		15,00	15,25		SPT	15	30/10				
*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE		SP - SONDAGEM A PERCUSSÃO		**ENSAIOS	SPT - STANDART PENETRATION TEST			VISTO:		
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM					INF - INFILTRAÇÃO					
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA			APROVADO:		

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº): SP-73	
OBRA: BARRAGEM DE GUAPI-AÇU				COORDENADAS			COTA:	INÍCIO: 10/04/13	INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL		SONDADOR: JONAS
LOCAL: GUAPI-AÇU				N: 7.505.162/ E: 721.494			23,00	TÉRMI.: 17/04/13	GEOL./ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO		Folha: 2 / 2
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRA (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm	
		LT		15,25	15,25	SECO	INF				0,00 - 4,00 = Argila com silte e pouca areia fina, laranja
											4,00 - 5,00 = Argila com areia fina a média e grãos de quartzo, marrom avermelhado
											5,00 - 7,00 = Argila com areia fina e pouca mica, marrom avermelhado
											7,00 - 10,00 = Areia fina a média com argila e pouca mica, roxo
											10,00 - 11,00 = Argila com areia fina e mica, marrom avermelhado
											11,00 - 12,00 = Areia média a grossa com grânulos, caulim e mica, marrom alaranjado
											12,00 - 15,00 = Areia média a grossa com grânulos, caulim, mica e fragmentos de rocha, roxo
											15,00 - 15,25 = Areia fina com argila, caulim e mica, marrom alaranjado
											15,25 = Impenetrável (Bloco ou rocha sã)
											Lavagem por tempo:
											Estágio 1 = 10 min p/ 0,00 cm
											Estágio 2 = 10 min p/ 0,00 cm
											Estágio 3 = 10 min p/ 0,00 cm
											Infiltração:
											1,00 a 3,00 m
											3,00 a 5,00 m
											5,00 a 7,00 m
											7,00 a 9,00 m
											9,00 a 11,00 m
											11,00 a 13,00 m
											13,00 a 15,25 m
*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE				**ENSAIOS	SPT - STANDART PENETRATION TEST			VISTO:
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM		SP - SONDAGEM A PERCUSSÃO			INF - INFILTRAÇÃO			
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA			APROVADO:

PERFIL DA SONDAGEM SP-73

COHIDRO consultoria estudos projetos		PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM									
LOCAL: GUAPI-AÇU		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL				DATA INÍCIO: 10/04/13		Nº SONDAGEM			
OBRA: BARRAGEM DE GUAPI-AÇU		COORDENADAS N: E:				DATA TÉRMINO: 17/04/13		SP-73			
		COTA (m):				CLASSIFICADA POR:				FOLHA: 01 / 01	
Nº DO FURO, MÉTODO DE PERFURAÇÃO E REVESTIMENTO	PROF. E N. A. (m)	ESCALA GRÁFICA (1:100)	OBSERVAÇÕES	S P T Nº GOLPES / 30 cm	LAVAGEM / TEMPO cm/10 min	REDUPE-RAÇÃO %	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA		K eq. (cm/s)	CONDUZIVIDADE	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
							PROF. DO ENSAIO (m)	PERDA D'ÁGUA (l/min. m)			
											Argila com silte e pouca areia fina, laranja
	4.00										Argila com areia fina a média e grãos de quartzo, marrom avermelhado
	5.00										Argila com areia fina e pouca mica, marrom avermelhado
	7.00										Areia fina a média com argila e pouca mica, roxo
	10.00										Argila com areia fina e mica, marrom avermelhado
	11.00										Areia média a grossa com grânulos, caulim e mica, marrom alaranjado
	12.00										Areia média a grossa com grânulos, caulim, mica e fragmentos de rocha, roxo
	15.00										Areia fina com argila, caulim e mica, marrom alaranjado
	15.25		Impenetrável (Bloco ou rocha sã)								

DESENHO Nº			CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA					
Data	Prof. do Furo	SECO	GRAU	DE NOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEAB. EQUIV. (cm/s)	AUTOR/DESENHO	DATA
17/04/13	15,25 m		H1	MUITO BAIXA	Menor que 0,1 l/min m kg/cm²	$K < 10^{-8}$		
			H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-7}$		
			H3	MÉDIA	DE 1,0 a 5,0 l/min m kg/cm²	$10^{-7} < K < 5 \cdot 10^{-7}$		
			H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/min m kg/cm²	$5 \cdot 10^{-7} < K < 10^{-6}$		
			H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/min m kg/cm²	$10^{-6} < K$		

OBSERVAÇÕES:

1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo. * Golpes iniciais

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DA SONDAGEM SP-75


BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº):	SP-75
OBRA: BARRAGEM DE GUAPI-AÇU				COORDENADAS			COTA:	INÍCIO: 30/04/13	INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL	SONDADOR: JONAS	
LOCAL: DIQUE 2				N: / E:				TÉRMO: 03/05/13	GEOL/ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO	Folha: 1 / 2	
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRA (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm	
				0,00	1,00						0,00 - 3,00 = Argila siltosa com areia fina a média, branco
		SP		1,00	1,45		SPT	1	1	1	3,00 - 4,00 = Argila siltosa com areia fina a média, fragmentos de rocha alterados, cinza
		LV		1,45	2,00						
		SP		2,00	2,45		SPT	2	2	2	4,00 - 7,00 = Argila siltosa com areia fina e mica, marrom
		LV		2,45	3,00						7,00 - 8,00 = Argila siltosa com areia fina a média, mica, fragmentos de rocha alterados, marrom
		SP		3,00	3,45		SPT	2	3	3	8,00 - 24,20 = Argila siltosa com areia fina a média, mica, marrom
		LV		3,45	4,00						24,20 = Impenetrável (Bloco ou rocha sã)
		SP		4,00	4,45		SPT	3	3	4	
		LV		4,45	5,00						
		SP		5,00	5,45		SPT	3	4	5	Lavagem por tempo:
		LV		5,45	6,00						Estágio 1 = 10 min p/ 0,00 cm
		SP		6,00	6,45		SPT	3	4	5	Estágio 2 = 10 min p/ 0,00 cm
		LV		6,45	7,00						Estágio 3 = 10 min p/ 0,00 cm
		SP		7,00	7,45		SPT	3	4	6	
		LV		7,45	8,00						
		SP		8,00	8,45		SPT	3	5	7	
		LV		8,45	9,00						
		SP		9,00	9,45		SPT	4	7	9	
		LV		9,45	10,00						
		SP		10,00	10,45		SPT	5	7	11	
		LV		10,45	11,00						
		SP		11,00	11,45		SPT	6	7	10	
		LV		11,45	12,00						
		SP		12,00	12,45		SPT	7	9	11	
		LV		12,45	13,45						
		SP		13,45	14,00		SPT	6	8	10	
		LV		14,00	14,45						
		SP		14,45	15,00		SPT	5	6	11	
		LV		15,00	15,45						
		SP		15,45	16,00		SPT	6	8	10	
*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE					SPT - STANDART PENETRATION TEST			VISTO:
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM		SP - SONDAGEM A PERCUSSÃO			INF - INFILTRAÇÃO			
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA			APROVADO:


[illegible]

COHIDRO consultoria estudos projetos		PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM									
LOCAL: DIQUE 2		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL				DATA INÍCIO: 30/04/13		N° SONDADE			
OBRA: BARRAGEM DE GUAPI-AÇU		COORDENADAS N: _____ E: _____				DATA TÉRMINO: 03/05/13		SP-75			
		COTA (m): _____				CLASSIFICADA POR: _____		FOLHA: 01 / 02			
# DO FURO, MÉTODO DE PERFURAMENTO E REVESTIMENTO	PROF. E N. A. (m)	ESCALA GRÁFICA (1:100)	OBSERVAÇÕES	S P T Nº GOLPES /30 cm	ENSAYO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA	K eq. (cm/s)	I/mín. m	CONDUZIVIDADE	DESCRIÇÃO DO MATERIAL		
LAVAGEM/TEMPO cm/10 min	REQUEBRAÇÃO % 20 40 60 80	PROF. DO ENSAIO (m)	PERDA ESPECÍFICA kg/cm²	MÁX. MED. MIN.	0.1 1.0 10 100	(H)					
3.00		3							Argila siltosa com areia fina a média, branco		
4.00		4							Argila siltosa com areia fina a média, fragmentos de rocha alterados, cinza		
7.00		7							Argila siltosa com areia fina e mica, marrom		
8.00		8							Argila siltosa com areia fina a média, mica, fragmentos de rocha alterados, marrom		
		12									
		15									
		18									
		17									
		20									
		18									
		17									
		16									
		21							Argila siltosa com areia fina a média, mica, marrom		
		20									
		28									
		28/15									
		30/15									
		30/15									
		30/15									
		30/05"									
		30/05"									
24.20		30/05"							Impenetrável (Bloco ou rocha sd)		

DESENHO N°		CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA		AUTOR/DESENHO	DATA
Data	Prof. do Furo	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEAR. EQUIVAL.(cm/s)
	24.20 m	H1	MUITO BAIXA	Menor que 0.1 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-6}$
		H2	BAIXA	DE 0.1 a 1.0 l/min m kg/cm²	$10^{-6} < K < 10^{-4}$
		H3	MÉDIA	DE 1.0 a 5.0 l/min m kg/cm²	$10^{-4} < K < 5.10^{-3}$
		H4	ALTA	DE 5.0 a 10.0 l/min m kg/cm²	$5.10^{-3} < K < 10^{-2}$
		H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10.0 l/min m kg/cm²	$10^{-2} < K$
OBSERVAÇÕES:				VISTO/RESP/CREA	DATA

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DA SONDAGEM SP-76

 BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº):		SP-76	
OBRA: Barragem de Guapiçu				COORDENADAS			COTA:	INÍCIO: 24/04/13		INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: Vertical		SONDADOR: Jonas	
LOCAL: Guapiçu				N: / E:				TÉRMO: 24/04/2013		GÉOL./ENG. RESPONSÁVEL: Newton Carvalho		Folha: 1 / 2	
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRA (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES		
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm			
		TC		0,00	1,00						0,00 - 11,00 = Argila com areia fina, marrom escuro avermelhado		
		SP		1,00	1,45		SPT	1	1	2	11,00 - 14,00 = Areia fina muito argilosa com mica, marrom		
		LV		1,45	2,00						14,00 - 19,00 = Argila siltosa com muita mica e fragmentos alterados de rocha, cor marrom		
		SP		2,00	2,45		SPT	2	2	3	19,00 - 30,70 = Argila com areia muito fina, muita mica e fragmentos de rocha alterada, cinza		
		LV		2,45	3,00		INF				30,70 = Impenetrável (Bloco ou rocha sã)		
3,00		SP		3,00	3,45		SPT	2	2	3			
		LV		3,45	4,00								
		SP		4,00	4,45		SPT	3	4	5			
		LV		4,45	5,00		INF				Lavagem por tempo:		
		SP		5,00	5,45		SPT	4	6	9	Estágio 1 = 10 min p/ 0,00 cm		
		LV		5,45	6,00						Estágio 2 = 10 min p/ 0,00 cm		
		SP		6,00	6,45		SPT	6	9	12	Estágio 3 = 10 min p/ 0,00 cm		
		LV		6,45	7,00		INF						
		SP		7,00	7,45		SPT	6	10	11	Obs: Furo parado por penetração		
		LV		7,45	8,00								
		SP		8,00	8,45		SPT	5	9	12	Infiltração:		
		LV		8,45	9,00		INF				1,00 a 3,00 m		
		SP		9,00	9,45		SPT	6	9	11	27,00 a 29,00 m		
		LV		9,45	10,00						3,00 a 5,00 m		
		SP		10,00	10,45		SPT	4	5	7	5,00 a 7,00 m		
		LV		10,45	11,00		INF				7,00 a 9,00 m		
		SP		11,00	11,45		SPT	5	6	8	9,00 a 11,00 m		
		LV		11,45	12,00						11,00 a 13,00 m		
		SP		12,00	12,45		SPT	4	7	9	13,00 a 15,00 m		
		LV		12,45	13,00		INF				15,00 a 17,00 m		
		SP		13,00	13,45		SPT	5	7	12	17,00 a 19,00 m		
		LV		13,45	14,00						19,00 a 21,00 m		
		SP		14,00	14,45		SPT	4	7	10	21,00 a 23,00 m		
		LV		14,45	15,00		INF				23,00 a 25,00 m		
		SP		15,00	15,45		SPT	5	7	11	25,00 a 27,00 m		
*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE				**ENSAIOS	SPT - STANDART PENETRATION TEST			VISTO:		
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM		SP - SONDAGEM A PERCUSSÃO			INF - INFILTRAÇÃO			APROVADO:		
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO		EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA								



COHIDRO

consultoria estudos projetos

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)

SONDAGEM (Nº): SP-76

OBRA: Barragem de Guapiçu

COORDENADAS

COTA:

INÍCIO: 24/04/13

INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: Vertical

SONDADOR: Jonas

LOCAL: Guapiçu

N: / E:

TÉRMO.: 24/04/2013

GEOL./ENG. RESPONSÁVEL: Newton Carvalho

Folha: 2 / 2

PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRA (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm	
		LV		15,45	16,00						0,00 - 11,00 = Argila com areia fina, marrom escuro avermelhado
		SP		16,00	16,45		SPT	7	10	19	11,00 - 14,00 = Areia fina muito argilosa com mica, marrom
		LV		16,45	17,00		INF				14,00 - 19,00 = Argila siltsosa com muita mica e fragmentos alterados de rocha, cor marrom
		SP		17,00	17,45		SPT	8	11	23	19,00 - 30,70 = Argila com areia muito fina, muita mica e fragmentos de rocha alterada, cinza
		LV		17,45	18,00						30,70 = Impenetrável (Bloco ou rocha sã)
		SP		18,00	18,45		SPT	7	11	18	
		LV		18,45	19,00		INF				
		SP		19,00	19,45		SPT	8	12	21	
		LV		19,45	20,00						Lavagem por tempo:
		SP		20,00	20,08		SPT	30/08			Estágio 1 = 10 min p/ 0,00 cm
		LV		20,08	21,00		INF				Estágio 2 = 10 min p/ 0,00 cm
		SP		21,00	21,07		SPT	30/07			Estágio 3 = 10 min p/ 0,00 cm
		LV		21,07	22,00						
		SP		22,00	22,07		SPT	30/06			Obs: Furo parado por penetração
		LV		22,06	23,00		INF				
		SP		23,00	23,05		SPT	30/05			Infiltração:
		LV		23,05	24,00						1,00 a 3,00 m 27,00 a 29,00 m
		SP		24,00	24,07		SPT	30/07			3,00 a 5,00 m 29,00 a 30,07 m
		LV		24,07	25,00		INF				5,00 a 7,00 m
		SP		25,00	25,05		SPT	30/05			7,00 a 9,00 m
		LV		25,05	26,00						9,00 a 11,00 m
		SP		26,00	26,04		SPT	30/04			11,00 a 13,00 m
		LV		26,04	27,00		INF				13,00 a 15,00 m
		SP		27,00	27,05		SPT	30/05			15,00 a 17,00 m
		LV		27,05	28,00						17,00 a 19,00 m
		SP		28,00	28,05		SPT	30/05			19,00 a 21,00 m
		LV		28,05	29,00		INF				21,00 a 23,00 m
		SP		29,00	29,07		SPT	30/07			23,00 a 25,00 m
		LV		29,07	30,00						25,00 a 27,00 m
		SP		30,00	30,07		INF	30/07			

SR - SONDAGEM ROTATIVA

RD - ROTATIVA DIAMANTE

TE - TRADO ESPIRAL

TC - TRADO CONCHA

SP - SONDAGEM A

LV - LAVAGEM

LT - LAVAGEM POR TEMPO

**ENSAIOS

SPT - STANDART PENETRATION TEST

INF - INFILTRAÇÃO

EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA

VISTO:

APROVADO:

PERFIL DA SONDAGEM-SP 76

COHIDRO consultoria estudos projetos		PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM				
LOCAL: GUAPIAÇU		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL		DATA INÍCIO: 24/04/2013	Nº SONDAGEM	
OBRA: BARRAGEM DO GUAPIAÇU		COORDENADAS N: E:		DATA TÉRMINO: 24/04/2013	SP-76	
		COTA (m):		CLASSIFICADA POR:	FOLHA: 01 / 06	
# DO FURO, MÉTODO DE PERFURAÇÃO E REVESTIMENTO PROF. E N. A. (m) ESCALA GRÁFICA (1:100)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	S.P.T. Nº GOLPES / 30 cm LAVAGEM / TEMPO cm/10 min RECUPERAÇÃO % 20 40 60 80	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA		CONDUZIVIDADE	OBSERVAÇÕES
			PROF. DO ENSAIO (m)	K eq. (cm/s) I/mín. m		
	0,00 - 11,00 = Argila com areia fina, marrom escuro avermelhado					

Continua na próxima página

DESENHO Nº				CONDUZIVIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO		DATA	
Data	Prof. do Furo	Seco	TEMPO	AVANÇO de - a (m)	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEABIL. EQUIV. (cm/s)			
24/04/2013	30,07				H1	MUITO BAIXA	menor que 0,1 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-9}$			
			10 min	0 cm	H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-7}$			
			10 min	0 cm	H3	MÉDIA	DE 1,0 a 5,0 l/min m kg/cm²	$10^{-7} < K < 5.10^{-7}$			
			10 min	0 cm	H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/min m kg/cm²	$5.10^{-7} < K < 10^{-6}$			
			10 min	0 cm	H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/min m kg/cm²	$10^{-6} < K$			

OBSERVAÇÕES:

1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo. * Golpes Iniciais

COHIDRO consultoria estudos projetos		PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM				
LOCAL: GUAPIAÇU		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL		DATA INÍCIO: 24/04/2013	Nº SONDAGEM	
OBRA: BARRAGEM DO GUAPIAÇU		COORDENADAS N: E:		DATA TÉRMINO: 24/04/2013	SP-76	
		COTA (m):		CLASSIFICADA POR:	FOLHA: 02 / 06	
# DO FURO, MÉTODO DE PERFURAÇÃO E REVESTIMENTO PROF. E N. A. (m) ESCALA GRÁFICA (1:100)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	S.P.T. Nº GOLPES / 30 cm LAVAGEM / TEMPO cm/10 min RECUPERAÇÃO % 20 40 60 80	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA		CONDUZIVIDADE	OBSERVAÇÕES
			PROF. DO ENSAIO (m)	K eq. (cm/s) I/mín. m		
	0,00 - 11,00 = Argila com areia fina, marrom escuro avermelhado					
	11,00 - 14,00 = Areia fina muito argilosa com mica, marrom					

Continua na próxima página

DESENHO Nº				CONDUZIVIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO		DATA	
Data	Prof. do Furo	Seco	TEMPO	AVANÇO de - a (m)	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEABIL. EQUIV. (cm/s)			
24/04/2013	30,07				H1	MUITO BAIXA	menor que 0,1 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-9}$			
			10 min	0 cm	H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-7}$			
			10 min	0 cm	H3	MÉDIA	DE 1,0 a 5,0 l/min m kg/cm²	$10^{-7} < K < 5.10^{-7}$			
			10 min	0 cm	H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/min m kg/cm²	$5.10^{-7} < K < 10^{-6}$			
			10 min	0 cm	H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/min m kg/cm²	$10^{-6} < K$			

OBSERVAÇÕES:

1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo. * Golpes Iniciais

COHIDRO consultoria estudos projetos		PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM									
LOCAL: GUAPIAÇU		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL				DATA INÍCIO: 24/04/2013		Nº SONDAGEM			
OBRA: BARRAGEM DO GUAPIAÇU		COORDENADAS N: E:				DATA TÉRMINO: 24/04/2013		SP-76			
		COTA (m):				CLASSIFICADA POR:		FOLHA: 03 / 06			
S P T Nº GOLPES /30 cm	ENSAYO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA	K eq. (cm/s)	I/mh. m	CONDUZIBILIDADE	OBSERVAÇÕES	DESCRIÇÃO DO MATERIAL		S P T Nº GOLPES /30 cm		ENSAYO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA	
						LAJAGEM/ TEMPO cm/10 min	RECUPERAÇÃO % 30 40 60 80	LAJAGEM/ TEMPO cm/10 min	RECUPERAÇÃO % 30 40 60 80		
						11,00 - 14,00 = Areia fina muito argilosa com mica, marrom					
						14,00 - 19,00 = Argila siltosa com muita mica e fragmentos alterados de rocha, cor marrom					

Continua na próxima página

DESENHO Nº		CONDUZIBILIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO		DATA	
Data	Prof. do Furo	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEABIL. EQUIV.(cm/s)				
24/04/2013	30,07								
		H1	MUITO BAIXA	MEIOR QUE 0.1 l/min m kg/cm²	$K < 10^{-10}$				
		H2	BAIXA	DE 0.1 a 1.0 l/min m kg/cm²	$10^{-10} < K < 10^{-9}$				
		H3	MÉDIA	DE 1.0 a 5.0 l/min m kg/cm²	$10^{-9} < K < 5.10^{-9}$				
		H4	ALTA	DE 5.0 a 10.0 l/min m kg/cm²	$5.10^{-9} < K < 10^{-8}$				
		H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10.0 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K$				

OBSERVAÇÕES:

1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo. * Golpes iniciais

COHIDRO consultoria estudos projetos		PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM									
LOCAL: GUAPIAÇU		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL				DATA INÍCIO: 24/04/2013		Nº SONDAGEM			
OBRA: BARRAGEM DO GUAPIAÇU		COORDENADAS N: E:				DATA TÉRMINO: 24/04/2013		SP-76			
		COTA (m):				CLASSIFICADA POR:		FOLHA: 04 / 06			
S P T Nº GOLPES /30 cm	ENSAYO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA	K eq. (cm/s)	I/mh. m	CONDUZIBILIDADE	OBSERVAÇÕES	DESCRIÇÃO DO MATERIAL		S P T Nº GOLPES /30 cm		ENSAYO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA	
						LAJAGEM/ TEMPO cm/10 min	RECUPERAÇÃO % 30 40 60 80	LAJAGEM/ TEMPO cm/10 min	RECUPERAÇÃO % 30 40 60 80		
						14,00 - 19,00 = Argila siltosa com muita mica e fragmentos alterados de rocha, cor marrom					
						19,00 - 30,70 = Argila com areia muito fina, muita mica e fragmentos de rocha alterada, cinza					

Continua na próxima página

DESENHO Nº		CONDUZIBILIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO		DATA	
Data	Prof. do Furo	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEABIL. EQUIV.(cm/s)				
24/04/2013	30,07								
		H1	MUITO BAIXA	MEIOR QUE 0.1 l/min m kg/cm²	$K < 10^{-10}$				
		H2	BAIXA	DE 0.1 a 1.0 l/min m kg/cm²	$10^{-10} < K < 10^{-9}$				
		H3	MÉDIA	DE 1.0 a 5.0 l/min m kg/cm²	$10^{-9} < K < 5.10^{-9}$				
		H4	ALTA	DE 5.0 a 10.0 l/min m kg/cm²	$5.10^{-9} < K < 10^{-8}$				
		H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10.0 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K$				

OBSERVAÇÕES:

1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo. * Golpes iniciais

[illegible]

[illegible]

PERFIL DA SONDAGEM SP-117

COHIDRO consultoria estudos projetos			PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM									
LOCAL: GUAPI-AÇU			INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL				DATA INÍCIO: 22/02/13				Nº SONDAGEM	
OBRA: BARRAGEM GUAPI-AÇU			COORDENADAS N: 7503880 E: 721857				DATA TÉRMINO: 22/02/13				SP-117	
			COTA (m):				CLASSIFICADA POR:				FOLHA: _1_/_1_	
Nº DO FURO, METRO DE PROFUNDIDADE E REVESTIMENTO	PROF. E N. A. (m)	ESCALA GRÁFICA (1:100)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	S P T Nº GOLPES /30 cm	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA	CONDUZIVIDADE	OBSERVAÇÕES					
	1,45			2			0,00 - 4,00 = Argila com mica e matéria orgânica, preta					
	2,45			0/15								
	3,45			1/30								
	4,45			1/25								
	5,45			13			4,00 - 6,00 = Argila com areia fina e muita mica, cinza escuro					
	6,45			44								
	7,45			55			6,00 - 8,00 = Areia grossa com argila, mica e seixo rolado, cinza escuro					
	8,00			10/0'								
8,00 = Impenetrável (Bloco ou rocha sã)												
DESENHO Nº			CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO DATA					
Data	Prof. do Furo	SECO	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEAB. EQUIVAL.(cm/s)	AUTOR/PROJETO DATA					
22/02/13	8,00m		H1	MUITO BAIXA	Menor que 0.1 l/min m kg/cm²	$K < 10^{-8}$	VISTO/RESP/CREA DATA					
			H2	BAIXA	DE 0.1 a 1.0 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-7}$						
			H3	MEDIA	DE 1.0 a 5.0 l/min m kg/cm²	$10^{-7} < K < 5.10^{-6}$						
			H4	ALTA	DE 5.0 a 10.0 l/min m kg/cm²	$5.10^{-6} < K < 10^{-5}$						
			H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10.0 l/min m kg/cm²	$10^{-5} < K$						
OBSERVAÇÕES:												
1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo.												
* Golpes iniciais												

[illegible]

PERFIL DA SONDAGEM SP-118

COHIDRO consultoria estudos projetos		PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM																																																																																													
LOCAL: BACIA GUAPI-AÇU		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL				DATA INÍCIO: 25/02/13		Nº SONDAGEM																																																																																							
OBRA: BARRAGEM GUAPI-AÇU		COORDENADAS N: 7503851 E: 721911				DATA TÉRMINO: 25/02/13		SP-118																																																																																							
COTA (m):						CLASSIFICADA POR:		FOLHA: 1/1																																																																																							
SPT Nº GOLPES /30 cm	PROF. E N. A. (m)	ESCALA GRÁFICA (1:1000)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	SPT Nº GOLPES /30 cm	PROF. DO ENSAM (m)	ENSAM DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA		CONDUTIVIDADE	OBSERVAÇÕES																																																																																						
						PERDA D'ÁGUA K eq. (cm/s)	PERDA D'ÁGUA l/mín. m																																																																																								
	1.45								0,00 - 3,00 = Argila silteosa com mica, cinza																																																																																						
	2.45																																																																																														
	3.45								3,00 - 5,00 = Argila com mica, cinza escuro																																																																																						
	4.45		NA (4,85m)																																																																																												
	5.45								5,00 - 7,00 = Areia média com argila e mica, cinza escuro																																																																																						
	6.45																																																																																														
	7.45								7,00 - 8,00 = Areia grossa com argila e mica, cinza escuro																																																																																						
	8.45								8,00 - 10,21 = Areia fina com muita argila, cinza escuro																																																																																						
	9.40								10,21 = impenetrável (Bloco ou rocha sã)																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">DESENHO Nº</th> <th colspan="4">CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA</th> <th colspan="2">AUTOR/DESENHO</th> <th colspan="2">DATA</th> </tr> <tr> <th>Data</th> <th>Prof. do Furo</th> <th>10 min</th> <th>TEMPO</th> <th>AVANÇO de 0 (m)</th> <th>GRAU</th> <th>DESCRIÇÃO</th> <th>PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA</th> <th>PERMEABIL. EQUIV. (cm/s)</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25/02/13</td> <td>10,21 m</td> <td>10 min</td> <td></td> <td></td> <td>H1</td> <td>MUITO BAIXA</td> <td>MAIOR QUE 0,1 l/mín m kg/cm²</td> <td>$K < 10^{-8}$</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H2</td> <td>BAIXA</td> <td>DE 0,1 a 1,0 l/mín m kg/cm²</td> <td>$10^{-8} < K < 10^{-7}$</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H3</td> <td>MÉDIA</td> <td>DE 1,0 a 5,0 l/mín m kg/cm²</td> <td>$10^{-7} < K < 5 \cdot 10^{-6}$</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H4</td> <td>ALTA</td> <td>DE 5,0 a 10,0 l/mín m kg/cm²</td> <td>$5 \cdot 10^{-6} < K < 10^{-5}$</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H5</td> <td>MUITO ALTA</td> <td>MAIOR QUE 10,0 l/mín m kg/cm²</td> <td>$10^{-5} < K$</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>												DESENHO Nº				CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO		DATA		Data	Prof. do Furo	10 min	TEMPO	AVANÇO de 0 (m)	GRAU	DESCRIÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEABIL. EQUIV. (cm/s)				25/02/13	10,21 m	10 min			H1	MUITO BAIXA	MAIOR QUE 0,1 l/mín m kg/cm²	$K < 10^{-8}$									H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/mín m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-7}$									H3	MÉDIA	DE 1,0 a 5,0 l/mín m kg/cm²	$10^{-7} < K < 5 \cdot 10^{-6}$									H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/mín m kg/cm²	$5 \cdot 10^{-6} < K < 10^{-5}$									H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/mín m kg/cm²	$10^{-5} < K$			
DESENHO Nº				CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO		DATA																																																																																					
Data	Prof. do Furo	10 min	TEMPO	AVANÇO de 0 (m)	GRAU	DESCRIÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEABIL. EQUIV. (cm/s)																																																																																							
25/02/13	10,21 m	10 min			H1	MUITO BAIXA	MAIOR QUE 0,1 l/mín m kg/cm²	$K < 10^{-8}$																																																																																							
					H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/mín m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-7}$																																																																																							
					H3	MÉDIA	DE 1,0 a 5,0 l/mín m kg/cm²	$10^{-7} < K < 5 \cdot 10^{-6}$																																																																																							
					H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/mín m kg/cm²	$5 \cdot 10^{-6} < K < 10^{-5}$																																																																																							
					H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/mín m kg/cm²	$10^{-5} < K$																																																																																							
OBSERVAÇÕES:																																																																																															
1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo. * Golpes iniciais																																																																																															

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DA SONDAGEM SP-119

COHIDRO
consultoria estudos projetos

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)

SONDAGEM
(Nº): SP-119

OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU			COORDENADAS			COTA:	INÍCIO: 04/12/2012	INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL			SONDADOR: JESIEL DUARTE		
LOCAL: GUAPI-AÇU			N: 7.503805 / E: 723.995			8,00m	TÉRMINO: 05/12/2012	GEOLOGO RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO			Folha: 1 / 1		


PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRA (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm	
	04/12/2012	TE		0,00	1,00	6,00					0,00 - 2,00 = Argila e silte, cor marrom
1,00		SP		1,00	1,45		SPT	1	1	2	2,00 - 5,00 = Argila orgânica com silte e mica, cor marrom escuro
		LV		1,45	2,00						5,00 - 4,00 = Areia média com mica, cor marrom
2,00		SP		2,00	2,45		SPT	1	1	1	4,00 - 6,00 = Areia média a grossa pouco argilosa com mica, cor marrom, com pequenos seixos de quartzo angulosos
		LV		2,45	3,00						6,00 - 9,00 = Argila e areia fina com caulinita e mica, cor cinza esverdeado
3,00		SP		3,00	3,45		SPT	1	2	2	9,00 - 10,00 = Areia fina com argila e caulinita, cor cinza
		LV		3,45	4,00						10,00 - 12,00 = Areia fina com argila, caulinita e mica, cor cinza esverdeado
4,00		SP		4,00	4,45		SPT	2	3	4	
		LV		4,45	5,00						12,00 - 13,52 = Argila com areia fina e mica, cinza escuro esverdeado
		SP		5,00	5,45		SPT	4	4	5	13,52 = Impenetrável (Bloco ou Rocha sã)
		LV		5,45	6,00		INF				Lavagem por tempo:
		SP		6,00	6,45		SPT	4	1	2	Estágio 1 = 10 min p/ 2,00 cm
		LV		6,45	7,00						Estágio 2 = 10 min p/ 0,00 cm
		SP		7,00	7,45		SPT	2	3	4	Estágio 3 = 10 min p/ 0,00 cm
		LV		7,45	8,00						Infiltração:
		SP		8,00	8,45		SPT	3	6	6	2,50 a 5,50 m
		LV		8,45	9,00		INF				5,50 a 8,50 m
		SP		9,00	9,45		SPT	3	4	5	8,50 a 13,50 m
		LV		9,45	10,00						
		SP		10,00	10,45		SPT	4	5	7	
		LV		10,45	11,00						
		SP		11,00	11,45		SPT	4	8	17	
		LV		11,45	12,00						
		SP		12,00	12,35		SPT	26	28	30/5	
		LV		12,35	13,00						
		SP		13,00	13,05		SPT	30/5			
	04/12/2012	LV		13,05	13,50	6,00	INF				
				13,50	13,52		LT				

MÉTODOS DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA	RD - ROTATIVA DIAMANTE	TUBULOS	SPT - STANDARD PENETRATION TEST	VISTO:
	TE - TRADO ESPIRAL	LV - LAVAGEM		INF - INFILTRAÇÃO	
	TC - TRADO CONCHA	LT - LAVAGEM POR TEMPO		EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA	
				APROVADO:	

PERFIL DA SONDAGEM SP-119

COHIDRO consultoria estudos projetos			PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM									
LOCAL: GUAPI-AÇU			INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL				DATA INÍCIO: 04/12/2012		N° SONDAGEM			
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU			COORDENADAS N: 7503805 E: 721995				DATA TÉRMINO: 05/12/2012		SP-119			
			COTA (m): 8,00				CLASSIFICADA POR:		FOLHA: _1_/_1_			
N° DO FURO USADO DE PERFURAÇÃO E REVESTIMENTO	PROF. E N. A. (m)	ESCALA GRÁFICA (1:100)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	S P T N° GOLPES /30 cm 10 20 30 40 LAVAGEM/ TEMPO cm/10 min RECUPERAÇÃO % 20/40/60/80	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA			CONDUZIVIDADE (1)	OBSERVAÇÕES			
					PROF. DO ENSAIO (m)	PERDA D'ÁGUA LITROS/min K eq. (cm/s)	1/min. m					
	1,45								0,10 - 2,00 = Argila e silte, cor marrom			
	2,45								2,00 - 3,00 = Argila argênica com silte e mica, cor marrom escuro			
	3,45								3,00 - 4,00 = Areia média com mica, cor marrom			
	4,45								4,00 - 6,00 = Areia média a grossa pouca argilosa com mica, cor marrom, com pequenos seixos de quartzo angulosos			
	5,45											
	5,45		NA (8,00)						6,00 - 9,00 = Argila e areia fina com caulinita e mica, cor cinza esverdeado			
	7,45											
	8,45											
	9,45								9,00 - 10,00 = Areia fina com argila e caulinita, cor cinza			
	10,45								10,00 - 12,00 = Areia fina com argila, caulinita e mica, cor cinza esverdeado			
	11,45											
	12,35											
	13,05								12,00 - 13,52 = Argila com areia fina e mica, cinza escuro esverdeado			
									13,52 = Impenetrável (Bloco ou rocha sd)			
Leituras do nível d'água			DESENHO N°		CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO DATA			
Data	Prof. do Furo	Nível d'água			GRAU	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEAB. EQUIVAL.(cm/s)					
04/12/2012	13,05	6,00			H1	MUITO BAIXA	MEIOR QUE 0,1 l/min m kg/cm²	$10^{-6} < K < 10^{-5}$	AUTOR/PROJETO DATA			
					H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/min m kg/cm²	$10^{-5} < K < 10^{-4}$				
					H3	MÉDIA	DE 1,0 a 5,0 l/min m kg/cm²	$10^{-4} < K < 5.10^{-4}$				
					H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/min m kg/cm²	$5.10^{-4} < K < 10^{-3}$				
					H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/min m kg/cm²	$10^{-3} < K$	VISTO/RESP/CREA DATA			
OBSERVAÇÕES:												
1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo.												
*Baldes litados												

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DA SONDAGEM SP-120



COHIDRO

consultoria estudos projetos

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)

SONDAGEM (Nº):

SP-120

OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AQU

LOCAL: GUAPI-AQU

COORDENADAS

N: 7.503.797 / L: 722.074

COTA: 8,00m

INÍCIO: 30/11/2012

INCUNIAÇÃO/DIREÇÃO:

SONDADOR: JESIEL DUARTE

TÉRMO: 04/12/2012

GÊL/JENS. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO

Folha: 1 / 2

PROF. REVESTIMENTO (m)	DO/MM/AA	*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRAS (m)		PROF. N.A (m)	** ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm	
1,00	30/11/2012	TE		0,00	1,00	6,50					0,00 - 4,00 = Argila siltosa de cor marrom claro com manchas laranja e raízes
		SP		1,00	1,45		SPT	1/30	1		4,00 - 5,00 = Argila com areia fina a cor cinza esverdeado
2,00		LV		1,45	2,00						5,00 - 6,00 = Argila com areia fina a média, cor cinza esverdeado
		SP		2,00	2,45		SPT	1/25	1/20		6,00 - 8,00 = Areia média com seixos de quartzo e feldspato angulosos de até 3 mm
3,00		LV		2,45	3,00						8,00 - 12,00 = Areia fina pouco argilosa com caulinita e pouca mica, cor cinza
		SP		3,00	3,45		SPT	1	1	1	12,00 - 17,82 = Areia fina com argila e muita mica, cor cinza escuro esverdeado
4,00		LV		3,45	4,00						17,82 = Impenetrável (Bloco ou rocha sã)
		SP		4,00	4,45		SPT	1	1	2	
		LV		4,45	5,00		INF				Lavagem por tempo:
		SP		5,00	5,45		SPT	2	2	3	Estágio 1 = 10 min p/ 1,00 um
		LV		5,45	6,00						Estágio 2 = 10 min p/ 0,00 um
		SP		6,00	6,45		SPT	2	2	8	Estágio 3 = 10 min p/ 0,00 um
		LV		6,45	7,00						
		SP		7,00	7,45		SPT	3	6	10	Infiltração:
		LV		7,45	8,00		INF				2,00 a 5,00 m
		SP		8,00	8,45		SPT	1	2	2	5,00 a 8,00 m
		LV		8,45	9,00						8,00 a 11,00 m
		SP		9,00	9,45		SPT	2	2	4	11,00 a 14,00 m
		LV		9,45	10,00						14,00 a 17,82 m
		SP		10,00	10,45		SPT	6	10	13	
		LV		10,45	11,00		INF				
		SP		11,00	11,45		SPT	10	14	21	
		LV		11,45	12,00						
		SP		12,00	12,27		SPT	26	30/5		
		LV		12,27	13,00						
		SP		13,00	13,20		SPT	28	30/5		
		LV		13,20	14,00		INF				
		SP		14,00	14,17		SPT	27	30/2		
		LV		14,17	15,00						
		SP		15,00	15,15		SPT	30			

MÉTODOS DE PERFURAÇÃO

SR - SONDAGEM ROTATIVA

TE - TRADO ESPIRAL

TC - TRADO CONCHA

RD - ROTATIVA DIAMANTE

LV - LAVAGEM

LT - LAVAGEM POR TEMPO

** ENSAIOS

SPT - STANDARD PENETRATION TEST

INF - INFILTRAÇÃO

EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA

VISTO:

APROVADO:

[illegible]

PERFIL DA SONDAGEM SP-120

COHIDRO consultoria estudos projetos			PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM									
LOCAL: GUAPI-AÇU			INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL				DATA INÍCIO: 30/11/2012		Nº SONDAGEM			
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU			COORDENADAS N: 7503797 E: 722074				DATA TÉRMINO: 04/12/2012		SP-120			
			COTA (m): 8,00				CLASSIFICADA POR:		FOLHA: 1/1			
Nº DO FURO, MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO E REVESTIMENTO	ESCALA GRAFICA (1:100)	PROF. E N. A. (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	S P T Nº GOLPES /30 cm 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940, 950, 960, 970, 980, 990, 1000	ENSAYO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA		CONDUZIVIDADE		OBSERVAÇÕES			
					PROF. DO ENSAYO (m)	PERDA D'ÁGUA (cm/s)	PERDA D'ÁGUA (cm/s)	PERDA D'ÁGUA (cm/s)				
		1,45	1/18							0,00 - 4,00 = Argila silteosa de cor marrom claro com manchas laranja e raízes		
		2,45	1/20									
		3,45	2									
		4,45	3							4,00 - 5,00 = Argila com areia fina cor cinza esverdeado		
		5,45	5							5,00 - 6,00 = Argila com areia fina a média, cor cinza esverdeado		
		6,45	10							6,00 - 8,00 = Areia média com seixos de quartzo e feldspato angulosos de até 3 cm de diâmetro, cor laranja		
		7,45	18									
		8,45	25									
		9,45	35							8,00 - 12,00 = Areia fina pouco argilosa com caulinita e pouca mica, cor cinza esverdeado		
		10,45	45									
		11,45	55									
		12,27	60/5									
		13,20	30/5									
		14,17	30/2							12,00 - 17,83 = Areia fina com argila e muita mica, cor cinza esverdeado		
		15,15	30*									
		16,12	30/15*									
		17,10	30/15*									
17,83 - Impenetrável (Bloco ou rocha s8)												
Leituras do nível d'água			DESENHO Nº		CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO			
Data	Prof. do Furo	Nível d'água	TEMPO	AVANÇO de 10 (m)	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEABIL. EQUIVAL. (cm/s)	AUTOR/PROJETO	DATA		
30/11/2012	17,10	6,50	10 min	1 cm	H1	MUITO BAIXA	MAIOR QUE 0,1 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-6}$				
			10 min	0 cm	H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/min m kg/cm²	$10^{-6} < K < 10^{-4}$				
			10 min	0 cm	H3	MÉDIA	DE 1,0 a 5,0 l/min m kg/cm²	$10^{-4} < K < 5.10^{-3}$				
			10 min	0 cm	H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/min m kg/cm²	$5.10^{-3} < K < 10^{-2}$				
			10 min	0 cm	H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/min m kg/cm²	$10^{-2} < K$	VISTO/RESP/CREA	DATA		
OBSERVAÇÕES:												
1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo.												

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DA SONDAGEM SP-121

COHIDRO consultoria estudos projetos		BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº): SP-121	
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU				COORDENADAS				COTA:	INÍCIO: 21/11/2012	INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL		SONDADOR: JESIEL DUARTE	
LOCAL: GUAPI-AÇU				N: 7503789 / E: 722.158				9,00m	TÉRMINO: 23/11/2012	GEOLOGO/ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO		Folha: 1 / 2	
PROF. REVESTIMENTO (m)	DI/MI/AA	MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRA (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES		
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm			
	21/11/13	SP		0,00	1,00	6,80	SPT	1/30	1/20		0,00 - 3,00 = Argila com pouco silte, cor marrom e manchas de cor laranja.		
1,00		LV		1,00	1,50						3,00 - 4,00 = Argila orgânica de cor cinza		
		SP		1,50	2,00						4,00 - 6,00 = Argila com silte de cor cinza a preta		
2,00		LV		2,00	2,45		SPT	1/30	1		6,00 - 7,00 = Argila com pouca areia fina de cor cinza esverdeado		
		LV		2,45	3,00						7,00 - 9,00 = Areia média a grossa adrençada com seixos de quartzo entre 0,5 e 3 cm de diâmetro tanto angulosos quanto arredondados		
3,00		SP		3,00	3,45		SPT	P/45			9,00 - 12,00 = Argila com silte mica de cor cinza esverdeado		
		LV		3,45	4,00						12,00 - 19,00 = Areia fina a média com argila e mica de cor cinza esverdeado		
4,00		SP		4,00	4,45		SPT	1/30	1		19,00 - 20,00 = Areia média com argila e pouca mica de cor cinza esverdeado		
		LV		4,45	5,00		INF				20,00 - 25,00 = Areia fina a média com argila de cor cinza escuro esverdeado		
		SP		5,00	5,45		SPT	P/45			25,00 - 26,88 = Areia fina a média com argila, mica e conureções de ferro, cor cinza escura		
		LV		5,45	6,00						26,88 = Impenetrável (Bloco ou rocha sã)		
		SP		6,00	6,45		SPT	1	2	2	Lavagem por tempo:		
		LV		6,45	7,00						Estágio 1 = 10 min p/ 1,00 um		
		SP		7,00	7,45		SPT	6	7	19	Estágio 2 = 10 min p/ 0,00 um		
		LV		7,45	8,00		INF				Estágio 3 = 10 min p/ 0,00 cm		
		SP		8,00	8,45		SPT	7	5	14	Infiltração:		
		LV		8,45	9,00						2,00 a 5,00 m 17,00 a 20,00 m		
		SP		9,00	9,45		SPT	6	7	8	5,00 a 8,00 m 20,00 a 25,00 m		
		LV		9,45	10,00						8,00 a 11,00 m 23,00 a 26,90 m		
		SP		10,00	10,45		SPT	5	8	9	11,00 a 14,00 m		
		LV		10,45	11,00		INF				14,00 a 17,00 m		
		SP		11,00	11,45		SPT	8	8	8			
		LV		11,45	12,00								
		SP		12,00	12,45		SPT	5	7	8			
		LV		12,45	13,00								
		SP		13,00	13,45		SPT	7	8	8			
		LV		13,45	14,00		INF						
		SP		14,00	14,45		SPT	6	9	25			
		LV		14,45	15,00								
		SP		15,00	15,45		SPT	5	7	10			
MÉTODO DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE				SONDAGEM	SPT - STANDARD PENETRATION TEST			VISTO:		
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM					INF - INFILTRAÇÃO					
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA			APROVADO:		

COHIDRO consultoria estudos projetos										BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº): SP-223							
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU										COORDENADAS N: 7503788 / E: 722358										COTA: 9,00m		INÍCIO: 21/11/2012		INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL		SONDADOR: JESIEL DUARTE	
LOCAL: GUAPI-AÇU																				TÉRMINO: 23/11/2012		GEOLOGO/ENGENHEIRO RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO		Folha: 2 / 2			
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRAS (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES																
				DE	A			35 cm	35 cm	35 cm																	
	21/11/13	LV		15,45	16,00	6,80					0,00 - 3,00 = Argila com pouco silte, cor marrom e manchas de cor laranja.																
		SP		16,00	16,45		SPT	6	6	9																	
		LV		16,45	17,00		INF				3,00 - 4,00 = Argila orgânica de cor cinza																
		SP		17,00	17,45		SPT	5	7	10	4,00 - 6,00 = Argila com silte de cor cinza a preta																
		LV		17,45	18,00						6,00 - 7,00 = Argila com pouca areia fina de cor cinza esverdeado.																
		SP		18,00	18,45		SPT	8	10	18	7,00 - 9,00 = Areia média a grossa acinzentada com seixos de quartzo entre 0,5 e 2 cm de diâmetro tanto angulosos quanto arredondados																
		LV		18,45	19,00						9,00 - 12,00 = Argila com silte mica de cor cinza esverdeado																
		SP		19,00	19,25		SPT	17	30/10		12,00 - 19,00 = Areia fina a média com argila e mica de cor cinza esverdeada																
		LV		19,25	20,00		INF																				
		SP		20,00	20,15		SPT	30			19,00 - 20,00 = Areia média com argila e pouca mica de cor cinza esverdeado																
		LV		20,15	21,00																						
		SP		21,00	21,30		SPT	14	30		20,00 - 25,00 = Areia fina a média com argila de cor cinza escuro esverdeado																
		LV		21,30	22,00																						
		SP		22,00	22,45		SPT	10	14	18	25,00 - 26,08 = Areia fina a média com argila, mica e concreções de ferro, cor cinza escuro																
		LV		22,45	23,00		INF																				
		SP		23,00	23,45		SPT	8	12	16	26,08 = Impenetrável (Bloco ou rocha s3)																
		LV		23,45	24,00																						
		SP		24,00	24,34		SPT	9	11	15																	
		LV		24,35	25,00						Lavagem por tempo:																
		SP		25,00	25,10		SPT	30/10			Estrágio 1 = 10 min p/ 1,00 cm																
		LV		25,10	26,00						Estrágio 2 = 10 min p/ 0,00 cm																
		SP		26,00	26,08		SPT	30/8			Estrágio 3 = 10 min p/ 0,00 cm																
		LV		26,08	26,88																						
		LT		26,88	26,90		INT				Infiltração:																
											2,00 a 5,00 m 17,00 a 20,00 m																
											5,00 a 8,00 m 20,00 a 23,00 m																
											8,00 a 11,00 m 23,00 a 26,90 m																
											11,00 a 14,00 m																
											14,00 a 17,00 m																
MÉTODO DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE				**ENSAIOS	SPT - STANDARD PENETRATION TEST					VISTO:														
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM					INF - INFILTRAÇÃO																			
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA					APROVADO:														

PERFIL DA SONDAGEM SP-121

COHIDRO consultoria estudos projetos		PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM										
LOCAL: GUAPI-AÇU		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL		DATA INÍCIO: 21/11/2012		Nº SONDAGEM						
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU		COORDENADAS N: 7503789 E: 722158		DATA TÉRMINO: 23/11/2012		SP-121						
		COTA (m): 9,00		CLASSIFICADA POR:		FOLHA: 1/1						
Nº DO FURO, MÉTODO DE PERFURAÇÃO E REVESTIMENTO	PROF. E N. A. (m)	ESCALA GRAFICA (1:100)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	S P T Nº GOLPES /30 cm 15, 30, 45 UNIDEN/ TEMPO cm/10 min RECUPERAÇÃO % 20-40-60-80	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA		CONDUCTIVIDADE	OBSERVAÇÕES				
					PROF. DO ENSAIO (m)	K eq. (cm/s)						
					MAX. MED. MIN.	0.1 1.0 10 100						
	1,50			1/20					0,15 - 3,00 = Argila com pouca silte, cor marrom e manchas de cor laranja.			
	2,40			1/19					3,00 - 4,00 = Argila argilosa de cor cinza			
	3,40			P/45					4,00 - 5,00 = Argila com silte de cor cinza e preta			
	4,40			1/19					5,00 - 7,00 = Argila com pouca areia fina de cor cinza averdeado			
	5,40			P/45					7,00 - 9,00 = Areia média a grossa calcariada com sebos de quartzo entre 0,5 e 3 cm de diâmetro, tanto angulosos quanto arredondados			
	6,40			4					9,00 - 12,00 = Argila com silte mica de cor cinza averdeado			
	7,40			28					12,00 - 19,00 = Areia fina a média com argila e mica de cor cinza averdeado			
	8,40			19					19,00 - 20,00 = Areia média com argila e pouca mica de cor cinza averdeado			
	9,40			15					20,00 - 25,00 = Areia fina a média com argila de cor cinza escuro averdeado			
	10,40			17					25,00 - 25,90 = Areia fina a média com argila, mica e concreções de ferro, cor cinza escuro			
	11,40			14					25,90 = Impenetrável (bloco ou rocha etc)			
	12,40			15								
	13,40			17								
	14,40			34								
	15,40			17								
	16,40			15								
	17,40			17								
	18,40			28								
	19,20			30/16								
	20,10			30								
	21,30			30/15								
	22,40			32								
	23,40			28								
	24,40			28								
	25,10			30/10								
	26,00			30/8								

Leituras do nível d'água			DESENHO N°		CONDUCTIVIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO		DATA	
Data	Prof. do Furo	Nível d'água	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEAB. EQUIV. (cm/s)						
21/11/2012	25,08	8,50	H1	MUITO BAIXA	MEHOR QUE 0,1 l/min m kg/cm²	$K < 10^{-8}$						
			H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-4}$						
			H3	MÉDIA	DE 1,0 a 5,0 l/min m kg/cm²	$10^{-4} < K < 5.10^{-3}$						
			H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/min m kg/cm²	$5.10^{-3} < K < 10^{-2}$						
			H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/min m kg/cm²	$10^{-2} < K$						
									AUTOR/PROJETO		DATA	
									VISTO/RESP/CREA		DATA	

OBSERVAÇÕES:

1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo.

*Golpes Iniciais

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DA SONDAGEM SP-122

COHIDRO consultoria estudos projetos		BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº): SP-122	
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU			COORDENADAS				COTA: 9,00 m	INÍCIO: 26/10/2012		INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL		SONDADOR: JESIEL DUARTE	
LOCAL: GUAPI-AÇU			N: 7.503763 / E: 711.437					TÉRMINO: 05/11/2012		GEOLOGO/ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO		Folha: 1 / 2	
PROF. REVESTIMENTO (m)	DI/MI/AA	MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRAS (m)		PROF. N. A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES		
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm			
	26/10/12			0,00	1,00	3,20					0,00 - 2,00 = Argila com areia fina e mica, cor marrom com manchas laranja		
4,00		SP		1,00	1,45		SPT	1/25	1/15		2,00 - 4,00 = Argila silteosa com mica, cor cinza esverdeado		
		LV		1,45	2,00						4,00 - 5,00 = Turfa (preta) com argila, silte e mica de cor marrom		
2,00		SP		2,00	2,50		SPT	1/30	1/20		5,00 - 6,00 = Argila e silte de cor cinza		
		LV		2,50	3,00						6,00 - 8,00 = Areia fina a média com restos orgânicos e mica, cor marrom acinzentado e manchas laranja		
		SP		3,00	3,50		SPT	1/30	1/20		8,00 - 9,00 = Areia média a grossa com mica, marrom acinzentado		
		LV		3,50	4,00						9,00 - 11,00 = Argila com pouca areia fina, cor cinza		
		SP		4,00	4,80		SPT/INF	P/80			11,00 - 12,00 = Areia fina com argila e mica, cor cinza		
		LV		4,80	5,00						12,00 - 13,00 = Areia média a grossa com mica e seixos de quartzo angulosos e arredondados de até 2,5 cm, cor marrom		
		SP		5,00	5,80		SPT	P/80			13,00 - 14,00 = Areia grossa com mica e seixos de quartzo (marrom) e material muito alterado de cor branca (caulim)		
		LV		5,80	6,00						14,00 - 17,00 = Material muito alterado de granulometria fina a média com mica (areia branca e caulim)		
		SP		6,00	6,45		SPT	1	1	5	17,00 - 19,00 = Areia fina a média com argila e caulim, cor laranja com manchas verdes		
		LV		6,45	7,00						19,00 - 22,00 = Argila com areia fina a média, caulim e muita mica, cor marrom escuro com manchas laranja		
		SP		7,00	7,45		SPT	5	5	5	22,00 - 23,20 = Argila com areia fina a média, caulim e fragmentos do bloco de rocha sã, cor cinza escuro esverdeado		
		LV		7,45	8,00		INF				23,20 = Impenetrável (Bloco de rocha sã)		
		SP		8,00	8,45		SPT	4	5	6			
		LV		8,45	9,00								
		SP		9,00	9,45		SPT	1	2	2			
		LV		9,45	10,00								
		SP		10,00	10,45		SPT	2	3	3			
		LV		10,45	11,00		INF						
		SP		11,00	11,45		SPT	3	4	8			
		LV		11,45	12,00								
		SP		12,00	12,45		SPT	9	12	14			
		LV		12,45	13,00								
		SP		13,00	13,45		SPT	8	12	5			
		LV		13,45	14,00		INF						
		SP		14,00	14,45		SPT	6	8	11			
		LV		14,45	15,00								
		SP		15,00	15,45		SPT	8	8	13			
MÉTODOS DE PERFURAÇÃO		SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE		SONDAGEM		SPT - STANDARD PENETRATION TEST			VISTO:		
		TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM				INF - INFILTRAÇÃO					
		TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO				EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA			APROVADO:		

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº): SP-122	
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU			COORDENADAS			COTA: 9,00 m	INÍCIO: 26/10/2012	INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL		SONDADOR: JESIEL DUARTE	
LOCAL: GUAPI-AÇU			N: 7503763 / E: 711437				TÉRMO: 05/11/2012	GEOLOGO RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO		Folha: 2 / 2	
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRAS (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES
				DE	A			35 cm	35 cm	35 cm	
	26/10/12	LV		15,45	16,00	8,20					0,00 - 2,00 = Argila com areia fina e mica, cor marrom com manchas laranja
		SP		16,00	16,45		SPT	6	7	12	
		LV		16,45	17,00		INF				2,00 - 4,00 = Argila silteosa com mica, cor cinza esverdeado
		SP		17,00	17,15		SPT	30/15			4,00 - 5,00 = Turfa (preta) com argila, silte e mica de cor marrom
		LV		17,15	18,00						5,00 - 6,00 = Argila e silte de cor cinza
		SP		18,00	18,25		SPT	28	30/30		6,00 - 8,00 = Areia fina a média com restos orgânicos e mica, cor marrom acinzentado e manchas laranja
		LV		18,25	19,00						
		SP		19,00	19,45		SPT	10	13	19	8,00 - 9,00 = Areia média a grossa com mica, cor marrom acinzentado
		LV		19,45	20,00		INF				9,00 - 11,00 = Argila com pouca areia fina, cor cinza
		SP		20,00	20,45		SPT	9	15	20	11,00 - 12,00 = Areia fina com argila e mica, cor cinza
		LV		20,45	21,00						12,00 - 13,00 = Areia média a grossa com mica e seixos de quartzo angulosos e arredondados de até 2,5 cm, cor marrom
		SP		21,00	21,30		SPT	26	30		
		LV		21,30	22,00						13,00 - 14,00 = Areia grossa com mica e seixos de quartzo (marrom) e material muito alterado de cor branca (caulim)
		SP		22,00	22,15		SPT	30			
		LV		22,15	23,00						14,00 - 17,00 = Material muito alterado de granulometria fina a média com mica (areia branca e caulim)
		SP		23,00	23,02		SPT	30/2			
		LV		23,02	23,20		INF				17,00 - 19,00 = Areia fina a média com argila e caulim, cor laranja com manchas verdes
		LT		23,20	23,20						19,00 - 22,00 = Argila com areia fina a média, caulim e muita mica, cor marrom escuro com manchas laranja
											22,00 - 23,20 = Argila com areia fina a média, caulim e fragmentos do bloco de rocha sã, cor cinza escuro e verdeado
											23,20 = Impenetrável (Bloco de rocha sã)
											Infiltração:
											1,50 a 4,50 m 13,50 a 16,50 m
											4,50 a 7,50 m 16,50 a 19,50 m
											7,50 a 10,50 m 19,50 a 23,20 m
											10,50 a 13,50 m
MÉTODOS DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE				MÉTODOS	SPT - STANDARD PENETRATION TEST		VISTO:	
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM					INF - INFILTRAÇÃO			
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA			
										APROVADO:	

PERFIL DA SONDAGEM SP-122

COHIDRO consultoria estudos projetos		PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM									
LOCAL: GUAPI-AÇU		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL					DATA INÍCIO: 26/10/2012		Nº SONDAGEM		
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU		COORDENADAS N: 7503763 E: 722437					DATA TÉRMINO: 05/11/2012		SP-122		
		COTA (m): 9,00					CLASSIFICADA POR:		FOLHA: _1_/_1_		
# DO FURO, MÉTODO DE SONDAGEM E REVESTIMENTO	PROF. E N. A. (m)	ESCALA GRÁFICA (1:100)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	S P T Nº GOLPES /30 cm 15 20 30 LAVAGEM/ TEMPO cm/10 min RECUPER- ÇÃO % 20/40/60/80	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA			CONDUTIVIDADE	OBSERVAÇÕES		
					DO PROF. ENSAIO (m)	RESIST. PRESSÃO (kg/cm²)	K eq. (cm/s)				
					PROF. ENSAIO (m)	MÁX. MED. MÍN.	0,1 1,0 10 100 (H)				
	1,45			1/15					0,00 - 2,00 = Argila com areia fina e mica, cor marrom com manchas laranja		
	2,00		NA(2,30)	1/20					2,00 - 4,00 = Argila silteosa com mica, cor cinza esverdeado		
	3,50			1/30							
	4,80			P/80					4,00 - 5,00 = Turfa (preta) com argila, silte e mica de cor marrom		
	5,80			P/60					5,00 - 6,00 = Argila e silte de cor cinza		
	6,45			18					6,00 - 8,00 = Areia fina a média com restos orgânicos e mica, cor marrom acinzentado e manchas laranja		
	7,45			11							
	8,45			11					8,00 - 9,00 = Areia média a grossa com mica, cor marrom acinzentado		
	9,45			4					9,00 - 11,00 = Argila com pouca areia fina, cor cinza		
	10,45			8							
	11,45			10					11,00 - 12,00 = Areia fina com argila e mica, cor cinza		
	12,45			26					12,00 - 13,00 = Areia média a grossa com mica e seixos de quartzo angulosos e arredondados de até 2,5 cm, cor marrom		
	13,45			17					13,00 - 14,00 = Areia grossa com mica e seixos de quartzo (marrom) e material muito alterado de cor branca (caulim)		
	14,45			19							
	15,45			19					14,00 - 17,00 = Material muito alterado de granulometria fina a média com mica (areia branca e caulim)		
	16,45			19							
	17,15			30/14					17,00 - 19,00 = Areia fina a média com argila e caulim, cor laranja com manchas verdes		
	18,25			30/16							
	19,45			32					19,00 - 22,00 = Argila com areia fina a média, caulim e muita mica, cor marrom escuro com manchas laranja		
	20,45			30							
	21,30			30/15							
	22,15			30					22,00 - 23,20 = Argila com areia fina a média, caulim e fragmentos de bloco ou rocha sã, cor cinza escura esverdeado		
	23,02			30/25					23,20 = Impenetrável (Bloco ou rocha sã)		


Leituras do nível d'água			DESENHO Nº		CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO		DATA	
Data	Prof. do Furo	Nível d'água	TEMPO	AVANÇO de - a (m)	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEAB. EQUIVAL.(cm/s)				
26/10/2012	23,20	2,30	10 min	0 cm	H1	MUITO BAIXA	MEIOR QUE 0,1 l/m² em kg/cm²	$K < 10^{-8}$				
			10 min	0 cm	H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/m² em kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-7}$				
			10 min	0 cm	H3	MÉDIA	DE 1,0 a 5,0 l/m² em kg/cm²	$10^{-7} < K < 5.10^{-6}$				
			10 min	0 cm	H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/m² em kg/cm²	$5.10^{-6} < K < 10^{-5}$				
			10 min	0 cm	H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/m² em kg/cm²	$10^{-5} < K$				

OBSERVAÇÕES:

1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo.

*Coloque inicial

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DA SONDAGEM SP-123

 COHIDRO consultoria estudos projetos			BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº):		SP-123	
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU				COORDENADAS				COTA: 9,00 m	INÍCIO: 13/09/2012		INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL			SONDADOR: JESIEL DUARTE		
LOCAL: GUAPI-AÇU				N: 7.503.753 / E: 722.537					TÉRMO: 17/09/2012		GEOLOGIA/ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO			Folha: 1 / 2		
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	MÉTODOS DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRAS (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES					
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm						
	13/09/2012			0,00	1,00	2,20					1,00 - 1,60 = Areia fina silteosa micácea, pouco argilosa, com presença de matéria orgânica, cor cinza esverdeado com manchas amarronzadas.					
		SP		1,00	1,45		SPT	1	1	1	1,60 - 2,85 = Areia fina pouco silteosa micácea, cor cinza escuro.					
		LV		1,45	2,00						2,85 - 3,90 = Areia média a grossa micácea, cinza escuro.					
		SP		2,00	2,45		SPT	1	1	2	3,90 - 4,80 = Argila orgânica preta.					
		LV		2,45	3,00						4,80 - 7,00 = Argila silteosa, com pouca areia muito fina, cor cinza.					
		SP		3,00	3,45		SPT	2	2	3	7,00 - 8,00 = Areia fina a média micácea, pouco silteosa, cinza escuro.					
		LV		3,45	4,00						8,00 - 9,90 = Areia média a grossa, com fragmentos de raízes, cor cinza escuro.					
		SP		4,00	4,45		SPT	1	1	1	9,90 - 10,85 = Areia média a grossa micácea, com presença de cascalho, cor cinza.					
		LV		4,45	5,00		INF				10,85 - 15,00 = Areia muito fina com muita mica de coloração dourada, cor marrom.					
		SP		5,00	5,80		SPT	P/80			15,00 - 16,15 = Solo residual, com presença de areia grossa e grânulos de quartzo e feldspato caulinizado.					
		LV		5,80	6,00						16,15 = Impenetrável (Bloco de rocha sã)					
		SP		6,00	6,75		SPT	P/75			Lavagem por tempo:					
		LV		6,75	7,00						Estágio 1 = 10 min p/ 4,00 cm					
		SP		7,00	7,45		SPT	1/30	1		Estágio 2 = 10 min p/ 4,00 cm					
		LV		7,45	8,00		INF				Estágio 3 = 10 min p/ 4,00 cm					
		SP		8,00	8,45		SPT	1	2	3	Infiltração:					
		LV		8,45	9,00						2,00 a 5,00 m					
		SP		9,00	9,45		SPT	2	3	3	5,00 a 8,00 m					
		LV		9,45	10,00						8,00 a 11,00 m					
		SP		10,00	10,45		SPT	4	9	14	11,00 a 16,00 m					
		LV		10,45	11,00		INF									
		SP		11,00	11,45		SPT	2	3	5						
		LV		11,45	12,00											
		SP		12,00	12,45		SPT	3	5	7						
		LV		12,45	13,00											
		SP		13,00	13,45		SPT	6	9	15						
		LV		13,45	14,00											
		SP		14,00	14,45		SPT	6	8	10						
		LV		14,45	15,00											
MÉTODOS DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE				MÉTODOS DE TERMINAÇÃO	SPT - STANDARD PENETRATION TEST			VISTO:					
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM					INF - INFILTRAÇÃO			APROVADO:					
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA								

COHIDRO consultoria estudos projetos		BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº): SP-123	
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU			COORDENADAS				COTA:	INÍCIO: 13/09/2012	INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL			SONDADOR: JESIEL DUARTE	
LOCAL: GUAPI-AÇU			N: 7.503.753 / E: 722.537				9,00 m	TÉRMO: 17/09/2012	GEOLOGIA/ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO			Folha: 2 / 2	
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRA (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES		
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm			
	13/09/2012	SP		15,00	15,45		SPT	14	12	12	1,00 - 1,60 = Areia fina siltoosa micácea, pouco argilosa, com presença de matéria orgânica, cor cinza esverdeado com manchas amarronzadas.		
		LV		15,45	16,00						1,60 - 2,85 = Areia fina pouco siltoosa micácea, cor cinza escuro.		
		SP		16,00	16,03		INF	31/3			2,85 - 3,90 = Areia média a grossa micácea, cinza escuro.		
				16,03	16,15	2,20	LT				3,90 - 4,80 = Argila orgânica preta.		
											4,80 - 7,00 = Argila siltoosa, com pouca areia muito fina, cor cinza.		
											7,00 - 8,00 = Areia fina a média micácea, pouco siltoosa, cinza escuro.		
											8,00 - 9,90 = Areia média a grossa, com fragmentos de raízes, cor cinza escuro.		
											9,90 - 10,85 = Areia média a grossa micácea, com presença de cascalho, cor cinza.		
											10,85 - 15,00 = Areia muito fina com muita mica de coloração dourada, cor marrom.		
											15,00 - 16,15 = Solo residual, com presença de areia grossa e grânulos de quartzo e feldspato caulinizado.		
											16,15 = Impenetrável (Bloco ou rocha sã)		
											Lavagem por tempo:		
											Estágio 1 = 10 min p/ 4,00 cm		
											Estágio 2 = 10 min p/ 4,00 cm		
											Estágio 3 = 10 min p/ 4,00 cm		
											Infiltração:		
											2,00 a 5,00 m		
											5,00 a 8,00 m		
											8,00 a 11,00 m		
											11,00 a 16,00 m		
MÉTODO DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE				**ENSAIO	SPT - STANDART PENETRATION TEST			VISTO:		
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM					INF - INFILTRAÇÃO					
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA			APROVADO:		

PERFIL DA SONDAGEM SP-123

COHIDRO consultoria estudos projetos		PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM									
LOCAL: GUAPI-AÇU		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL				DATA INÍCIO: 13/09/2012		Nº SONDAGEM			
OBRA: BARRAGEM GUAPI-AÇU		COORDENADAS N: 2503753 E: 222537				DATA TÉRMINO: 17/09/2012		SP-123			
		COTA (m): 9,00				CLASSIFICADA POR:		FOLHA: 1/1			
# DO FURO, METRO DE PROFUNDIDADE E REVESTIMENTO	PROF. E N. A. (m)	ESCALA GRÁFICA (1:100)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	S P T Nº GOLPES /30 cm 10-20-30 10-20-30 10-20-30	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA		CONDUCTIVIDADE	OBSERVAÇÕES			
					PROF. DO ENSAIO (m)	K eq. (cm/s)					
	1,45		2					1,00 - 1,50 = Areia fina a média miódica, pouco argilosa, com presença de matéria orgânica, cor cinza esverdeado com manchas amareladas			
	2,40		3					1,50 - 2,50 = Areia fina pouco a média miódica, cor cinza escuro			
	3,40		4					2,50 - 3,50 = Areia média e grossa miódica, cor cinza escuro			
	4,40		5					3,50 - 4,50 = Areia argilosa preta			
	5,80		2/30					4,50 - 7,00 = Areia afilada, com pouca areia muito fina, cor cinza			
	6,75		2/25								
	7,45		1/15					7,00 - 8,00 = Areia fina a média miódica, pouco afilada, cor cinza escuro			
	8,40		3					8,00 - 9,00 = Areia média e grossa, com fragmentos de raízes, cor cinza escuro			
	9,40		5								
	10,45		23					9,50 - 10,50 = Areia média e grossa miódica, com presença de cascalho, cor cinza			
	11,45		6								
	12,45		12					10,50 - 15,00 = Areia muito fina com muita areia de coloração amarelada, cor marrom			
	13,45		24								
	14,45		18								
	15,45		24					15,00 - 16,15 = Solo residual, com presença de areia grossa e grânulos de quartzo e foliopolis coesivos.			
	16,03		31/24					16,15 = Impermeável (Banco ou rocha sã).			

Leituras do nível d'água			DESENHO Nº		CONDUCTIVIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO		DATA	
Data	Prof. do Furo	Nível d'água	TEMPO	AVANÇO de - a (m)	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEAB. EQUIV. (cm/s)				
13/09/2012	16,03				H1	MUITO BAIXA	MEIOR QUE 0,1 l/mh m kg/cm²	$K < 10^{-8}$				
					H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/mh m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-7}$				
					H3	MEDIA	DE 1,0 a 5,0 l/mh m kg/cm²	$10^{-7} < K < 5.10^{-6}$				
					H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/mh m kg/cm²	$5.10^{-6} < K < 10^{-5}$				
					H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/mh m kg/cm²	$10^{-5} < K$				

OBSERVAÇÕES:

1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo.

*Coluna Inicial

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DA SONDAGEM SP-124

COHIDRO consultoria estudos projetos			BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº):		SP-124		
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU				COORDENADAS				COTA: 20m		INÍCIO: 12/11/2012		INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL				SONDADOR: JESIEL DUARTE	
LOCAL: GUAPI-AÇU				N: 7.503.745 / E: 722.613						TÉRMO: 16/11/2012		GEOLOG./ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO				Folha: 1 / 2	
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRAS (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES						
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm							
	12/11/2012	TE		0,00	1,00	5,72					0,00 - 2,00 = Argila e silte com areia fina a média de cor laranja						
2,00		SP		1,00	1,45		SPT	2	4	5	2,00 - 3,00 = Argila e silte com areia média a grossa de cor bege e laranja						
		LV		1,45	2,00												
		SP		2,00	2,45		SPT	2	3	4	3,00 - 5,00 = Areia fina e argila com caulim e pouca mica, cor bege com manchas laranja						
		LV		2,45	3,00												
		SP		3,00	3,45		SPT	2	2	3	5,00 - 11,00 = Areia fina com argila, pouco silte, caulim e mica, cor marrom avermelhado						
		LV		3,45	4,00												
		SP		4,00	4,45		SPT	2	3	4	11,00 - 15,00 = Areia fina com argila, caulim e muita mica, cor marrom com manchas vermelhas						
		LV		4,45	5,00												
		SP		5,00	5,45		SPT	8	9	11	15,00 - 17,00 = Areia média com caulim e pouca mica, cor marrom alaranjado e capa de alteração preta						
		LV		5,45	6,00		INF										
		SP		6,00	6,45		SPT	9	11	16	17,00 - 18,00 = Areia fina com argila e caulim, cor marrom alaranjado e capa de alteração cor preta						
		LV		6,45	7,00												
		SP		7,00	7,30		SPT	12	30		18,00 - 21,00 = Areia fina com argila, caulim e muita mica, cor marrom com manchas laranja						
		LV		7,30	8,00												
		SP		8,00	8,45		SPT	8	10	12	21,00 - 22,00 = Argila com silte, areia fina, caulim e muita mica, cor marrom esverdeado						
		LV		8,45	9,00		INF										
		SP		9,00	9,45		SPT	6	8	12	22,00 - 23,00 = Argila com areia fina a média, caulim e mica, cor marrom com manchas laranja						
		LV		9,45	10,00												
		SP		10,00	10,45		SPT	6	6	11	23,00 - 24,00 = Argila com areia fina, caulim e muita mica, cor marrom esverdeado						
		LV		10,45	11,00												
		SP		11,00	11,45		SPT	4	7	11	24,00 - 24,35 = Argila com areia fina a média, caulim, mica e fragmentos de rocha, cor marrom alaranjado						
		LV		11,45	12,00		INF										
		SP		12,00	12,45		SPT	5	15	19	24,35 = Impenetrável (Bloco ou rocha sã)						
		LV		12,45	13,00												
		SP		13,00	13,45		SPT	5	16	18							
		LV		13,45	14,00												
		SP		14,00	14,45		SPT	8	10	15							
		LV		14,45	15,00		INF										
*MÉTODOS DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE				**TERMINAIS	SPT - STANDARD PENETRATION TEST			VISTO:						
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM					INF - INFILTRAÇÃO									
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA			APROVADO:						

[illegible]

PERFIL DA SONDAGEM SP 124

COHIDRO consultoria estudos projetos			PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM									
LOCAL: GUAPI-AÇU			INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL				DATA INÍCIO: 12/11/2012		Nº SONDAGEM			
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU			COORDENADAS N: 7503745 E: 722613				DATA TÉRMINO: 16/11/2012		SP-124			
			COTA (m): 20,00				CLASSIFICADA POR:		FOLHA: 1/1			
# DO FURO, MÉTODO DE PERFURAÇÃO E REVESTIMENTO	PROF. E N. A. (m)	ESCALA S.M.A.C. (1:1000)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	S P T Nº GOLPES /30 cm 12-30-60 LAVAGEM /TEMPO cm/10 min RECUPERAÇÃO % 30-40-60-80	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				CONDUCTIVIDADE	OBSERVAÇÕES		
					PROF. DO ENSAIO (m)	PERDA D'ÁGUA (l/m²)	K eq. (cm/s)	l/mín. m				
	1,45			9						0,00 - 2,00 = Argila e silte com areia fina a média de cor laranja		
	2,45			7						2,00 - 3,00 = Argila e silte com areia média e grossa de cor bege e laranja		
	3,45			8						3,00 - 5,00 = Areia fina e argila com caulim e pouca mica, cor bege com manchas laranja		
	4,45			7								
	5,45			20								
	6,45			28								
	7,30			30/15						5,00 - 11,00 = Areia fina com argila, pouca silte, caulim e mica, cor marrom avermelhada		
	8,45			22								
	9,45			20								
	10,45			17								
	11,45			18								
	12,45			34						11,00 - 15,00 = Areia fina com argila, caulim e muita mica, cor marrom com manchas vermelhas		
	13,45			34								
	14,45			25								
	15,45			20						15,00 - 17,00 = Areia média com caulim e pouca mica, cor marrom alaranjado e capa de alteração preta		
	16,45			35								
	17,45			22						17,00 - 18,00 = Areia fina com argila e caulim, cor marrom alaranjado e capa de alteração cor preta		
	18,45			31								
	19,30			30/15						18,00 - 21,00 = Areia fina com argila, caulim e muita mica, cor marrom com manchas laranja		
	20,25			30/19								
	21,45			31						21,00 - 22,00 = Argila com silte, areia fina, caulim e muita mica, cor marrom esverdeado		
	22,15			30						22,00 - 23,00 = Argila com areia fina a média, caulim e mica, cor marrom com manchas laranja		
	23,18			30/21						23,00 - 24,00 = Argila com areia fina, caulim e muita mica, cor marrom esverdeado		
	24,15			38						24,00 - 24,35 = Argila com areia fina a média, caulim, mica e fragmentos de rocha, cor marrom alaranjado		
										24,35 = Impenetrável (Bloco ou rocha sd)		


Leituras do nível d'água				CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO	
Data	Prof. do Furo	Nível d'água	Lavagem por tempo	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEAB. EQUIV. (cm/s)		DATA
12/11/2012	24,35 m	5,72 m		H1	MUITO BAIXA	MEHOR QUE 0,1 l/m² em 10 min	$K < 10^{-8}$		
			TEMPO	H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/m² em 10 min	$10^{-8} < K < 10^{-7}$	AUTOR/PROJETO	DATA
			10 min	H3	MÉDIA	DE 1,0 a 5,0 l/m² em 10 min	$10^{-7} < K < 5.10^{-6}$		
			10 min	H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/m² em 10 min	$5.10^{-6} < K < 10^{-5}$		
			10 min	H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/m² em 10 min	$10^{-5} < K$	VISTO/RESP/CREA	DATA

OBSERVAÇÕES:

1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo.

* Golpes Iniciais

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DA SONDAGEM SP-126

		BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº):		SP-126	
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU				COORDENADAS				COTA: 10,00 m	INÍCIO: 06/11/12		INCLINAÇÃO/DIREÇÃO:		SONDADOR: JERISIEL DUARTE		
LOCAL: GUAPI-AÇU				N: 7.503.788 / E: 722.540					TÉRMO.: 07/11/12		GEOLOGIA/ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO		Folha: 1 / 2		
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRAS (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES				
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm					
	06/11/13	TE	2 1/2	0,00	1,00	2,30					0,00 - 2,00 = Argila com silte, cor cinza amarronzado com manchas laranja				
4,00		SP		1,00	1,45		SPT	1	1	1	2,00 - 4,00 = Areia fina com argila e mica de cor cinza escuro				
		LV		1,45	2,00						4,00 - 5,00 = Turfa				
2,00		SP		2,00	2,45		SPT	1	1	1	5,00 - 6,00 = Areia fina pouco argilosa, micácea de cor cinza escuro				
		LV		2,45	3,00						6,00 - 9,00 = Areia média com pouca mica (biotita) e grânulos de quartzo e feldspato angulosos, cor cinza				
		SP		3,00	3,50		SPT	1/30	1/20		9,00 - 10,00 = Areia grossa com pouca mica, grânulos de quartzo e feldspato, cor cinza				
		LV		3,50	4,00						10,00 - 11,00 = Areia média a grossa com seixos arredondados(0,5 a 3 cm), cor laranja				
		SP		4,00	4,45		SPT	1	1	1	11,00 - 17,00 = Argila com areia fina e silte, micácea, cor marrom esverdeado				
		LV		4,45	5,00		INF				17,00 - 17,50 = Argila com areia grossa, grânulos e seixos de quartzo e feldspato angulosos de até 2 cm, cor cinza				
		SP		5,00	5,45		SPT	2	2	3	17,50 - Impenetrável (Bloco ou rocha sã)				
		LV		5,45	6,00						Lavagem por tempo:				
		SP		6,00	6,45		SPT	3	3	4	Estágio 1 = 10 min p/ 0,00 cm				
		LV		6,45	7,00						Estágio 2 = 10 min p/ 0,00 cm				
		SP		7,00	7,45		SPT	3	4	5	Estágio 3 = 10 min p/ 0,00 cm				
		LV		7,45	8,00		INF				Infiltração:				
		SP		8,00	8,45		SPT	4	4	6	2,00 a 5,00 m				
		LV		8,45	9,00						5,00 a 8,00 m				
		SP		9,00	9,45		SPT	3	5	6	8,00 a 11,00 m				
		LV		9,45	10,00						11,00 a 14,00m				
		SP		10,00	10,15		SPT	30			14,00 a 17,50 m				
		LV		10,15	11,00		INF								
		SP		11,00	11,45		SPT	5	5	8					
		LV		11,45	12,00										
		SP		12,00	12,45		SPT	5	6	10					
		LV		12,45	13,00										
		SP		13,00	13,45		SPT	6	8	11					
		LV		13,45	14,00		INF								
		SP		14,00	14,45		SPT	8	12	17					
		LV		14,45	15,00										
*MÉTODOS DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE				**TERMINAIS	SPT - STANDART PENETRATION TEST			VISTO:				
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM					INF - INFILTRAÇÃO			APROVADO:				
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA							


COHIDRO										BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº): SP-126	
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU					COORDENADAS					COTA: 10,00 m		INÍCIO: 06/11/12		INCLINAÇÃO/DIREÇÃO:		SONDADOR: JERISIEL DUARTE					
LOCAL: GUAPI-AÇU					N: 7.503.788 / E: 722.540							TÉRMINO: 07/11/12		GEOLOGO/ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO		Folha: 2 / 2					
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRA (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES										
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm											
		SP		15,00	15,30		SPT	13	30		0,00 - 2,00 = Argila com silte, cor cinza amarronzado com manchas laranja										
		LV		15,30	16,00	2,30					2,00 - 4,00 = Areia fina com argila e mica de cor cinza escuro										
		SP		16,00	16,25		SPT	18	30/10		4,00 - 5,00 = Turfa										
		LV		16,25	17,00						5,00 - 6,00 = Areia fina pouco argilosa, micácea de cor cinza escuro										
		SP		17,00	17,15		SPT	30			6,00 - 9,00 = Areia média com pouca mica (Biotita) e grânulos de quartzo e feldspato angulosos, cor cinza										
		LV		17,15	17,50						9,00 - 10,00 = Areia grossa com pouca mica, grânulos de quartzo e feldspato, cor cinza										
		LT		17,50	17,50						10,00 - 11,00 = Areia média a grossa com seixos arredondados (0,5 a 3 cm), cor laranja										
											11,00 - 17,00 = Argila com areia fina e silte, micácea, cor marrom esverdeado										
											17,00 - 17,50 = Argila com areia grossa, grânulos e seixos de quartzo e feldspato angulosos de até 2 cm, cor cinza										
											17,50 - Impenetrável (Bloco ou rocha sã)										
											Lavagem por tempo:										
											Estágio 1 = 10 min p/ 0,00 cm										
											Estágio 2 = 10 min p/ 0,00 cm										
											Estágio 3 = 10 min p/ 0,00 cm										
											Infiltração:										
											2,00 a 5,00 m										
											5,00 a 8,00 m										
											8,00 a 11,00 m										
											11,00 a 14,00 m										
											14,00 a 17,50 m										

MÉTODOS DE SONDAGEM	SR - SONDAGEM ROTATIVA	RD - ROTATIVA DIAMANTE	MÉTODOS DE SONDAGEM	SPT - STANDART PENETRATION TEST	VISTO:
	TE - TRADO ESPIRAL	LV - LAVAGEM		INF - INFILTRAÇÃO	
	TC - TRADO CONCHA	LT - LAVAGEM POR TEMPO		EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA	

PERFIL DA SONDAGEM SP-126

COHIDRO consultoria estudos projetos		PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM			
LOCAL: GUAPI-AÇU		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL		DATA INÍCIO: 06/11/2012	Nº SONDAGEM
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU		COORDENADAS N: 7503788 E: 722540		DATA TÉRMINO: 07/11/2012	SP-126
		COTA (m): 10,00		CLASSIFICADA POR:	FOLHA: _1_/_1_
DO FURO, MÉTODO DE PERFURAÇÃO E REVESTIMENTO	PROF. E N. A. (m)	ESCALA GRÁFICA (1:100)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	ENSAYO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA	OBSERVAÇÕES
			S P T Nº GOLPES / 30 cm 10 20 30 UNIDADE/TEMPO cm/10 min RECUPERAÇÃO % 20-40-60-80	PROF. DO ENSAYO (m) K eq. (cm/s) I/mín. m MAX. MED. MIN. 2.1 1.0 10 100 (H)	
	1.45		2		0,12 - 2,00 = Areia com silte, cor cinza amarelado com manchas laranja
	2.45		2		2,00 - 4,00 = Areia fina com argila e mica de cor cinza escuro
	3.50		1/20		
	4.45		2		4,00 - 5,00 = Turfa
	5.45		5		5,00 - 6,00 = Areia fina pouco argilosa, micacea de cor cinza escuro
	6.45		7		
	7.45		9		6,00 - 9,00 = Areia média com pouca mica (biotita) e grânulos de quartzo e feldspato angulosos, cor cinza
	8.45		10		
	9.45		11		9,00 - 10,00 = Areia grossa com pouca mica, grânulos de quartzo e feldspato, cor cinza
	10.15		20		10,00 - 11,00 = Areia média a grossa com seixos arredondados (0,5 a 3 cm), cor laranja
	11.45		13		
	12.45		18		
	13.45		19		
	14.45		29		11,00 - 17,00 = Areia com areia fina e silte, micacea, cor marrom avermelhado
	15.30		30/10		
	16.25		30/10		
	17.15		30		17,00 - 17,50 = Areia com areia grossa, grânulos e seixos de quartzo e feldspato angulosos de até 2 cm, cor cinza
					17,50 - Impenetrável (Bloco ou rocha sã)
Leituras do nível d'água		DESENHO Nº		CONDUTIVIDADE HIDRAULICA	
Data	Prof. do Furo	Nível d'água		GRAU	DENOMINAÇÃO
06/11/2012	17,15	2,30		H1	MUITO BAIXA
				H2	BAIXA
				H3	MÉDIA
				H4	ALTA
				H5	MUITO ALTA
			TEMPO	AVANÇO de "a" (m)	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA
			10 min	0 cm	DE 0,1 a 1,0 l/min em kg/cm²
			10 min	0 cm	DE 1,0 a 5,0 l/min em kg/cm²
			10 min	0 cm	DE 5,0 a 10,0 l/min em kg/cm²
			10 min	0 cm	MAIOR QUE 10,0 l/min em kg/cm²
OBSERVAÇÕES:			CONDIÇÃO EQUIV. (cm/s)		
1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo.			K < 10 ⁻⁶		
			10 ⁻⁶ < K < 10 ⁻⁴		
			10 ⁻⁴ < K < 5.10 ⁻⁴		
			5.10 ⁻⁴ < K < 10 ⁻³		
			10 ⁻³ < K		
			AUTOR/DESENHO		
			DATA		
			AUTOR/PROJETO		
			DATA		
			VISTO/RESP/CREA		
			DATA		

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DA SONDAGEM SP-127

			BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº):		SP-127		
OBRA: GUAPI-AÇU				COORDENADAS				COTA: 9,00m	INÍCIO: 22/10/12			INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL			SONDADOR: JESIEL DUARTE		
LOCAL: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU				N: 7.503.714 / E: 722.533					TÉRMO: 26/10/12			GEOLOGIA/ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO			Folha: 1 / 3		
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRAS (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES						
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm							
	22/10/12	TE	2 1/2	0,00	1,00	2,05					0,00 - 1,00= Argila siltosa.						
		SP		1,00	1,45		SPT	1/30	1,20		1,00- 3,00 = Areia média a grossa silto argilosa com mica e fragmentos de raízes, cor cinza escuro						
		LV		1,45	2,00						3,00 - 4,00 = Turfa						
		SP		2,00	2,45		SPT	1/30	1		4,00 - 5,00 = Argila mole pouco siltosa com mica, cor cinza						
		LV		2,45	3,00						5,00 - 6,00 = Areia fina argilosa, cor cinza						
		SP		3,00	3,45		SPT	1/30	1/15		6,00 - 7,00 = Areia fina a média com mica, cor cinza						
		LV		3,45	4,00						7,00 - 9,00 = Areia média a grossa com mica, cor cinza						
		SP		4,00	4,80		SPT	P/80			9,00 - 10,00 = Areia muito grossa com grânulos e cascalho, cor cinza claro						
		LV		4,80	5,00						10,00 - 12,00 = Areia fina a média com argila, cor cinza esverdeado						
		SP		5,00	5,45		SPT	1/30	1/15		12,00 - 17,00 = Argila com areia fina e mica, cor marrom esverdeado						
		LV		5,45	6,00		INF				17,00 - 20,00 = Areia média com argila e material alterado (caulim) cor marrom						
		SP		6,00	6,45		SPT	1	1	1							
		LV		6,45	7,00												
		SP		7,00	7,45		SPT	2	2	5							
		LV		7,45	8,00												
		SP		8,00	8,45		SPT	2	3	3	20,00 - 23,00 = Areia fina co margila, cor marrom esverdeado						
		LV		8,45	9,00		INF				23,00 - 25,00 = Areia fina a média com argila e mica, cor marrom						
		SP		9,00	9,45		SPT	6	4	3	25,00 - 27,00 = Areia fina a média com seixos de quartzo e caulim de cor cinza esverdeado						
	23/10/12	SP		9,45	10,00						27,00 - 29,00 = Areia fina com argila e concreções de ferro, cor cinza						
		LV		10,00	10,45		SPT	2	3	4	29,00 - 30,30 = Areia fina com argila, cor marrom acinzentado						
		SP		10,45	11,00						30,30 = Impermeável (Bloco ou rocha sã)						
		LV		11,00	11,45		SPT	3	3	5							
		SP		11,45	12,00		INF				Lavagem por tempo:						
		LV		12,00	12,45		SPT	5	7	9	Estágio 1 = 10 min p/ 0,00 cm						
		SP		12,45	13,00						Estágio 2 = 10 min p/ 0,00 cm						
		LV		13,00	13,45		SPT	8	11	12	Estágio 3 = 10 min p/ 0,00 cm						
		SP		13,45	14,00												
		LV		14,00	14,45		SPT	7	13	19							
		SP		14,45	15,00		INF										
*MÉTODOS DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE				**ENSAIOS	SPT - STANDART PENETRATION TEST			VISTO:						
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM					INF - INFILTRAÇÃO			APROVADO:						
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA									

COHIDRO consultoria estudos projetos		BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)										SONDAGEM (Nº): SP-127	
OBRA: GUAPI-AÇU			COORDENADAS				COTA: 9,00m	INÍCIO: 22/10/12	INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL		SONDADOR: JESIEL DUARTE		
LOCAL: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU			N: 7.503.714 / E: 722.533					TÉRMO: 25/10/12	GÉOL./ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO		Folha: 2 / 3		
PROF. REVESTIMENTO (m)	DO/MM/AA	MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRA (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES		
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm			
	SP		15,00	15,45		SPT	10	13	18		Infiltração: 3,00 a 6,00 m 6,00 a 9,00 m 9,00 a 12,00 m 12,00 a 15,00 m 15,00 a 18,00 m 18,00 a 21,00 m 21,00 a 23,00 m 23,00 a 26,00 m 26,00 a 30,30 m		
	LV		15,45	16,00	2,05								
	SP		16,00	16,45		SPT	12	15	21				
	LV		16,45	17,00									
	SP		17,00	17,45		SPT	6	9	13				
	LV		17,45	18,00		INF							
	SP		18,00	18,45		SPT	11	14	19				
	LV		18,45	19,00									
	SP		19,00	19,45		SPT	13	17	28				
	LV		19,45	20,00									
	SP		20,00	20,15		SPT	30						
	LV		20,15	21,00		INF							
24/10/12	SP		21,00	21,45		SPT	11	16	23				
	LV		21,45	22,00									
	SP		22,00	22,45		SPT	14	30					
	LV		22,45	23,00		INF							
25/10/12	SP		23,00	23,45		SPT	6	9	15				
	LV		23,45	24,00									
	SP		24,00	24,45		SPT	8	12	18				
	LV		24,45	25,00									
	SP		25,00	25,45		SPT	10	15	19				
	LV		25,45	26,00		INF							
26/10/12	SP		26,00	26,45		SPT	7	14	22				
	LV		26,45	27,00									
	SP		27,00	27,45		SPT	8	13	21				
	LV		27,45	28,00									
	SP		28,00	28,45		SPT	10	16	29				
	LV		28,45	29,00									
MÉTODO DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE				**ENSAIOS	SPT - STANDART PENETRATION TEST			VISTO:		
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM					INF - INFILTRAÇÃO					
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA			APROVADO:		

[illegible]

PERFIL DA SONDAGEM SP-127

COHIDRO consultoria estudos projetos		PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM									
LOCAL: GUAPI-AÇU		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL				DATA INÍCIO: 22/10/2012		Nº SONDAGEM			
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU		COORDENADAS N: 7503514 E: 722533				DATA TÉRMINO: 26/10/2012		SP-127			
		COTA (m): 9,00				CLASSIFICADA POR:		FOLHA: _1_/_1_			
Nº DE TUBOS, UNIDADES DE PENETRAÇÃO E DE RESISTIMENTO	PROF. E N. A. (m)	ESCALA BARRAGEM (1:100)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	S P T Nº GOLPES /30 cm 15, 30, 45 LARGURA TEMPO cm/10 min RECUPERAÇÃO % 20-40-60-80	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA		K eq. (cm/s)		CONDUCTIVIDADE	OBSERVAÇÕES	
					PROF. (m)	ENSAIO (cm)	MAX. MED. MIN.	1 10 100			
										0,00 - 0,90 = Argila silteosa	
	1,45			1/20						0,90 - 2,90 = Areia média a grossa silte argilosa com mica e fragmentos de raízes, cor cinza escuro	
	2,45			1/15							
	3,45			1/15						2,90 - 4,20 = Turfa	
	4,20			2/10						4,20 - 5,00 = Argila mole pouco silteosa com mica, cor cinza	
	5,45			1/15						5,00 - 6,00 = Areia fina argilosa, cor cinza	
	6,45			2						6,00 - 7,00 = Areia fina a média com mica, cor cinza	
	7,45			7						7,00 - 9,00 = Areia média a grossa com mica, cor cinza	
	8,45			8						9,00 - 10,00 = Areia muito grossa com grânulos e cascalho, cor cinza claro	
	9,45			7						10,00 - 12,00 = Areia fina a média com argila, cor cinza esverdeado	
	10,45			7							
	11,45			16							
	12,45			18						12,00 - 17,00 = Argila com areia fina e mica, cor marrom esverdeado	
	13,45			21							
	14,45			32							
	15,45			21							
	16,45			36							
	17,45			22						17,00 - 20,00 = Areia média com argila e material alterado (caulim) cor marrom	
	18,45			33							
	19,45			40							
	20,15			22						20,00 - 23,00 = Areia fina com argila, cor marrom esverdeado	
	21,45			30							
	22,45			20/15							
	23,45			24						23,00 - 25,00 = Areia fina a média com argila e mica, cor marrom	
	24,45			30							
	25,45			34						25,00 - 27,00 = Areia fina a média com seixos de quartzo e caulim de cor cinza esverdeado	
	26,45			36							
	27,45			33						27,00 - 29,00 = Areia fina com argila e concreções de ferro, cor cinza esverdeado	
	28,45			45							
	29,30			30/15						29,00 - 30,30 = Areia fina com argila, cor marrom acinzentado	
	30,15			307						30,30 = Impenetrável (Bloco ou rocha sã)	


Leituras do nível d'água			DESENHO Nº		CONDUCTIVIDADE HIDRÁULICA				AUTOR/DESENHO	
Data	Prof. do Furo	Nível d'água	TEMPO	AVANÇO de 0 (m)	ORAU	DESCRIÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEAB. EQUIV. (cm/s)	AUTOR/DESENHO	DATA
22/10/12	30,15	2,05	10 min	0 cm	H1	BAIXO BAIXA	MEHOR QUE 0,1 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-6}$		
			10 min	0 cm	H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/min m kg/cm²	$10^{-6} < K < 10^{-4}$		
			10 min	0 cm	H3	MÉDIA	DE 1,0 a 5,0 l/min m kg/cm²	$10^{-4} < K < 5.10^{-4}$		
			10 min	0 cm	H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/min m kg/cm²	$5.10^{-4} < K < 10^{-3}$		
			10 min	0 cm	H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/min m kg/cm²	$10^{-3} < K$		

OBSERVAÇÕES:

1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo.

*Golpes iniciais

BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DA SONDAGEM SP-128

				BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DE SONDAGEM (PERCUSSÃO)							SONDAGEM (Nº):		SP-128
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU				COORDENADAS			COTA: 9,00 m	INÍCIO: 26/11/12	INCLINAÇÃO/DIREÇÃO: VERTICAL			SONDADOR: JESIEL DUARTE	
LOCAL: GUAPI-AÇU				N: 7.503.824 / E: 722.162				TÉRMO: 28/11/12	GEOLOGIA/ENG. RESPONSÁVEL: NEWTON CARVALHO			Folha: 1 / 2	
PROF. REVESTIMENTO (m)	DD/MM/AA	*MÉTODO DE PERFURAÇÃO	Ø FURO	MANOBRAS (m)		PROF. N.A. (m)	**ENSAIOS	Nº DE GOLPES			MUDANÇA DE CAMADA, CLASSIFICAÇÃO E OBSERVAÇÕES		
				DE	A			15 cm	15 cm	15 cm			
	26/11/12	TE		0,00	1,00	6,80					0,00 - 2,00 = Argila com pouco silte, cor marrom claro		
1,00		SP		1,00	1,45		SPT	1/30	1		2,00 - 5,00 = Areia fina pouco argilosa, com mica, cor cinza escuro		
		LV		1,45	2,00						5,00 - 6,00 = Argila com areia fina, cor cinza		
2,00		SP		2,00	2,45		SPT	2	2	2	6,00 - 7,00 = Argila com areia fina a média, cor cinza esverdeado		
		LV		2,45	3,00						7,00 - 8,00 = Areia média a grossa com seixos de tamanhos variando entre 0,3 e 2 mm bastante angulosos, cor laranja devido à presença de ferro		
3,00		SP		3,00	3,45		SPT	2	3	3			
		LV		3,45	4,00								
4,00		SP		4,00	4,45		SPT	1	1	1	8,00 - 10,00 = Argila com areia fina e muita mica, cor cinza		
		LV		4,45	5,00						10,00 - 15,00 = Argila com areia fina, caulinita e muita mica, cor cinza escuro		
		SP		5,00	5,45		SPT	1/30	1/15				
		LV		5,45	6,00		INF				15,00 - 17,10 = Areia fina a média com argila, caulinita e muita mica, cor cinza escuro		
		SP		6,00	6,45		SPT	1	1	2			
		LV		6,45	7,00						17,10 - Impenetrável (Bloco ou rocha sã)		
		SP		7,00	7,45		SPT	7	12	17			
		LV		7,45	8,00						Lavagem por tempo:		
		SP		8,00	8,45		SPT	3	4	5	Estágio 1 = 10 min p/ 2,00 cm		
		LV		8,45	9,00		INF				Estágio 2 = 10 min p/ 0,00 cm		
		SP		9,00	9,45		SPT	4	4	6	Estágio 3 = 10 min p/ 0,00 cm		
		LV		9,45	10,00								
		SP		10,00	10,45		SPT	3	4	6	Infiltração:		
		LV		10,45	11,00						2,75 a 5,75 m		
		SP		11,00	11,45		SPT	4	5	7	5,75 a 8,75 m		
		LV		11,45	12,00		INF				8,75 a 11,75 m		
		SP		12,00	12,45		SPT	6	6	6	11,75 a 14,75m		
		LV		12,45	13,00						14,75 a 17,10 m		
		SP		13,00	13,45		SPT	5	6	7			
		LV		13,45	14,00								
		SP		14,00	14,45		SPT	6	7	11			
		LV		14,45	15,00		INF						
*MÉTODOS DE PERFURAÇÃO	SR - SONDAGEM ROTATIVA		RD - ROTATIVA DIAMANTE				**TERMINAIS	SPT - STANDART PENETRATION TEST			VISTO:		
	TE - TRADO ESPIRAL		LV - LAVAGEM					INF - INFILTRAÇÃO			APROVADO:		
	TC - TRADO CONCHA		LT - LAVAGEM POR TEMPO					EPA - ENSAIO PERDA D'ÁGUA					

[illegible]

PERFIL DA SONDAGEM SP-128

COHIDRO consultoria estudos projetos				PERFIL (log) INDIVIDUAL DE SONDAGEM									
LOCAL: GUAPI-AÇU				INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL				DATA INÍCIO: 26/11/2012				Nº SONDAGEM	
OBRA: BARRAGEM DO GUAPI-AÇU				COORDENADAS N: 7503824 E: 722162				DATA TÉRMINO: 28/11/2012				SP-128	
COTA (m): 9,00				CLASSIFICADA POR:				FOLHA: _1_/_1_					
Nº DO FURO, MÉTODO DE PERFURAÇÃO E REVESTIMENTO	PROF. E N. A. (m)	ESCALA GRÁFICA (1:100)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	ENSAYO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA		CONDUZIVIDADE		OBSERVAÇÕES					
				PROF. DO ENSAYO (m)	K eq. (cm/s)	PROF. DO ENSAYO (m)	K eq. (cm/s)						
	1,45			1/15				0,11 - 2,00 = Argila com pouco silte, cor marrom claro					
	2,45			1									
	3,45			8				2,00 - 5,00 = Areia fina pouco argilosa, com mica, cor cinza escuro					
	4,45			2									
	5,45			1/15				5,00 - 6,00 = Argila com areia fina, cor cinza					
	6,45			3				6,00 - 7,00 = Argila com areia fina e média, cor cinza esverdeado					
	7,45		NA (8,00)	29				7,00 - 8,00 = Areia média a grossa com seixos de tamanhos variando de 0,3 e 2 mm bastante angulosos, cor laranja devido à presença de ferro					
	8,45			9				8,00 - 10,00 = Argila com areia fina e muita mica, cor cinza					
	9,45			10									
	10,45			10									
	11,45			12				10,00 - 15,00 = Argila com areia fina, caulinita e muita mica, cor cinza escuro					
	12,45			12									
	13,45			13									
	14,45			18									
	15,45			18									
	16,30			30*				15,00 - 17,10 = Areia fina a média com argila, caulinita e muita mica, cor cinza escuro					
	17,03			30/30*				17,10 - Impenetrável (Bloco ou rocha sã)					

Leituras do nível d'água			DESENHO N°		CONDUZIVIDADE HIDRAULICA				AUTOR/DESENHO		DATA	
Data	Prof. do Furo	Nível d'água	TEMPO	AVANÇO de - a (m)	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEAB. EQUIVAL.(cm/s)				
26/11/2012	17,03	8,80	10 min	2 cm	H1	MUITO BAIXA	MEHOR QUE 0,1 l/min m kg/cm²	$K < 10^{-10}$				
			10 min	0 cm	H2	BAIXA	DE 0,1 a 1,0 l/min m kg/cm²	$10^{-8} < K < 10^{-7}$				
			10 min	0 cm	H3	MÉDIA	DE 1,0 a 5,0 l/min m kg/cm²	$10^{-7} < K < 5.10^{-6}$				
			10 min	0 cm	H4	ALTA	DE 5,0 a 10,0 l/min m kg/cm²	$5.10^{-6} < K < 10^{-5}$				
			10 min	0 cm	H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10,0 l/min m kg/cm²	$10^{-5} < K$				

OBSERVAÇÕES:

1) Todas as profundidades indicadas referem-se ao comprimento do furo.

*Golpes iniciais

Anexo 3 – Cálculo da vazão máxima do reservatório



Governo do Estado de Rio de Janeiro
Secretaria de Estado do Ambiente – SEA

Contrato nº 014/2011

“Elaboração de Serviços para Adequação do Projeto Básico, Memorial Descritivo do Projeto Revisado, Licenciamento Ambiental e Estudos de Impacto Ambiental, Elaboração de Projeto Executivo, Base Cartográfica, Levantamento Fundiário e Cadastral da Barragem no Rio Guapiaçu, Situado no Município de Cachoeiras de Macacu - RJ”

RELATÓRIO TÉCNICO ESPECÍFICO
RELATÓRIO DE
ESTUDOS HIDROLÓGICOS

JAN/2013

SUMÁRIO

1	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	3
1.1	Análise de Consistência dos Dados Hidrológicos	3
1.1.1	Preenchimento das Séries de Vazões Médias Mensais no Eixo Barrável	5
1.1.2	Séries De Vazões Médias Mensais No Eixo Barrável	10
1.1.3	Dimensionamento Das Vazões Características Do Barramento	12

1 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

1.1 Análise de Consistência dos Dados Hidrológicos

Os dados hidrológicos utilizados nos estudos foram obtidos junto ao banco de dados HydroWeb, da Agência Nacional de Águas – ANA, e da extinta Superintendência Estadual de Rios e Lagoas – SERLA, que forneceu as séries diárias dos postos telemétricos inseridos na região.

Tabela 4.1 – Postos fluviométricos existentes na região hidrográfica

Posto	Nome	Latitude	Longitude	Área (km²)	Rio	Responsável
59240000	Parque Ribeira	22°35'19"	42°44'11"	258	Macacu	ANA
59235000	Cachoeira de Macacu	22°29'00"	42°40'00"	148	Macacu	ANA
59245000	Quinzanga	22°34'00"	42°51'00"	352	Guapi-Açu	ANA
59235002	Cachoeira de Macacu	22°28'43"	42°39'27"	146,49	Macacu	SERLA
59237000	Japuiba	22°33'37"	42°41'37"	253,4	Macacu	SERLA
59242000	Duas Barras	22°26'18"	42°45'40"	83	Guapi-Açu	SERLA
59245002	Quinzanga	22°33'52"	42°50'57"	349,9	Guapi-Açu	SERLA

A seleção dos postos fluviométricos representativos para os estudos hidrológicos foi realizada através da análise de consistência das séries históricas dos postos relacionados na Tabela 4.2 acima.

Adotou-se, com o critério geral, a seleção de postos que apresentassem séries de vazões com pelo menos cinco anos ou períodos completos de cheia ou estiagem. Os resultados da análise efetuada estão descritos na Tabela 4.3, e na

Tabela 4.4 estão relacionados os postos selecionados.

Tabela 4.2 – Resumo da análise dos dados disponibilizados

Posto	Descrição
59240000	Posto com séries de vazões médias diárias
59235000	Posto com séries de vazões médias diárias
59245000	Posto com séries de vazões médias diárias
59235002	Posto com séries de vazões médias diárias, porém foi excluído pelo excesso de falhas observadas.
59237000	Posto com séries de vazões médias diárias, porém foi excluído pelo excesso de falhas observadas.
59242000	Posto com séries de vazões médias diárias com falhas
59245002	Posto excluído por disponibilizar somente dados de cota

Tabela 4.3 – Posto fluviométrico selecionados

Posto	Nome	Área (km ²)	Rio	Responsável	Observação	
					Início	Fim
59240000	Parque Ribeira	258	Macacu	ANA	08//69	12/05
59235000	Cachoeira de Macacu	148	Macacu	ANA	12/31	12/78
59245000	Quinzanga	352	Guapi-Açu	ANA	08/69	12/78
59242000	Duas Barras	83	Guapi-Açu	SERLA	11/98	05/07

1.1.1 Preenchimento das Séries de Vazões Médias Mensais no Eixo Barrável

Para o preenchimento e/ ou extensão das séries históricas de vazões dos postos selecionados, foram realizadas tentativas de estabelecimento de correlação (regressão linear entre os mesmos).

A Tabela 4.5, a seguir, descreve todas as correlações realizadas e suas respectivas equações, onde, a variável y corresponde ao posto fluviométrico cujas falhas foram preenchidas e/ou estendidas e a variável x ao posto fluviométrico que serviu de base no preenchimento e/ou extensão.

Tabela 4.4 – Descrição das correlações alcançadas

Posto	Correlações alcançadas
59240000	$Q_{59240000} = 1,7396 \times (Q_{59235000}) + 0,0376 \rightarrow r^2 = 0,805$
59235000	$Q_{59235000} = 0,4648 \times (Q_{59240000}) + 1,0936 \rightarrow r^2 = 0,805$
59245000	$Q_{59245000} = 1,1184 \times (Q_{59240000}) - 0,2428 \rightarrow r^2 = 0,825$
	$Q_{59245000} = 1,6757 \times (Q_{59235000}) + 0,4677 \rightarrow r^2 = 0,7698$
59242000	$Q_{59242000} = 0,4242 \times (Q_{59240000}) + 1,08556 \rightarrow r^2 = 0,826$
	Em virtude dos postos não possírem um período comum de observações, a série foi estabelecida por correlação entre áreas de drenagem com o posto 59235000 e resultou na seguinte equação:
	$Q_{59242000} = \frac{A_{59242000}}{A_{59235000}} \times (Q_{59235000}), \quad \text{onde } A \text{ é a área de drenagem}$

Através das equações de correlação descritas na Tabela 4.5, foram geradas séries de vazões de 01/1951 até 12/2010 para os postos selecionados. Os Dados fluviométricos dos postos estão nas Tabelas 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8.

Tabela 4.5 – Dados do Posto 59240000, após a correlação para preenchimento de falhas

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1951	25,61	15,54	16,79	10,23	15,05	14,48	8,35	10,02	10,02	11,52	15,92	25,78
1952	33,96	17,31	15,64	16,04	13,64	10,49	8,84	8,21	8,21	11,29	21,78	30,83
1953	44,92	18,48	19,70	15,89	16,53	11,26	8,41	8,20	8,20	6,86	8,46	15,03
1954	20,57	39,35	14,96	12,75	10,41	6,74	5,69	6,98	6,98	17,17	16,43	20,22
1955	12,06	15,66	25,26	17,14	9,99	6,47	4,93	5,20	5,20		9,36	
1956		23,87	11,71	16,23	15,38	8,77	6,63	4,53	4,53	7,69	15,33	
1957	13,57	20,57	18,83	21,26	13,19	10,96	7,76	10,37	10,37	9,38	13,26	17,61
1958	14,39	9,54	11,59	20,04	14,89	8,18	6,89	4,61	4,61	6,40	12,28	15,59
1959	22,13	23,87	26,31	13,17	9,29	5,99	4,73	3,50	3,50	6,11	12,98	11,52
1960	9,88	9,45	24,22	15,82	7,57	8,37	6,56	4,65	4,65	14,89	21,96	34,14
1961	43,01	14,46	21,96	24,39	18,13	13,05	19,70	13,49	13,49	26,65	23,00	52,40
1962	52,05	37,27	27,18	19,00	15,73	14,11	13,57	20,04	20,04	29,79	34,48	43,01
1963	28,74	54,32	38,83	24,92	21,26	15,90	18,48	12,75	12,75	10,42	15,49	26,13
1964	40,57	22,65	23,70	25,44	20,04	21,44	16,70	11,26	11,26	10,77	25,78	41,27
1965	39,01	19,70	26,31	24,39	15,75	14,55	9,57	7,47	7,47	13,45	22,13	23,52
1966	24,74	28,22	41,44	28,22	20,57	14,82	16,51	15,99	15,99	20,39	19,87	41,27
1967	21,44	28,57	36,92	23,18	17,61	12,32	11,54	12,28	12,28	13,26	21,78	39,35
1968	33,96	43,36	27,52	14,29	8,14	10,58	8,74	7,03	7,03	10,81	21,26	23,18
1969	32,92	27,87	14,74	18,48	11,55	8,96	6,16	5,17	5,17	7,24	11,10	17,96
1970	17,61	20,39	32,22	21,26	12,79	9,10	5,94	4,94	4,94	4,23	6,77	21,09
1971	32,92	49,62	22,83	15,12	14,01	9,10	9,69	8,11	8,11	9,57	20,91	33,96
1972	13,38	21,26	12,96	20,57	14,62	8,56	7,27	5,71	5,71	6,09	22,31	21,26
1973	10,53	8,41	7,83	10,65	10,55	5,90	5,87	9,17	9,17	5,67	6,94	14,44
1974	25,09	11,62	10,27	13,82	10,37	9,31	5,59	4,16	4,16	4,56	14,41	17,23
1975	17,19	12,04	15,09	13,68	13,42	10,18	8,16	8,67	8,67	5,24	11,80	17,78
1976	17,78	17,61	23,00	27,35	13,05	10,93	9,07	7,50	7,50	12,39	17,61	31,53
1977	15,40	14,70	13,73	17,78	15,54	11,73	7,19	4,37	4,37	5,99	11,12	11,85
1978	13,31	6,53	14,34	9,00	6,96	6,13	4,00	5,97	5,97	3,22	14,84	19,00
1979	18,48	23,18	32,05	14,76	12,09	8,77	7,14	8,01	8,01	5,50	8,39	10,39
1980	29,96	29,09	23,00	23,52	20,91	16,72	13,97	9,62	9,62	5,05	6,94	12,53
1981	28,39	29,44	14,01	8,44	8,94	8,39	6,27	5,19	5,19	11,19	17,10	22,48
1982	15,87	16,93	12,27	9,36	7,12	5,85	5,48	4,58	4,58	4,37	7,31	9,07
1983	22,31	33,09	24,39	22,13	15,16	12,48	14,37	11,73	11,73	9,15	11,82	34,83
1984	42,31											
1985			14,63	18,48	17,10	13,89	14,72	15,83	15,83	19,17	29,44	23,00
1986	32,74	31,70	28,39	24,92	19,17	10,21	10,84	7,48	7,48	7,26	11,00	20,57
1987	17,61	17,23	21,78	14,16	10,49	9,05	8,81	8,49	8,49	7,41	9,36	13,28
1988	12,84	11,73	15,49	12,46	7,80	6,70	5,60	3,80	3,80	8,28	20,30	21,10
1989	19,90	7,22	5,74	5,19	3,23	3,11	3,63	2,97	2,97	7,61	13,00	7,81
1990	5,28	7,56	11,70	15,20	11,20	7,48	4,87	5,54	5,54	8,87	19,10	31,90
1991	14,80	15,00	22,70	17,20	10,40	5,51	5,42	5,04	5,04	11,00	14,00	11,80
1992	14,10	20,00	16,10	10,80	14,70	7,01	6,56	5,56	5,56	10,70	24,80	15,00
1993	14,30	7,71	11,00	11,50	7,61	7,03	4,45	3,98	3,98	9,96	8,04	15,10
1994	21,00	18,10	10,70	13,00	10,50	8,89	7,62	6,17	6,17	10,80	17,20	9,42
1995	13,50	14,40	11,30	9,78	9,06	6,76	8,17	7,55	7,55	6,50	5,62	13,10
1996	16,90	8,66	7,14	9,53	6,54	9,47	10,50	9,83	9,83	9,42	23,20	23,20
1997	18,90	12,20	9,68	10,40	10,20	7,92	5,77	5,87	5,87	3,91	12,30	10,80
1998	26,37	36,19	18,45	15,69	11,27	8,63	10,96	6,75	6,75	6,12	13,14	18,35
1999	18,06	12,12	4,74	6,90	3,17	3,61	2,92	4,16	4,16	6,28	13,54	28,59
2000				14,71	7,64	5,75	5,85	4,09	4,09	7,10	10,53	
2001		14,55	20,43	18,67	8,77	7,24	5,05	8,78	8,78	9,12	6,17	14,90
2002	18,50	10,91	15,55	13,07	9,25	14,21	7,20	7,20	7,20	13,66	13,70	15,90
2003	10,55	7,07	9,29	13,77	7,98					6,74	11,32	13,94
2004	29,48	24,56	20,33	14,57	13,26	7,28	5,08	5,75	5,75	7,91	12,29	8,51
2005	11,05	11,00	10,71	10,75	5,51	4,20	4,17	3,70	3,70	4,84	8,68	7,76
2006	12,66	14,10	9,58	14,77	12,87	10,35	5,71	8,18	8,18	8,57	8,36	20,17
2007	14,23	23,78	15,51	10,37	15,60	14,05	11,72	4,87	4,87	6,31	18,84	10,71
2008	21,66	21,35	19,04	16,15	14,27	12,90	12,45	5,24	5,24	11,42	10,50	13,01
2009	7,50	5,47	8,12	9,63	9,97	6,33	7,09	7,57	7,57	8,00	17,35	11,12
2010	24,19		32,12			6,88	6,38	5,00	8,40	17,01	21,16	24,19

* dados preenchidos através Equação de transferência

Tabela 4.6 – Dados do Posto 59235000, após a correlação para preenchimento de falhas

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1951	10,10	11,70	18,50	12,20	7,33	5,21	3,39	2,82	2,22	2,41	3,87	12,10
1952	18,90	28,50	13,10	8,67	8,03	5,21	5,55	4,64	6,49	5,48	12,00	19,50
1953	7,67	12,20	7,43	11,80	8,38	4,90	4,16	3,26	3,84	3,48	12,80	12,20
1954	6,03	4,81	4,48	6,10	6,04	3,37	3,35	5,25	4,01	3,24	3,97	8,28
1955	14,40	6,66	5,88	7,92	5,94	5,33	3,19	2,37	2,24	2,60	8,26	9,88
1956	9,86	6,90	8,65	7,84	7,69	5,83	4,67	4,96	3,20	2,99	6,76	10,20
1957	10,20	10,10	13,20	15,70	7,48	6,26	5,19	4,29	7,35	7,10	10,10	18,10
1958	8,83	8,43	7,87	10,20	8,91	6,72	4,11	2,49	2,51	3,42	6,37	6,79
1959	7,63	3,73	8,22	5,15	3,98	3,50	2,28	3,41	1,51	1,83	8,51	10,90
1960	10,60	13,30	18,40	8,46	6,93	5,02	4,08	4,58	4,18	3,14	4,80	5,95
1961	17,20	16,70	13,20	13,50	12,00	9,59	8,01	5,51	3,95	2,88	3,97	7,18
1962	16,30	16,90	8,03	4,83	5,12	4,80	3,58	2,96	3,96	6,41	9,81	12,90
1963	9,10	9,71	7,03	5,36	4,07	3,34	3,13	2,61	2,05	2,49	4,18	5,19
1964	12,80	19,00	14,00	12,70	8,69	7,15	8,24	6,72	6,08	5,24	6,77	20,00
1965	24,30											
1966			8,39	10,60	9,81	7,96	8,44	9,08	9,24	11,00	16,90	13,20
1967	18,80	18,20	16,30	14,30	11,00	5,85	6,21	4,28	4,36	4,15	6,30	11,80
1968	10,10	9,88	12,50	8,12	6,01	5,18	5,04	4,86	4,79	4,24	5,36	7,61
1969	7,36	6,72	8,88	7,14	4,46	3,83	3,20	3,14	2,27	5,47	9,05	9,65
1970	8,16	3,67	3,58	3,00	2,28	2,26	2,65	2,23	3,24	4,97	6,75	3,77
1971	2,75	3,99	5,51	7,24	7,81	5,60	4,43	4,66	4,86	5,76	10,50	20,40
1972	9,13	9,77	12,70	10,70	6,77	4,36	3,96	4,17	3,12	7,15	9,39	8,20
1973	7,43	12,50	9,19	6,65	8,38	3,72	5,92	4,64	4,80	4,59	11,70	7,71
1974	8,60	6,13	4,82	5,50	4,14	4,71	3,13	2,55	2,59	3,45	4,56	6,45
1975	7,07	7,78	6,93	6,55	4,94	3,76	3,30	2,30	2,47	4,51	5,89	5,32
1976	9,93	7,22	5,63	4,37	4,55	3,56	4,30	4,47	4,64	6,43	4,49	13,60
1977	11,60	6,69	4,79	7,76	5,11	3,10	2,36	1,99	2,27	1,91	5,46	9,70
1978	11,50	8,00	5,89	5,92	6,03	5,04	3,41	3,11	2,64	2,07	5,64	4,54
1979	13,35	17,91	9,67	8,39	6,33	5,11	6,19	4,23	5,11	3,94	7,20	9,62
1980	9,49	6,73	3,30	4,30	2,57	2,77	2,45	3,03	3,18	4,01	7,39	14,38
1981				7,93	4,65	3,77	3,81	2,99	2,57	4,40	5,99	1,09
1982	1,09	7,86	10,59	9,77	5,17	4,46	3,44	5,18	3,55	5,33	3,96	8,02
1983	9,69	6,16	8,32	7,17	5,39	7,70	4,44	4,44	8,79	7,44	7,46	8,48
1984	6,00	4,38	5,41	7,49	4,80				3,07	4,23	6,35	7,57
1985	14,80	12,51	10,54	7,87	7,26	4,48	3,46	3,77	3,98	4,77	6,81	5,05
1986	6,23	6,21	6,07	6,09	3,66	3,05	3,03	2,82	3,66	3,34	5,13	4,70
1987	6,98	7,65	5,55	7,96	7,08	5,90	3,75	4,90	5,77	5,08	4,98	10,47
1988	7,71	12,15	8,30	5,92	8,35	7,62	6,54	3,36	2,22	4,03	9,85	6,07
1989	11,16	11,02	9,95	8,60	7,73	7,09	6,88	3,53	4,55	6,40	5,97	7,14
1990	4,58	3,64	4,87	5,57	5,73	4,04	4,39	4,61	6,02	4,81	9,16	6,26
1991	12,11	9,58	7,49		5,67	3,03	4,51	3,62	4,31	14,11	4,15	5,21
1992	8,48	5,14	4,43	3,64	3,04	2,58	3,63	4,82	9,37	6,95	7,07	6,82
1993	4,66	4,88	4,75	6,67	4,75	5,53	3,69	3,36	3,92	3,96	5,59	7,09
1994	10,84	9,47	13,21	14,66	7,98	6,67	5,15	4,59	4,35	4,70	6,93	12,31
1995	8,65	11,18	1,09	6,09	7,22	4,07	3,27	2,95	3,37	5,44	6,91	9,76
1996	13,07	10,95	10,14	7,68	6,75	4,71	3,90	3,64	7,59	3,85	7,82	7,90
1997	18,17	7,80	7,45	4,96	3,96	3,46	2,82	3,35	3,40	4,07	5,00	6,80
1998	6,97	18,47	7,44	5,17	3,52	5,49	3,60	3,37	3,39	5,53	6,45	8,96
1999	6,51	4,48	6,38	4,95	3,58	3,33	3,13	3,08	2,22	2,16	4,34	4,54
2000	5,43	4,46	4,39	5,19	2,48	2,18	3,04	3,18	4,94	3,24	3,93	4,83
2001	6,27	3,95	3,07	3,11	3,55	2,77	2,69	2,24	2,26	2,10	4,31	8,62
2002	7,06	5,46	4,40	2,88	2,82	2,31	2,44	2,02	3,37	2,20	3,72	7,03
2003	6,17	3,06	4,32	2,74	2,49	2,20	2,11	3,07	3,00	3,75	5,74	9,86
2004	15,10	10,62	8,65	5,91	4,14	3,72	4,29	2,54	2,10	3,14	7,55	6,00
2005	11,54	17,04	14,40	8,35	6,28	4,41	4,55	2,42	3,40	2,68	5,90	
2006								2,86	2,98	2,97		5,99
2007	9,37	7,76	2,27		3,60	2,67						6,62
2008	6,66	7,47	10,64	7,97	4,24	3,65	2,69	2,19	2,78	3,78	6,05	
2008		13,34	4,90	9,34	4,22	4,29	4,03	4,06	3,94	9,91	14,14	18,96
2010	12,34		16,02			4,29	4,06	3,42	5,00	9,00	10,93	7,31

* dados preenchidos através Equação de transferência

Tabela 4.7 – Dados do Posto 59245000, após a correlação para preenchimento de falhas

Data	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1951	17,39	20,07	31,47	20,91	12,75	9,20	6,15	5,19	4,19	4,51	6,95	20,74
1952	32,14	48,23	22,42	15,00	13,92	9,20	9,77	8,24	11,34	9,65	20,58	33,14
1953	13,32	20,91	12,92	20,24	14,51	8,68	7,44	5,93	6,90	6,30	21,92	20,91
1954	10,57	8,53	7,97	10,69	10,59	6,11	6,08	9,27	7,19	5,90	7,12	14,34
1955	24,60	11,63	10,32	13,74	10,42	9,40	5,81	4,44	4,22	4,82	14,31	17,02
1956	16,99	12,03	14,96	13,61	13,35	10,24	8,29	8,78	5,83	5,48	11,80	17,56
1957	17,56	17,39	22,59	26,78	13,00	10,96	9,16	7,66	12,78	12,37	17,39	30,80
1958	15,26	14,59	13,66	17,56	15,40	11,73	7,35	4,64	4,67	6,20	11,14	11,85
1959	13,25	6,72	14,24	9,10	7,14	6,33	4,29	6,18	3,00	3,53	14,73	18,73
1960	18,23	22,75	31,30	14,64	12,08	8,88	7,30	8,14	7,47	5,73	8,51	10,44
1961	29,29	28,45	22,59	23,09	20,58	16,54	13,89	9,70	7,09	5,29	7,12	12,50
1962	27,78	28,79	13,92	8,56	9,05	8,51	6,47	5,43	7,10	11,21	16,91	22,08
1963	15,72	16,74	12,25	9,45	7,29	6,06	5,71	4,84	3,90	4,64	7,47	9,16
1964	21,92	32,31	23,93	21,75	15,03	12,45	14,28	11,73	10,66	9,25	11,81	33,98
1965	41,19											
1966			14,53	18,23	16,91	13,81	14,61	15,68	15,95	18,90	28,79	22,59
1967	31,97	30,97	27,78	24,43	18,90	10,27	10,87	7,64	7,77	7,42	11,02	20,24
1968	17,39	17,02	21,41	14,07	10,54	9,15	8,91	8,61	8,49	7,57	9,45	13,22
1969	12,80	11,73	15,35	12,43	7,94	6,89	5,83	4,93	2,99	9,11	19,20	23,40
1970	22,30	13,10	9,35	7,38	5,13	4,45	3,88	4,47	9,14	13,80	20,10	12,00
1971	7,53	11,30	12,60	12,20	11,60	11,20	6,40	7,47	10,90	9,38	21,40	33,00
1972	14,00	20,80	19,40	15,80	7,52	5,04	4,90	5,68	3,36	9,45	16,50	12,00
1973	16,70	23,60	16,20	10,00	16,70	7,05	5,13	3,34	6,15	10,90	30,20	21,40
1974	14,20	8,18	12,80	14,00	5,98	6,15	3,57	3,02	4,70	12,00	8,18	20,50
1975	25,10	22,90	13,50	12,80	10,10	7,96	5,56	3,45	5,30	11,70	23,10	12,60
1976	13,30	16,60	13,60	10,20	9,22	7,35	8,01	7,83	9,18	13,20	13,30	18,30
1977	16,10	7,96	6,21	9,49	5,31	3,57	3,11	4,71	5,57	7,23	25,10	31,80
1978	27,40	13,80	10,40	9,75	9,08	6,48	5,36	4,66	4,33	3,79	12,50	8,95
1979	29,25	40,23	20,39	17,30	12,36	9,41	12,01	7,31	9,43	6,60	14,45	20,28
1980	19,96	13,31	5,06	7,47	3,30	3,79	3,02	4,41	4,78	6,78	14,90	31,73
1981				16,21	8,30	6,19	6,30	4,33	3,30	7,70	11,53	
1982		16,03	22,61	20,64	9,57	7,85	5,41	9,58	5,65	9,96	6,66	16,42
1983	20,45	11,96	17,15	14,37	10,10	15,65	7,81	7,81	18,27	15,03	15,08	17,54
1984	11,56	7,66	10,15	15,16	8,68				4,52	7,30	12,42	15,35
1985	32,73	27,23	22,49	16,05	14,59	7,90	5,44	6,19	6,71	8,60	13,50	9,27
1986	12,12	12,06	11,74	11,78	5,92	4,45	4,42	3,90	5,92	5,17	9,46	8,44
1987	13,92	15,53	10,47	16,28	14,15	11,33	6,14	8,91	11,01	9,34	9,11	22,32
1988	15,67	26,35	17,10	11,36	17,20	15,47	12,86	5,20	2,47	6,81	20,83	11,74
1989	23,98	23,64	21,05	17,82	15,72	14,18	13,68	5,62	8,07	12,53	11,50	14,31
1990	8,15	5,87	8,84	10,53	10,91	6,84	7,69	8,22	11,61	8,70	19,16	12,19
1991	26,26	20,17	15,15		10,76	4,42	7,98	5,84	7,50	31,07	7,12	9,67
1992	17,53	9,50	7,79	5,89	4,44	3,32	5,85	8,73	19,66	13,85	14,13	13,54
1993	8,35	8,87	8,55	13,18	8,56	10,43	6,00	5,20	6,57	6,65	10,58	14,18
1994	23,20	19,91	28,93	32,39	16,32	13,17	9,52	8,18	7,60	8,45	13,82	26,76
1995	17,94	24,04		11,79	14,50	6,91	4,98	4,23	5,24	10,21	13,75	20,60
1996	28,58	23,48	21,52	5,59	13,37	8,47	6,52	5,87	15,39	6,39	15,93	16,14
1997	40,85	15,88	15,03	9,05	6,66	5,45	3,91	5,19	5,29	6,91	9,15	13,48
1998	13,90	41,56	15,02	9,55	5,60	10,33	5,79	5,24	5,28	10,44	12,65	18,69
1999	12,80	7,92	12,47	9,03	5,75	5,14	4,66	4,54	2,46	2,31	7,57	8,04
2000	10,20	7,84	7,68	9,62	3,09	2,36	4,44	4,79	9,01	4,91	6,59	8,75
2001	12,20	6,64	4,52	4,61	5,67	3,81	3,59	2,52	2,55	2,17	7,50	17,88
2002	14,13	10,27	7,71	4,05	3,91	2,69	2,99	1,98	5,24	2,41	6,09	14,04
2003	11,97	4,49	7,51	3,71	3,12	2,43	2,21	4,51	4,35	6,14	10,95	20,86
2004	33,47	22,68	17,94	11,34	7,09	6,06	7,44	3,24	2,17	4,68	15,30	11,56
2005	24,88	38,12	31,76	17,21	12,22	7,73	8,07	2,94	5,30	3,56	11,32	
2006							4,00	4,29	4,28		11,53	19,66
2007	2,58		5,78	3,53						13,05	13,14	15,10
2008	16,31	7,32	5,90	3,60	2,39	3,82	6,22	11,67			29,21	8,91
2009	7,27	7,44	6,82	6,89	6,61	20,96	31,15	42,75	26,81		35,67	
2010	7,45	6,89	5,34	9,15	18,78	23,42	14,72	8,37				

* dados preenchidos através Equação de transferência

Tabela 4.8 – Dados do Posto 59242000, após a correlação para preenchimento de falhas

Data	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1951	5,63	6,52	10,31	6,80	4,09	2,90	1,89	1,57	1,24	1,34	2,16	6,75
1952	10,54	15,89	7,30	4,83	4,48	2,90	3,09	2,59	3,62	3,06	6,69	10,87
1953	4,28	6,80	4,14	6,58	4,67	2,73	2,32	1,82	2,14	1,94	7,14	6,80
1954	3,36	2,68	2,50	6,40	3,37	1,88	1,87	2,93	2,24	1,81	2,21	4,62
1955	8,03	3,71	3,28	4,42	3,31	2,97	1,78	1,32	1,25	1,45	4,61	5,51
1956	5,50	3,85	4,82	4,37	4,29	3,25	2,60	2,77	1,78	1,67	3,77	5,69
1957	5,69	5,63	7,36	8,75	4,17	3,49	2,89	2,39	4,10	3,96	5,63	10,09
1958	4,92	4,70	4,39	5,69	4,97	3,75	2,29	1,39	1,40	1,91	3,55	3,79
1959	4,25	2,08	4,58	2,87	2,22	1,95	1,27	1,90	0,84	1,02	4,74	6,08
1960	5,91	7,42	10,26	4,72	3,86	2,80	2,27	2,55	2,33	1,75	2,61	3,32
1961	9,59	9,31	7,36	7,53	6,69	5,35	4,47	3,07	2,20	1,61	2,21	4,04
1962	9,09	9,42	4,48	2,69	2,85	2,68	2,00	1,65	2,21	3,57	5,47	7,19
1963	5,07	5,41	3,92	2,99	2,27	1,86	1,75	1,46	1,14	1,39	2,33	2,89
1964	7,14	10,59	7,81	7,08	4,85	3,99	4,59	3,75	3,39	2,92	3,77	11,15
1965	13,55											
1966			4,68	5,91	5,47	4,44	4,71	5,06	5,15	6,13	9,42	7,36
1967	10,48	10,15	9,09	7,97	6,13	3,26	3,46	2,39	2,43	2,31	3,51	6,58
1968	5,63	5,51	6,97	4,53	6,35	2,89	2,81	2,71	2,67	2,36	2,99	4,24
1969	4,10	3,75	4,95	3,98	2,49	2,14	1,78	2,70	2,21	4,60	9,70	10,04
1970	9,53	4,15	3,52	3,29	2,46	2,40	2,63	2,35	3,53	4,31	6,60	4,40
1971	3,33	4,29	6,05	7,53	5,84	4,26	3,15	3,44	4,83	4,85	9,19	14,62
1972	7,36	7,45	10,71	8,38	5,50	3,42	3,38	3,22		5,75	7,02	6,09
1973	7,07	9,57	7,92	5,67	7,32	4,06	3,87	3,44	4,22	5,62	11,61	7,45
1974	7,15	4,36	5,75	5,96	4,31	4,07	2,97	2,77	3,01	5,31	4,50	7,49
1975	9,99	8,76	5,62	6,06	5,54	4,86	4,32	3,70		5,67	8,38	5,08
1976	6,81	7,19	5,88	5,23	4,93	3,95	4,55	4,29	3,29	3,84	3,47	6,64
1977	8,25	4,76	4,11	5,13	3,86	5,10	5,54	5,26	5,45	5,08	10,93	10,93
1978	9,10	6,26	5,19	5,50	5,41	4,45	3,53	3,58	3,07	2,74	6,30	5,67
1979	12,27	16,44	8,91	7,74	5,87	4,75	5,73	3,95	4,75	3,68	6,66	8,87
1980	8,75	6,23	3,1	4,01	2,43	2,62	2,32	2,85	2,99	3,75	6,83	13,21
1981				7,33	4,33	3,52	3,57	2,82	2,43	4,10	5,55	
1982		7,26	9,75	9,01	4,81	4,16	3,23	4,81	3,32	4,95	3,70	7,41
1983	8,93	5,71	7,68	6,63	5,01	7,11	4,14	4,14	8,11	6,88	6,90	7,83
1984	5,56	4,08	5,03	6,93	4,47				2,89	3,94	5,89	7,00
1985	13,59	11,50	9,71	7,27	6,71	4,17	3,24	3,52	3,72	4,44	6,30	4,70
1986	5,77	5,75	5,63	5,65	3,42	2,87	3,85	2,66	3,42	3,14	4,77	4,38
1987	6,46	7,07	5,15	7,35	6,55	5,48	3,51	4,56	5,35	4,72	4,63	9,64
1988	7,12	11,17	7,66	5,48	7,70	7,05	6,06	3,15	2,12	3,76	9,08	5,63
1989	10,27	10,14	9,16	7,94	7,14	6,56	6,37	3,31	4,24	5,93	5,44	6,60
1990	4,27	3,41	4,53	5,17	5,31	3,77	4,09	4,30	5,58	4,48	8,45	5,80
1991	11,14	8,83	6,92		5,26	2,85	4,20	3,39	4,02	12,96	3,88	4,84
1992	7,83	4,78	4,13	3,41	2,86	2,44	3,40	4,49	8,64	6,43	6,54	6,31
1993	4,34	4,54	4,42	6,18	4,42	5,13	3,45	3,15	3,67	3,70	5,19	6,56
1994	9,98	8,73	12,15	13,46	7,37	6,17	4,79	4,28	4,06	4,38	6,42	11,33
1995	7,98	10,29		5,65	6,68	3,80	3,07	2,78	3,16	5,05	6,39	8,99
1996	12,02	10,08	9,34	7,09	6,25	4,39	3,65	3,41	7,02	3,60	7,22	7,30
1997	16,67	7,20	6,88	4,61	3,70	3,24	2,66	3,15	3,19	3,80	4,65	6,29
1998	6,45	16,94	6,88	4,80	3,30	5,09	3,37	3,16	3,18	5,14	5,98	8,90
1999	6,03	4,18	5,03	4,67	3,54	3,64	3,17	3,18	2,83	4,18	7,09	3,89
2000	5,71	5,31	4,71	4,35	2,25	1,65	2,40	3,37	4,14	2,43	2,80	4,67
2001	7,06	3,69	2,89	2,92	2,56	1,99	2,41	1,76	2,15	2,00	4,02	7,96
2002	1,89	2,86	2,19	1,90	2,66	2,27	1,81	1,93	1,99	1,87	3,02	5,02
2003	5,78	2,88	4,03	3,86	3,12	2,77	2,87	3,02	2,83	3,51	5,33	9,09
2004	13,87	9,78	7,98	5,48	3,87	3,48	4,00	2,40	2,00	2,95	6,98	5,56

1.1.2 Séries De Vazões Médias Mensais No Eixo Barrável

O posto fluviométrico mais próximo ao eixo barrável Guapi-Açu Jusante é o de número **59245000**, logo ele foi selecionado para ser o posto base para o estudo de vazões no ponto do barramento.

Na a geração das séries de vazões médias mensais no local proposto para o barramento, as séries históricas foram preenchidas e estendidas através da relação entre áreas de drenagem do posto existente mais próximo ao eixo (**59245000**), e do ponto do barramento. Assim, a descrição da correlação entre as vazões é apresentada a seguir (Tabela 4.10):

Tabela 4.9 – Equações de transferência de dados, para os pontos de interesses

Barramento	Equação de transferência	Posto Base	Área de drenagem do posto base (km ²)	Área de drenagem do barramento (km ²)
Guapi-Açu Jusante (GAJ)	$Q_{GAJ} = \left(\frac{A_{Guapi-AçuJusante.}}{A_{59245000}} \right) \cdot Q_{59245000}$	59245000	355,2	295

Através da equação de transferência descrita na Tabela 4.10, uma série de vazões foi gerada especificamente para o ponto do barramento. Esta série está descrita na Tabela 4.11, a seguir.

Tabela 4.10 – Dados fluviométricos gerados para o ponto de barramento GAJ

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1951	14,44	16,67	26,14	17,37	10,59	7,64	5,11	4,31	3,48	3,75	5,77	17,22
1952	26,69	40,06	18,62	12,46	11,56	7,64	8,11	6,84	9,42	8,01	17,09	27,52
1953	11,06	17,37	10,73	16,81	12,05	7,21	6,18	4,92	5,73	5,23	18,20	17,37
1954	8,78	7,08	6,62	8,88	8,80	5,07	5,05	7,70	5,97	4,90	5,91	11,91
1955	20,43	9,66	8,57	11,41	8,65	7,81	4,83	3,69	3,50	4,00	11,88	14,14
1956	14,11	9,99	12,42	11,30	11,09	8,50	6,88	7,29	4,84	4,55	9,80	14,58
1957	14,58	14,44	18,76	22,24	10,80	9,10	7,61	6,36	10,61	10,27	14,44	25,58
1958	12,67	12,12	11,34	14,58	12,79	9,74	6,10	3,85	3,88	5,15	9,25	9,84
1959	11,00	5,58	11,83	7,56	5,93	5,26	3,56	5,13	2,49	2,93	12,23	15,56
1960	15,14	18,89	26,00	12,16	10,03	7,38	6,06	6,76	6,20	4,76	7,07	8,67
1961	24,33	23,63	18,76	19,18	17,09	13,74	11,54	8,06	5,89	4,39	5,91	10,38
1962	23,07	23,91	11,56	7,11	7,52	7,07	5,37	4,51	5,90	9,31	14,04	18,34
1963	13,06	13,90	10,17	7,85	6,05	5,03	4,74	4,02	3,24	3,85	6,20	7,61
1964	18,20	26,83	19,87	18,06	12,48	10,34	11,86	9,74	8,85	7,68	9,81	28,22
1965	34,21	17,15	15,10	13,35	10,39	7,97	6,64	5,94	5,72	5,63	10,55	16,21
1966	17,45	17,15	12,07	15,14	14,04	11,47	12,13	13,02	13,25	15,70	23,91	18,76
1967	26,55	25,72	23,07	20,29	15,70	8,53	9,03	6,35	6,45	6,16	9,15	16,81
1968	14,44	14,14	17,78	11,69	8,75	7,60	7,40	7,15	7,05	6,29	7,85	10,98
1969	10,63	9,74	12,75	10,32	6,59	5,72	4,84	4,09	2,48	7,57	15,95	19,43
1970	18,52	10,88	7,77	6,13	4,26	3,70	3,22	3,71	7,59	11,46	16,69	9,97
1971	6,25	9,38	10,46	10,13	9,63	9,30	5,32	6,20	9,05	7,79	17,77	27,41
1972	11,63	17,27	16,11	13,12	6,25	4,19	4,07	4,72	2,79	7,85	13,70	9,97
1973	13,87	19,60	13,45	8,31	13,87	5,86	4,26	2,77	5,11	9,05	25,08	17,77
1974	11,79	6,79	10,63	11,63	4,97	5,11	2,96	2,51	3,90	9,97	6,79	17,03
1975	20,85	19,02	11,21	10,63	8,39	6,61	4,62	2,87	4,40	9,72	19,18	10,46
1976	11,05	13,79	11,30	8,47	7,66	6,10	6,65	6,50	7,62	10,96	11,05	15,20
1977	13,37	6,61	5,16	7,88	4,41	2,96	2,58	3,91	4,63	6,00	20,85	26,41
1978	22,76	11,46	8,64	8,10	7,54	5,38	4,45	3,87	3,60	3,15	10,38	7,43
1979	24,29	33,41	16,93	14,37	10,27	7,82	9,97	6,07	7,83	5,48	12,00	16,84
1980	16,58	11,05	4,20	6,20	2,74	3,15	2,51	3,66	3,97	5,63	12,37	26,35
1981	16,73	16,11	13,60	13,46	6,89	5,14	5,23	3,60	2,74	6,39	9,58	16,47
1982	16,73	13,31	18,78	17,14	7,95	6,52	4,49	7,96	4,69	8,27	5,53	13,64
1983	16,98	9,93	14,24	11,93	8,39	13,00	6,49	6,49	15,17	12,48	12,52	14,57
1984	9,60	6,36	8,43	12,59	7,21	7,20	6,06	5,59	3,75	6,06	10,32	12,75
1985	27,18	22,62	18,68	13,33	12,12	6,56	4,52	5,14	5,57	7,14	11,21	7,70
1986	10,07	10,02	9,75	9,78	4,92	3,70	3,67	3,24	4,92	4,29	7,86	7,01
1987	11,56	12,90	8,70	13,52	11,75	9,41	5,10	7,40	9,14	7,76	7,57	18,54
1988	13,01	21,88	14,20	9,43	14,28	12,85	10,68	4,32	2,05	5,66	17,30	9,75
1989	19,92	19,63	17,48	14,80	13,06	11,78	11,36	4,67	6,70	10,41	9,55	11,88
1990	6,77	4,88	7,34	8,75	9,06	5,68	6,39	6,83	9,64	7,23	15,91	10,12
1991	21,81	16,75	12,58	0,00	8,94	3,67	6,63	4,85	6,23	25,80	5,91	8,03
1992	14,56	7,89	6,47	4,89	3,69	2,76	4,86	7,25	16,33	11,50	11,74	11,25
1993	6,93	7,37	7,10	10,95	7,11	8,66	4,98	4,32	5,46	5,52	8,79	11,78
1994	19,27	16,54	24,03	26,90	13,55	10,94	7,91	6,79	6,31	7,02	11,48	22,22
1995	14,90	19,97	0,00	9,79	12,04	5,74	4,14	3,51	4,35	8,48	11,42	17,11
1996	23,74	19,50	17,87	4,64	11,10	7,03	5,41	4,88	12,78	5,31	13,23	13,40
1997	33,93	13,19	12,48	7,52	5,53	4,53	3,25	4,31	4,39	5,74	7,60	11,20
1998	11,54	34,52	12,47	7,93	4,65	8,58	4,81	4,35	4,39	8,67	10,51	15,52
1999	10,63	6,58	10,36	7,50	4,78	4,27	3,87	3,77	2,04	1,92	6,29	6,68
2000	8,47	6,51	6,38	7,99	2,57	1,96	3,69	3,98	7,48	4,08	5,47	7,27
2001	10,13	5,51	3,75	3,83	4,71	3,16	2,98	2,09	2,12	1,80	6,23	14,85
2002	11,74	8,53	6,40	3,36	3,25	2,23	2,48	1,64	4,35	2,00	5,06	11,66
2003	9,94	3,73	6,24	3,08	2,59	2,02	1,84	3,75	3,61	5,10	9,09	17,32
2004	27,80	18,84	14,90	9,42	5,89	5,03	6,18	2,69	1,80	3,89	12,71	9,60
2005	20,67	31,67	26,38	14,30	10,15	6,42	6,71	2,44	4,41	2,96	9,41	14,71
2006	16,30	15,24	12,85	11,08	8,67	6,76	3,33	3,57	3,56	6,96	9,58	16,33
2007	2,15	15,24	4,80	2,94	8,67	6,76	5,73	5,11	5,88	10,84	10,91	12,55
2008	13,55	6,08	4,90	3,00	1,99	3,18	5,17	9,70	5,88	7,03	24,26	7,40
2009	6,04	6,18	5,67	5,72	5,49	17,41	25,88	35,51	22,27	7,03	29,63	14,57
2010	6,19	5,73	4,44	7,60	15,60	19,45	12,23	6,95	6,16	7,03	11,82	14,57

* dados preenchidos através da média do mês dos anos

1.1.3 Dimensionamento Das Vazões Características Do Barramento

Depois da estimativa do déficit hídrico previsto para o ano de 2035 como sendo igual a **5,0 m³/s** de acordo com o crescimento populacional, levando em consideração a construção do COMPERJ, é necessária a adoção de alternativas que visem o aumento da disponibilidade hídrica na região.

A implantação de reservatórios na região mostra-se como alternativa mais promissora, para o suprimento do déficit hídrico. Logo, foram desenvolvidos estudos para a definição das cotas da crista das estruturas civis (vertedouro e barragem), os níveis d'água máximos normal, bem como o volume útil do reservatório e a dimensão da estrutura vertente.

1.1.3.1 Definição Das Vazões De Pico

Para a determinação dos níveis d'água máximos normal e máximo maximorum, é necessária a determinação das vazões de pico, ou as vazões de projeto, para o dimensionamento do vertedouro do canal de desvio e das ensecadeiras

Caso o aproveitamento esteja inserido em uma bacia que não dispõe de dados ou que os mesmos sejam escassos e exista dificuldade em se conseguir dados de bacias circunvizinhas, os eventos extremos podem ser calculados a partir da aplicação de um hidrograma sintético.

A metodologia para a determinação das vazões de projeto será feita pela utilização do método do Hidrograma Unitário Triangular, desenvolvido pelo U.S. Soil Conservation Service (SCS), do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. A determinação desses hidrogramas é feita de forma triangular, de tal forma que a área do hidrograma, corresponde ao deflúvio da bacia.

A Figura 4.3, a seguir, apresenta a forma do hidrograma unitário triangular (HUT), bem como os parâmetros que o caracterizam.

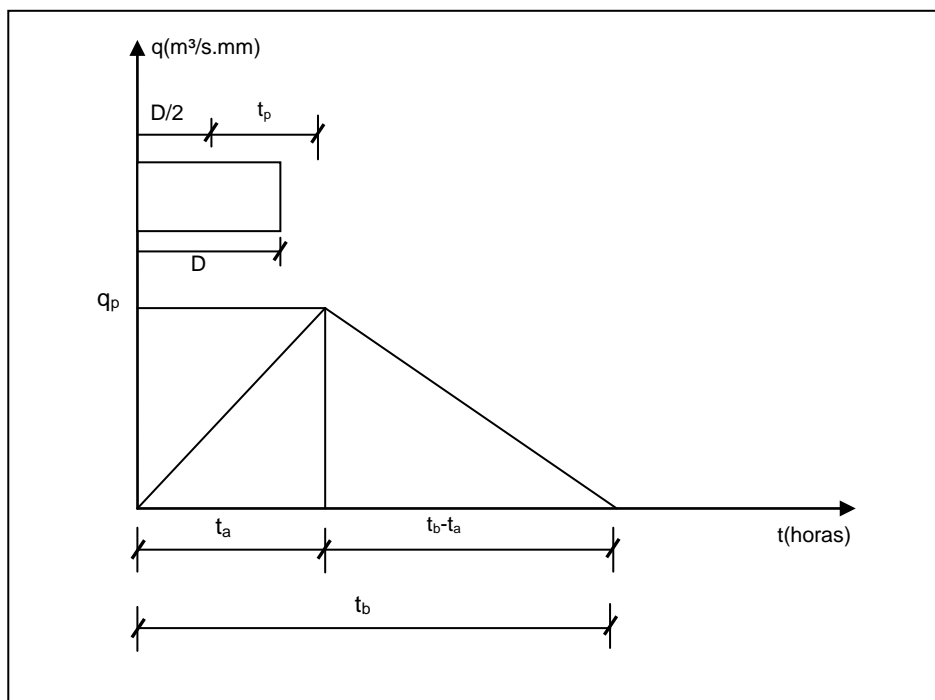


Figura 4.1 – Método do Hidrograma Triangular Sintético

A formulação dos respectivos parâmetros está exposta a seguir:

$$t_p = 0.6 * t_c \quad (4.1)$$

$$t_a = \frac{D}{2} + t_p \quad e \quad \frac{1}{5} t_c \leq D \leq \frac{1}{3} t_c \quad (4.2)$$

$$t_b = 2.67 * t_a \quad (4.3)$$

$$q_p = 0,0208 * \frac{A}{t_a} \quad (4.4)$$

Onde:

t_c – é o tempo de concentração da bacia, em horas;

t_p – é o tempo de retardamento da bacia ou tempo decorrido entre o centro de gravidade da chuva até o pico do HUT, em horas;

t_a – é o tempo de ascensão do HUT, em horas;

t_b – é o tempo de base ou duração do HUT, em horas;

q_p – é a vazão máxima ou pico do HUT, em m³/s.mm;

D – é a duração da chuva unitária, em horas;

A – é a área da bacia, em km².

Como na maioria dos casos a chuva é definida em um local ou posto, deve-se distribuí-la uniformemente por toda a bacia. Para o seu cálculo, sugere-se a adoção das equações de chuvas intensas definidas pelo Eng^o Otto Pfafstetter em seu livro “Chuvas Intensas no Brasil”. A transformação da chuva pontual em distribuída é possível através da aplicação da seguinte expressão:

$$P = P_o \left(1 - W * \log \frac{A}{A_o} \right) \quad (4.5)$$

Onde:

P – chuva distribuída, em mm;

P_o – chuva pontual, em mm;

A – área da bacia em estudo, em km²;

A_o – área da Bacia, em km², para a qual se tem, P = P_o;

W – fator de correlação.

De modo geral, A_o = 25 km² e W, segundo Taborga, para o Brasil é igual a 0,10. Efetuando-se as devidas substituições, a equação pode ser assim reescrita:

$$P = P_o \left(1 - 0,10 * \log \frac{A}{25} \right) \quad (4.6)$$

Definida a chuva distribuída, é necessária a caracterização da capacidade de infiltração do solo, da cobertura vegetal e do tipo de ocupação da bacia onde se insere o aproveitamento em estudo. Este parâmetro é definido por:

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (4.7)$$

Onde:

S – é a retenção potencial do solo, em mm;

CN ou “curve number” – é em função do tipo de ocupação da bacia, cujos valores são tabelados. Conforme as tabelas (Tabela 4.12 e

Tabela 4.13) a seguir:

Tabela 4.11 – Valores do CN para as áreas rurais.

Uso do Solo	Superfície	A	B	C	D
Solo lavrado	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	76	84	88
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	84
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras/Estradas de terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	De superfície Dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração.	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas de alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

Tabela 4.12 – Valores do CN para as áreas urbanas.

Uso do Solo	Superfície	A	B	C	D
Zonas cultivadas	Sem conservação do solo	72	81	88	91
	Com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos baldios	Em más condições	68	79	86	89
	Em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições		30	58	71	78
Bosques ou zonas florestais	Cobertura ruim	45	66	77	83
	Cobertura boa	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golf, cemitérios, boas condições	Com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
	Com relva de 50 a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios		89	92	94	95
Zonas industriais		81	88	91	93
Zonas residenciais	Área dos lotes(m²)	Percentual médio de área impermeável(%)			
	<500	65	77	85	90
	1000	38	61	75	83
	1300	30	57	72	81
	2000	25	54	70	80
	4000	20	51	68	79
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc		98	98	98	98
Arruamentos e estradas	Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
	Paralelepípedos	76	85	89	91
	Terra	72	82	87	89

O tipo de solo foi considerado entre as classes C e D, pelas recomendações da Tabela 4.14, considerando apenas as vazões características das bacias.

Tabela 4.13 – Condições de uso e ocupação do solo

Grupo do solo	Condições
Grupo A	Solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com poço silte e argila.
Grupo B	Solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundos do que o tipo A e com permeabilidade superior à média.
Grupo C	Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo.
Grupo D	Solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial

Para a construção do hidrograma, falta definir a precipitação efetiva, que representa a parcela da chuva que gera o escoamento superficial. A precipitação efetiva, P_e , é função da chuva distribuída e do valor de S e é definida pela seguinte equação:

$$P_e = \frac{(P - 0,2 * S)^2}{P + 0,8 * S} \quad \text{para } P > 0,2 S \quad (4.8)$$

$$P_e = 0 \quad \text{para } P < 0,2 S \quad (4.9)$$

1.1.3.2 Definição do tempo de concentração

O tempo de concentração utilizado na sub bacia do eixo barrável Guapi-Açu Jusante foi estimado pela Fórmula de Dooge para Grandes Bacias, o qual é definido como sendo a máxima duração necessária para que uma gota de água, caindo na superfície da bacia, encontre sua seção de saída.

$$t_c = 70,8 \times \frac{A^{0,41}}{S^{0,17}} \quad (4.10)$$

Onde:

t_c – tempo de concentração, em minutos;

A – área da bacia, em km²;

S – declividade, em m/km.

1.1.3.3 Definição das chuvas intensas

Para a definição das precipitações críticas a serem transformadas em hidrogramas de projeto é necessário que se definam algumas características, tais como: a duração, a evolução cronológica das intensidades e a distribuição espacial.

Quanto a duração da chuva, adotou-se como critério geral a duração igual ao tempo de concentração da sub bacia do eixo barrável.

Quanto à evolução cronológica das intensidades, admitiu-se a distribuição recomendada pelo *SoilConservation Service*, que corresponde a ocorrência das maiores intensidades no centro do intervalo de tempo.

Finalmente, na consideração do efeito da distribuição espacial da chuva, aplicou-se o critério de transformação chuva-ponto em chuva-área utilizando-se a formulação por TARBORGA (1975).

A equação de chuvas intensas adotada refere-se àquela definida por DER-RJ (1989) para o posto pluviométrico Cachoeira de Macacu, código 022442015, localizado nas coordenadas 22°29' S e 42°39' W, expressa por:

$$i = \frac{K \cdot T^a}{(t + b)^c} \quad (4.11)$$

Onde:

i – intensidade máxima da precipitação, mm/h;

T – período de retorno, anos;

t – duração da precipitação em min; e

K, a, b, c - são parâmetros relativos à localidade. (K=726; a=0,264; b=9 e c=0,732)

1.1.3.4 Definição do hidrograma unitário sintético

Por se tratar de uma barragem em terra, o que não admite que sua estrutura seja galgável, foram simuladas as vazões de projeto para 10, 25, 50, 100, 500, 1000 e 10.000 anos de tempo de retorno.

A partir desses resultados será definido o nível máximo do reservatório, que, por conseguinte também se definirá a cota da crista da barragem, desprezando-se os efeitos do vento. Os resultados estão expostos a seguir, respectivamente:

Tabela 4.14 – Características físicas dos eixos barráveis.

Barramento	Rio	Latitude	Longitude	Área (km²)	Desnível (m)	Comprimento do Rio (km)	CN
Guapi-Açu Jusante	Guapi-Açu	22°33'36"	42°50'45"	291,5	1085	26,5	50

Tabela 4.15 – Resumo das Vazões Máximas do eixo barrável

Barramento	Vazão - Pico da Cheia de Projeto (m³/s)							
	TR (10 anos)	TR (20 anos)	TR (25 anos)	TR (50 anos)	TR (100 anos)	TR (500 anos)	TR (1000 anos)	TR (10.000 anos)
Guapi-Açu Jusante	65,7	134	113,5	215,4	333,7 m³/s	814 m³/s	1.140,2 m³/s	3.105,5 m³/s

A seguir estão expostos os hidrogramas das vazões descritas na Tabela 4.16.

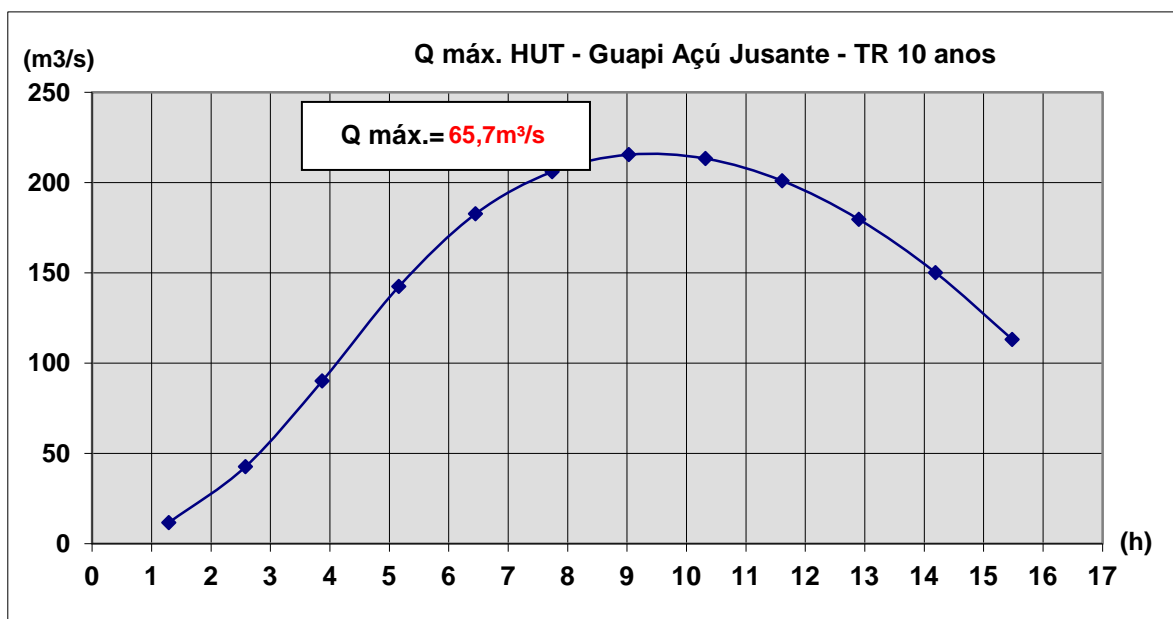


Figura 4.2 – Hidrograma de Cheia do eixo barrávelGuapi-Açu Jusante (GAJ), TR 10 anos.

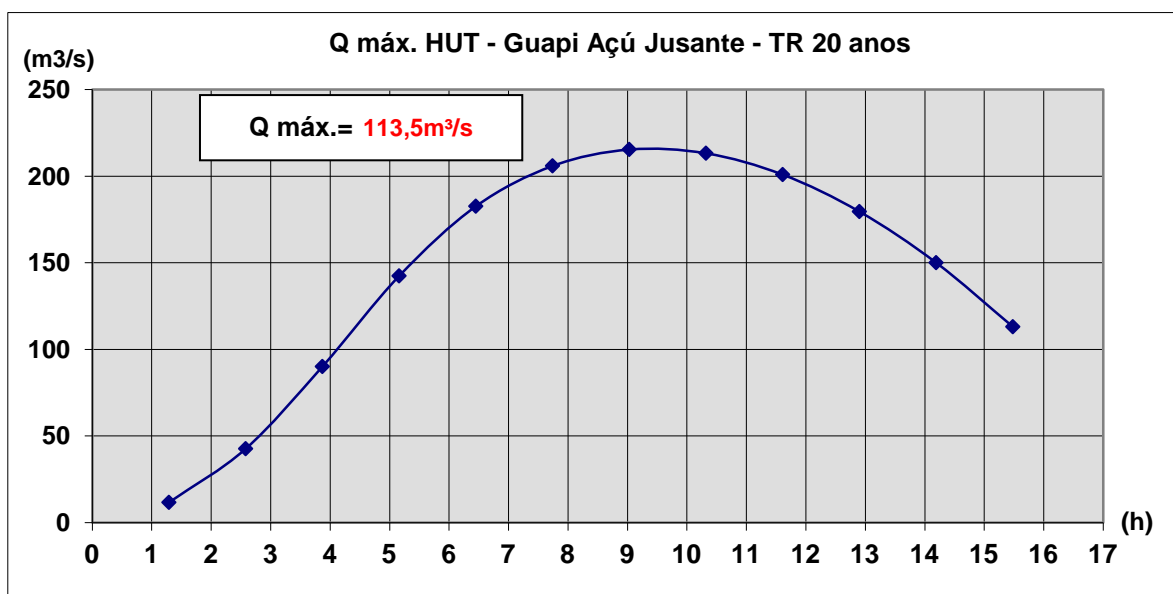


Figura 4.3 – Hidrograma de Cheia do eixo barrávelGuapi-Açu Jusante (GAJ), TR 20 anos.

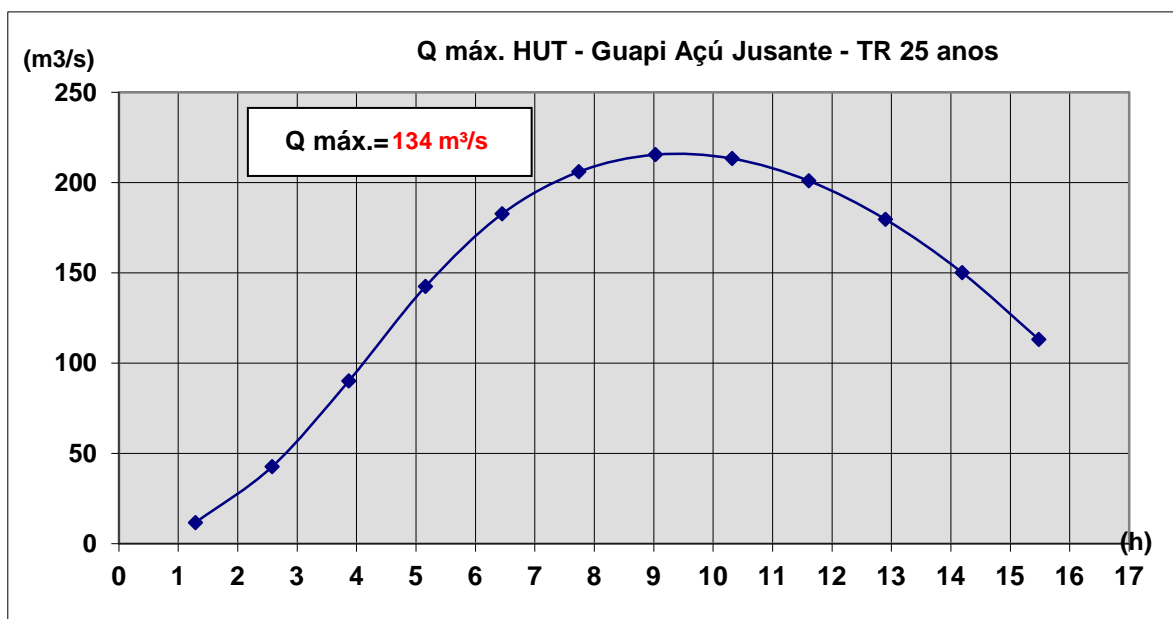


Figura 4.4 – Hidrograma de Cheia do eixo barrávelGuapi-Açu Jusante (GAJ), TR 25 anos.

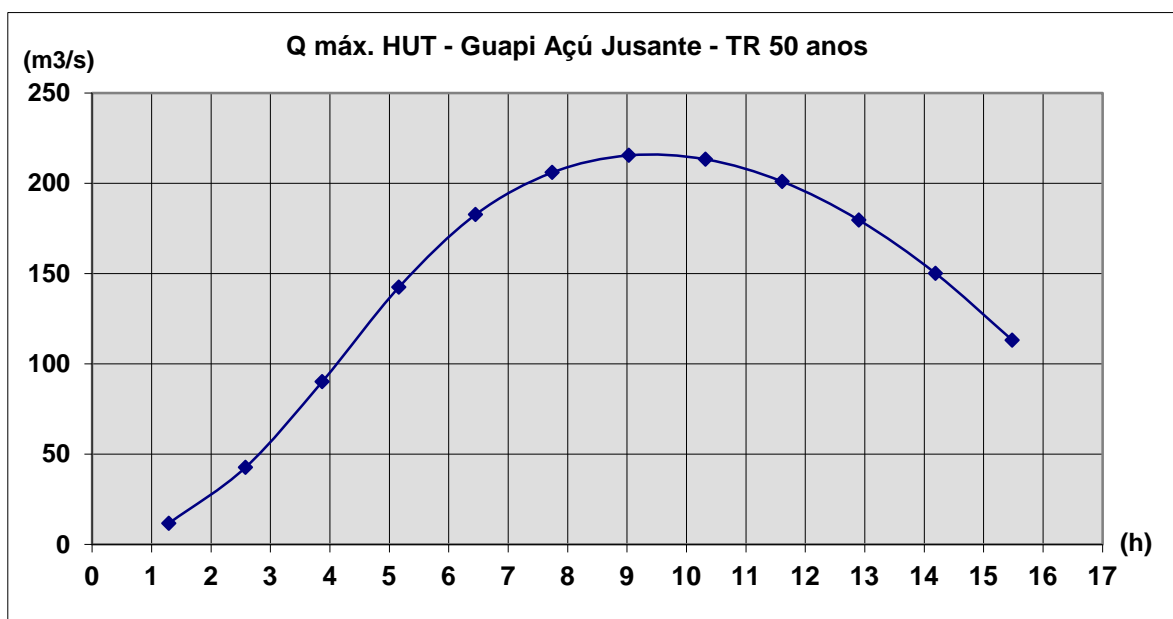


Figura 4.5 – Hidrograma de Cheia do eixo barrávelGuapi-Açu Jusante (GAJ), TR 50 anos.

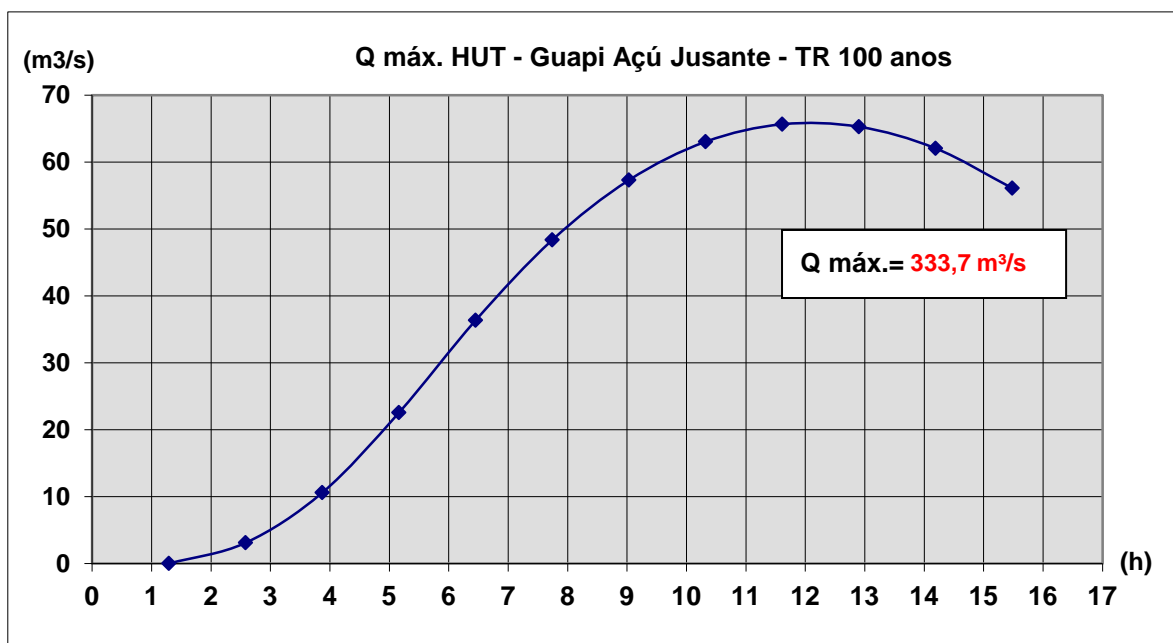


Figura 4.6 – Hidrograma de Cheia do eixo barrávelGuapi-Açu Jusante (GAJ), TR 100 anos.

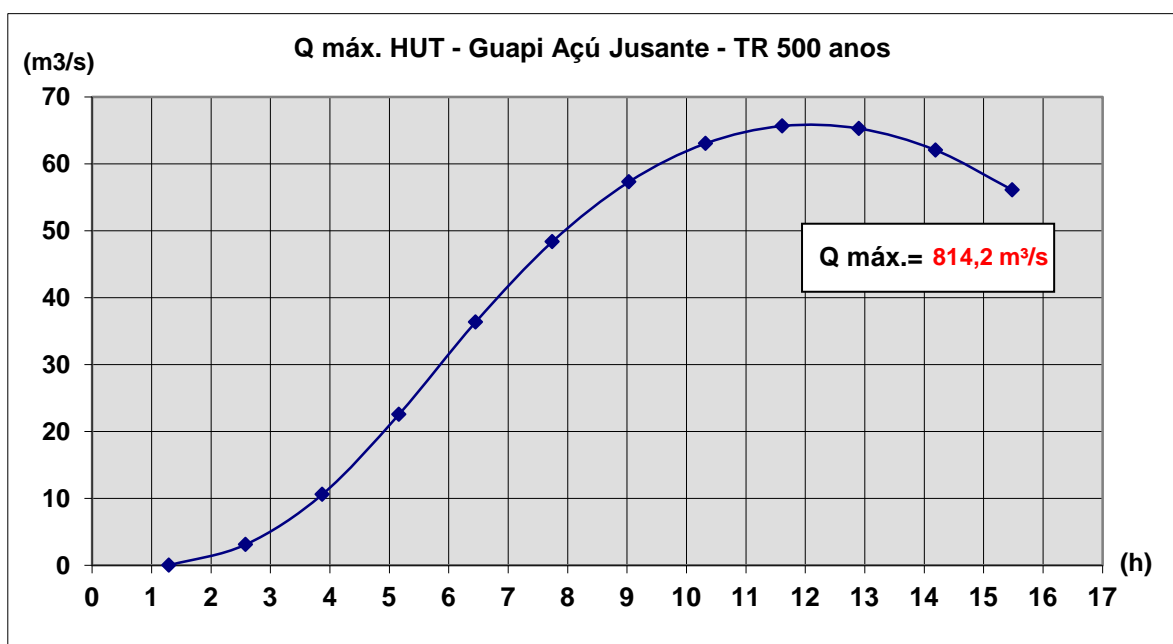


Figura 4.7Hidrograma de Cheia do eixo barrávelGuapi-Açu Jusante (GAJ), TR 500 anos.

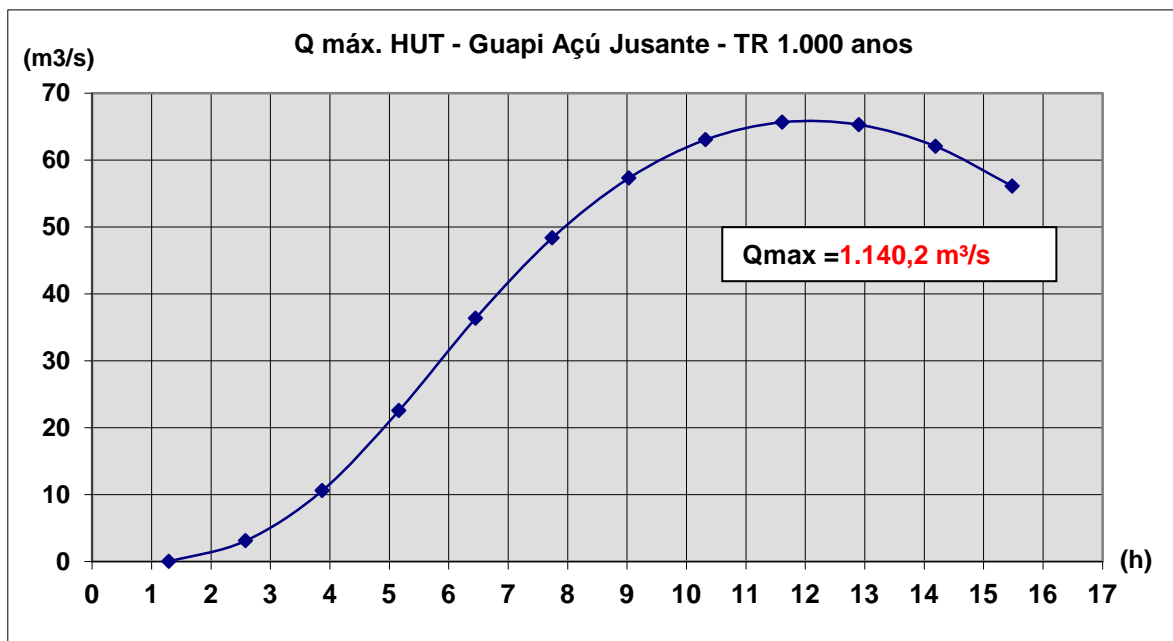


Figura 4.8 Hidrograma de Cheia do eixo barrável Guapi-Açu Jusante (GAJ), TR 1.000 anos

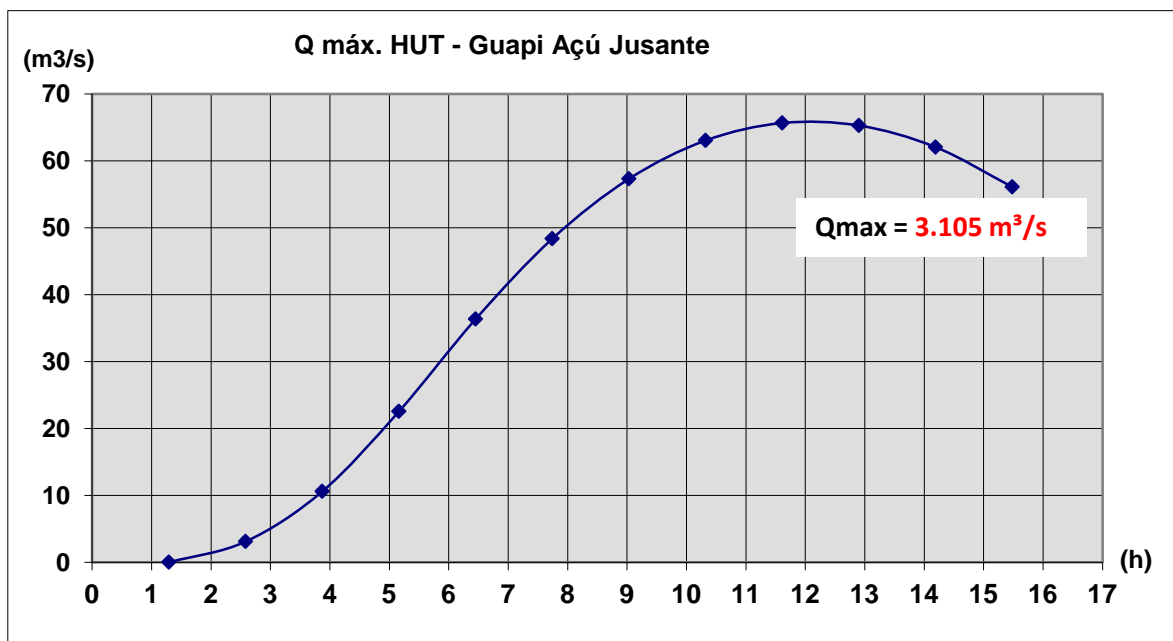


Figura 4.9– Hidrograma de Cheia do eixo barrável Guapi-Açu Jusante (GAJ), TR 10.000 anos.

ANEXO 4 - Laudo das análises de águas superficiais e dos sedimentos

LABORATÓRIO DE HIDROBIOLOGIA
LAUDO DE ANÁLISES
Q- 09/13

Data: 22/03/2013

Nome: Rio Guapi-Açu - Ecokatu

Chegada das amostras Lab. Hidrobiologia: 04/02/2013

Preservação das amostras: Refrigeração

Observação: A amostra não foi coletada por técnicos da UFRJ, não nos responsabilizamos pela coleta, transporte e preservação.

RESULTADOS	# P 01	# P 02	# P 03	# P 04	# P 05
Ortofosfato ($\mu\text{g/L P-PO}_4^{3-}$)	4,04	6,74	7,38	10,76	10,15
Fósforo Total ($\mu\text{g/L P}$)	4,57	20,98	50,44	56,80	66,17
Amônia ($\mu\text{g/L N-NH}_3/\text{NH}_4^+$)	10,94	21,36	16,16	24,92	23,06
Nitrito ($\mu\text{g/L N-NO}_2^-$)	2,71	3,49	2,47	3,65	3,48
Nitrato ($\mu\text{g/L N-NO}_3^-$)	357,11	192,37	188,50	252,65	227,90
Nitrogênio Total ($\mu\text{g/L N}$)	609,69	470,33	460,33	564,33	572,66
Silicato ($\mu\text{g/L Si(OH)}_4$)	284,69	302,42	368,61	270,12	531,82
Clorofila ($\mu\text{g/L}$)	0,48	1,61	0,93	1,03	1,07
Feofitina ($\mu\text{g/L}$)	0,52	1,20	0,82	0,77	0,95

OBS: Análises efetuadas em triplicata.

ATENÇÃO:

As unidades dos resultados estão expressas em $\mu\text{g/L}$ (microgramas por litro).

RESULTADOS AMOSTRAS GUAPI-AÇU
DATA COLETA: 04/02/2013

AMOSTRA	COLIFORMES TOTAIS	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	PRÓPRIA/IMPRÓPRIA CONTATO PRIMÁRIO	PRÓPRIA/IMPRÓPRIA CONSUMO SEM TRATAMENTO
P01	2.400	0 (ZERO)	PRÓPRIA*	IMPRÓPRIA
P02	2.400	0 (ZERO)	PRÓPRIA*	IMPRÓPRIA
P03	2.400	0 (ZERO)	PRÓPRIA*	IMPRÓPRIA
P04	2.400	0 (ZERO)	PRÓPRIA*	IMPRÓPRIA
P05	2.400	0 (ZERO)	PRÓPRIA*	IMPRÓPRIA

***OBSERVAÇÃO:** PARA CLASSIFICAR UM CORPO DE ÁGUA COMO IMPRÓPRIA DEVEM SER EFETUADAS PELO MENOS 06 AMOSTRAGENS

RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005

Publicada no DOU nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63

.....
“Seção I

Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam
- rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

SEÇÃO II

Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;.....”

RESOLUÇÃO CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000

Publicada no DOU no 18, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, páginas 70-71

.....

“Art. 2º As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria.

§ 4º As águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

a) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;

b) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;

c) incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;

d) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;

e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;

f) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;

g) outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.....”



Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre/Inmetro de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025.



Innolab

Boletim de Ensaio

Pág. 1 de 4

Resp. Téc.: Mario Miranda

Emitido em: 28.02.2013

Lab-nº: 13/0884

Análise em amostras de solo

Cliente : EKOKATU CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA
 Endereço : R SOARES CALDEIRA, n° 104 - APT 203
 MADUREIRA - RIO DE JANEIRO - RJ
 Localização do Projeto : Caracterização do sedimento do Guapiaçu
 Data da Coleta : 04.02.2013
 Entrega das amostras : 06.02.2013
 Início dos ensaios/extração : 06.02.2013
 Término dos ensaios : 28.02.2013

INNOLAB do Brasil Ltda.
 Rua Sacadura Cabral - 236
 Saúde - Rio de Janeiro - RJ
 Cep. 20221-161
 CNPJ. 04.183.043/0001-00
 Tel. (21) 3509-1750
 Fax (21) 2233-4621

Projeto : Caracterização Ekokatu/Guapiaçu
 Gerente do Projeto : Fernando Neves Pinto

Parâmetro	Ponto 1 (mg/kg)	Ponto 2 (mg/kg)	Ponto 3 (mg/kg)	Ponto 4 (mg/kg)	Ref. Método	L.Q. (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Arsênio	ND	ND	ND	<2	MA-070-L2	2	1
Cádmio	<0,2	ND	<0,2	<0,2	MA-070-L2	0,2	0,1
Chumbo	3	<1	2	3	MA-070-L2	1	0,4
Cobre	5,1	0,8	2,1	2,6	MA-070-L2	0,2	0,1
Cromo	16,3	4,1	11,5	15,8	MA-070-L2	0,3	0,1
Mercurio	ND	ND	ND	ND	MA-070-L2	0,05	0,02
Níquel	2	<1	2	2	MA-070-L2	1	0,4
Zinco	29	11	18	24	MA-070-L2	1	0,4



Laboratório de Ensaio acreditado
 pela Cgcre/Inmetro de acordo com
 a ABNT NBR ISO/IEC 17025.



Boletim de Ensaio

Pág. 2 de 4

Resp. Téc.: Mario Miranda

Emitido em: 28.02.2013

Lab-nº: 13/0884

Parâmetro	Ponto 5 (mg/kg)	Ref. Método	L.Q. (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Arsênio	3	MA-070-L2	2	1
Cádmio	0,5	MA-070-L2	0,2	0,1
Chumbo	6	MA-070-L2	1	0,4
Cobre	5,4	MA-070-L2	0,2	0,1
Cromo	34,5	MA-070-L2	0,3	0,1
Mercúrio	ND	MA-070-L2	0,05	0,02
Níquel	5	MA-070-L2	1	0,4
Zinco	43	MA-070-L2	1	0,4



Laboratório de Ensaio acreditado
pela Cgcre/Inmetro de acordo com
a ABNT NBR ISO/IEC 17025.



Innolab

Boletim de Ensaio

Pág. 3 de 4

Resp. Téc.: Mario Miranda

Emitido em: 28.02.2013

Lab-nº: 13/0884

Padrões de Controle Analítico (PCA)

	Concentração esperada (mg/kg)	Concentração obtida (mg/kg)
As	20	20
Cd	19,7	18,7
Cr	41,6	41,6
Cu	27,9	30,1
Hg	9,77	9,77
Ni	28	28
Pb	36	36
Zn	41	42



Laboratório de Ensaio acreditado
pela Cgcre/Inmetro de acordo com
a ABNT NBR ISO/IEC 17025.



Boletim de Ensaio

Pág. 4 de 4

Resp. Téc.: Mario Miranda

Emitido em: 28.02.2013

Lab-nº: 13/0884

Observações

1. Legenda
 - L.D. – Limite de detecção reportado
 - L.Q. – Limite de Quantificação reportado
 - na – Não analisado
 - nd – Não detectado
2. Foram utilizados Brancos de Controle conforme metodologia informada.
3. O laboratório não é o responsável pela amostragem, portanto, os resultados contidos neste boletim referem-se exclusivamente às amostras nele descritas, que foram coletadas e enviadas pelo solicitante.
4. Os métodos utilizados neste(s) ensaio(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o(s) ensaio(s) tenha(m) apresentado desvio(s), adições ou exclusões, estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.
5. Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca, salvo observações.
6. As metodologias acreditadas poderão ser localizadas no site do INMETRO sob CRL 0310.
7. Este Boletim de Ensaio só deverá ser reproduzido por completo.



Laboratório de Ensaio acreditado
pela Cgcre/Inmetro de acordo com
a ABNT NBR ISO/IEC 17025.



Innolab

Boletim de Ensaio

Pág. 1 de 5

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **28.02.2013**

Lab-nº: **13/0884**

Análise em amostras de solo

Cliente : EKOKATU CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA
 Endereço : R SOARES CALDEIRA, nº 104 - APT 203
 MADUREIRA - RIO DE JANEIRO - RJ
 Localização do Projeto : Caracterização do sedimento do Guapiaçu
 Data da Coleta : 04.02.2013
 Entrega das amostras : 06.02.2013
 Início dos ensaios/extração : 06.02.2013
 Término dos ensaios : 28.02.2013

INNOLAB do Brasil Ltda.
 Rua Sacadura Cabral - 236
 Saúde - Rio de Janeiro - RJ
 Cep. 20221-161
 CNPJ. 04.183.043/0001-00
 Tel. (21) 3509-1750
 Fax (21) 2233-4621

Projeto : Caracterização Ekokatu/Guapiaçu
 Gerente do Projeto : Fernando Neves Pinto

Parâmetro	Ponto 1 (mg/kg)	Ponto 2 (mg/kg)	Ponto 3 (mg/kg)	Ponto 4 (mg/kg)	L.Q. (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
PCB						
PCB 28	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
PCB 52	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
PCB 101	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
PCB 118	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
PCB 138	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
PCB 153	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
PCB 180	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Total	nd	nd	nd	nd		
Quantidade de amostra (g)	30	30	30	30		
Diluição (N.º vezes)	-	-	-	-		

Parâmetro	Ponto 5 (mg/kg)	L.Q. (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
PCB			
PCB 28	nd	0,003	0,001
PCB 52	nd	0,003	0,001
PCB 101	nd	0,003	0,001
PCB 118	nd	0,003	0,001
PCB 138	nd	0,003	0,001
PCB 153	nd	0,003	0,001
PCB 180	nd	0,003	0,001
Total	nd		
Quantidade de amostra (g)	30		
Diluição (N.º vezes)	-		



Laboratório de Ensaio acreditado
pela Cgcre/Inmetro de acordo com
a ABNT NBR ISO/IEC 17025.



Innolab

Boletim de Ensaio

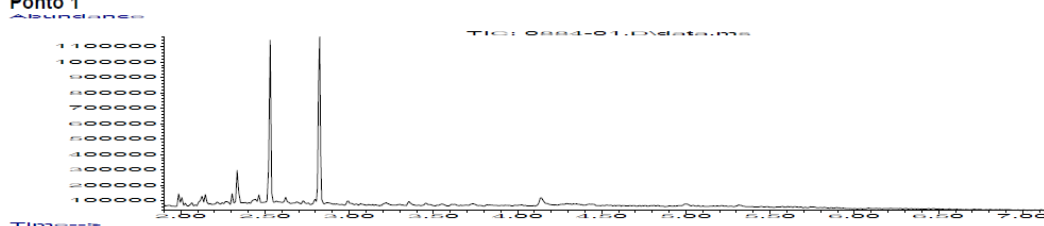
Pág. 2 de 5

Resp. Téc.: Carina Casal

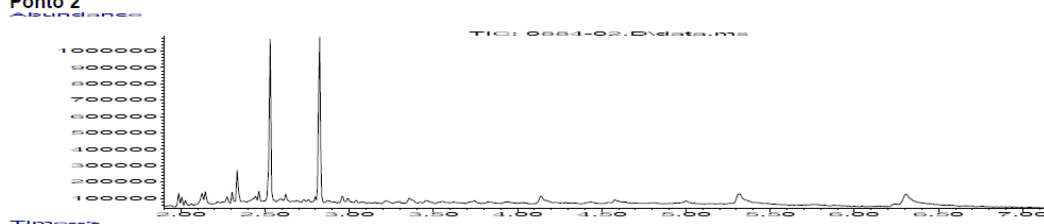
Emitido em: 28.02.2013

Lab-nº: 13/0884

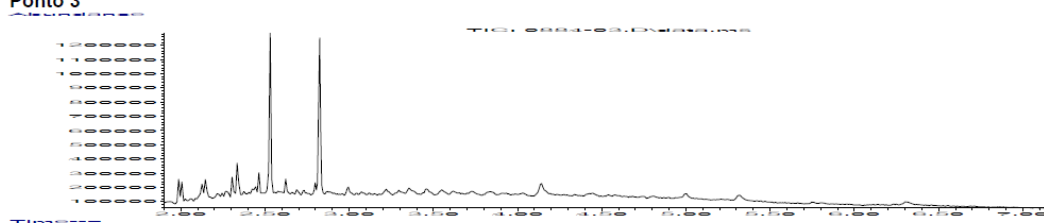
Ponto 1



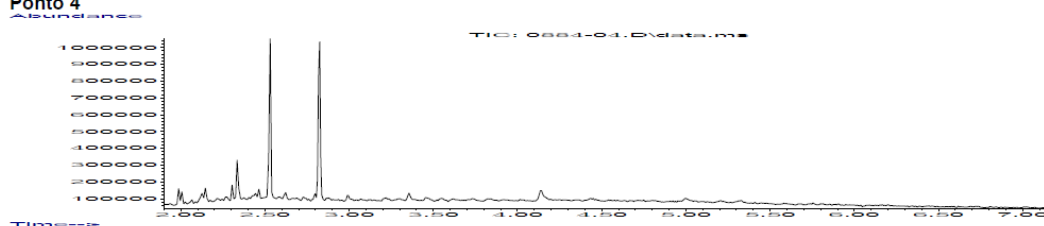
Ponto 2



Ponto 3



Ponto 4





Laboratório de Ensaio acreditado
pela Cgcre/Inmetro de acordo com
a ABNT NBR ISO/IEC 17025.



Innolab

Boletim de Ensaio

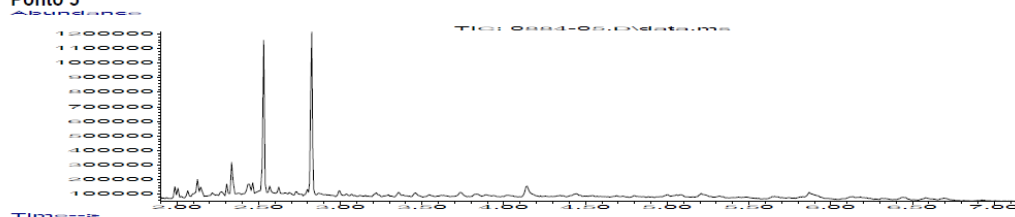
Pág. 3 de 5

Resp. Téc.: Carina Casal

Emitido em: 28.02.2013

Lab-nº: 13/0884

Ponto 5





Laboratório de Ensaio acreditado
pela Cgcre/Inmetro de acordo com
a ABNT NBR ISO/IEC 17025.



Innolab

Boletim de Ensaio

Pág. 4 de 5

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **28.02.2013**

Lab-nº: **13/0884**

Padrões de Controle Analítico – PCA (Surrogate)

Taxa de Recuperação (Faixa de Aceitação: 70-130%)
(%)

PCB 143	118
PCB 155	108

Boletim de Ensaio

Pág. 1 de 5

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **28.02.2013**

Lab-nº: **13/0884**

Análise em amostras de solo

Cliente : EKOKATU CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA
 Endereço : R SOARES CALDEIRA, n° 104 - APT 203
 MADUREIRA - RIO DE JANEIRO - RJ
 Localização do Projeto : Caracterização do sedimento do Guapiaçu
 Data da Coleta : 04.02.2013
 Entrega das amostras : 06.02.2013
 Início dos ensaios/extração : 06.02.2013
 Término dos ensaios : 28.02.2013
 Projeto : Caracterização Ekokatu/Guapiaçu
 Gerente do Projeto : Fernando Neves Pinto

INNOLAB do Brasil Ltda.
 Rua Sacadura Cabral - 236
 Saúde - Rio de Janeiro - RJ
 Cep. 20221-161
 CNPJ. 04.183.043/0001-00
 Tel. (21) 3509-1750
 Fax (21) 2233-4621

Parâmetro	Ponto 1 (mg/kg)	Ponto 2 (mg/kg)	Ponto 3 (mg/kg)	Ponto 4 (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Pesticidas Organoclorados					
Alfa-HCH	nd	nd	nd	nd	0,01
Hexaclorobenzeno	nd	nd	nd	nd	0,01
Beta-HCH	nd	nd	nd	nd	0,01
Gamma-HCH (Lindano)	nd	nd	nd	nd	0,01
Delta-HCH	nd	nd	nd	nd	0,01
Epsilon-HCH	nd	nd	nd	nd	0,01
Heptacloro	nd	nd	nd	nd	0,01
Aldrin	nd	nd	nd	nd	0,01
Isodrin	nd	nd	nd	nd	0,01
Cis-Heptacloro Epóxido	nd	nd	nd	nd	0,01
Oxy-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,01
Trans-Heptacloro Epóxido	nd	nd	nd	nd	0,01
Trans-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,01
o,p'-DDE	nd	nd	nd	nd	0,01
Alfa-Endosulfan	nd	nd	nd	nd	0,01
Cis-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,01
p,p'-DDE	nd	nd	nd	nd	0,01
Dieldrin	nd	nd	nd	nd	0,01
o,p'-DDD	nd	nd	nd	nd	0,01
Endrin	nd	nd	nd	nd	0,01

Boletim de Ensaio

Pág. 2 de 5

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: 28.02.2013

Lab-nº: 13/0884

Parâmetro	Ponto 1 (mg/kg)	Ponto 2 (mg/kg)	Ponto 3 (mg/kg)	Ponto 4 (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Beta-Endosulfan	nd	nd	nd	nd	0,01
p,p'-DDD	nd	nd	nd	nd	0,01
o,p'-DDT	nd	nd	nd	nd	0,01
p,p'-DDT	nd	nd	nd	nd	0,01
Metoxicloro	nd	nd	nd	nd	0,01
Mirex	nd	nd	nd	nd	0,01

Boletim de Ensaio

Pág. 3 de 5

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: 28.02.2013

Lab-nº: 13/0884

Parâmetro	Ponto 5 (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Pesticidas Organoclorados		
Alfa-HCH	nd	0,01
Hexaclorobenzeno	nd	0,01
Beta-HCH	nd	0,01
Gamma-HCH (Lindano)	nd	0,01
Delta-HCH	nd	0,01
Epsilon-HCH	nd	0,01
Heptacloro	nd	0,01
Aldrin	nd	0,01
Isodrin	nd	0,01
Cis-Heptacloro Epóxido	nd	0,01
Oxy-Clordano	nd	0,01
Trans-Heptacloro Epóxido	nd	0,01
Trans-Clordano	nd	0,01
o,p'-DDE	nd	0,01
Alfa-Endosulfan	nd	0,01
Cis-Clordano	nd	0,01
p,p'-DDE	nd	0,01
Dieldrin	nd	0,01
o,p'-DDD	nd	0,01
Endrin	nd	0,01

Boletim de Ensaio

Pág. 4 de 5

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: 28.02.2013

Lab-nº: 13/0884

Parâmetro	Ponto 5 (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Beta-Endosulfan	nd	0,01
p,p'-DDD	nd	0,01
o,p'-DDT	nd	0,01
p,p'-DDT	nd	0,01
Metoxicloro	nd	0,01
Mirex	nd	0,01

Boletim de Ensaio

Pág. 5 de 5

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: 28.02.2013

Lab-nº: 13/0884

Observações1. **Legenda**

- L.D. – Limite de detecção reportado
- L.Q. – Limite de Quantificação reportado
- na – Não analisado
- nd – Não detectado
- D – diluição

2. **Ref. Método – EPA 8270(C)**3. **Foram utilizados Brancos de Controle conforme metodologia informada.**4. **O laboratório não é o responsável pela amostragem**, portanto, os resultados contidos neste boletim referem-se exclusivamente às amostras nele descritas, que foram coletadas e enviadas pelo solicitante.

5. Os métodos utilizados neste(s) ensaios(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o(s) ensaio(s) tenha(m) apresentado desvio(s), adições ou exclusões, estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.

6. Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca, salvo observações.

7. Este Boletim de Ensaio só deverá ser reproduzido por completo.

ANEXO 5 - Laudo das análises de águas subterrâneas e solos

Boletim de Ensaio

Pág. 1 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7432**

Análise em amostras de água

Cliente : AMBIENTAL ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA
 Endereço : AV MARECHAL FLORIANO, n° 22 - 9 ANDAR
 CENTRO - RIO DE JANEIRO - RJ
 Localização do Projeto : Cachoeiras de Macacu
 Data da Coleta : 28/8/2013
 Entrega das amostras : 29/8/2013
 Início dos ensaios/extração : 2/9/2013
 Término dos ensaios : 12/9/2013
 Projeto : Não fornecido
 Gerente do Projeto : Não fornecido

INNOLAB do Brasil Ltda.
 Rua Sacadura Cabral - 236
 Saúde - Rio de Janeiro - RJ
 Cep. 20221-161
 CNPJ. 04.183.043/0001-00
 Tel. (21) 3509-1750
 Fax (21) 2233-4621

Parâmetro	A21 (µg/L)	A31 (µg/L)	A52 (µg/L)	A6 (µg/L)	L.Q. (µg/L)	L.D. (µg/L)
Pesticidas Organoclorados						
Alfa-HCH	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Hexaclorobenzeno	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Beta-HCH	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Gamma-HCH (Lindano)	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Delta-HCH	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Epsilon-HCH	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Heptacloro	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Aldrin	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Isodrin	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Cis-Heptacloro Epóxido	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Oxy-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Trans-Heptacloro Epóxido	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Trans-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
o,p'-DDE	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Alfa-Endosulfan	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Cis-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
p,p'-DDE	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Dieldrin	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
o,p'-DDD	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Endrin	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001

Boletim de Ensaio

Pág. 2 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7432**

Parâmetro	A21 (µg/L)	A31 (µg/L)	A52 (µg/L)	A6 (µg/L)	L.Q. (µg/L)	L.D. (µg/L)
Beta-Endosulfan	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
p,p'-DDD	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
o,p'-DDT	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
p,p'-DDT	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Metoxicloro	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Mirex	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001

Boletim de Ensaio

Pág. 3 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7432**

Parâmetro	A64 (µg/L)	A72 (µg/L)	B64 (µg/L)	B81 (µg/L)	L.Q. (µg/L)	L.D. (µg/L)
Pesticidas Organoclorados						
Alfa-HCH	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Hexaclorobenzeno	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Beta-HCH	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Gamma-HCH (Lindano)	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Delta-HCH	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Epsilon-HCH	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Heptacloro	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Aldrin	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Isodrin	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Cis-Heptacloro Epóxido	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Oxy-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Trans-Heptacloro Epóxido	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Trans-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
o,p'-DDE	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Alfa-Endosulfan	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Cis-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
p,p'-DDE	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Dieldrin	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
o,p'-DDD	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Endrin	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001

Boletim de Ensaio

Pág. 4 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**Emitido em: **12/9/2013**Lab-nº: **13/7432**

Parâmetro	A64 (µg/L)	A72 (µg/L)	B64 (µg/L)	B81 (µg/L)	L.Q. (µg/L)	L.D. (µg/L)
Beta-Endosulfan	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
p,p'-DDD	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
o,p'-DDT	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
p,p'-DDT	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Metoxicloro	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001
Mirex	nd	nd	nd	nd	0,003	0,001

Boletim de Ensaio

Pág. 5 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7432**

Parâmetro	B89 (µg/L)	B94 (µg/L)	L.Q. (µg/L)	L.D. (µg/L)
Pesticidas Organoclorados				
Alfa-HCH	nd	nd	0,003	0,001
Hexaclorobenzeno	nd	nd	0,003	0,001
Beta-HCH	nd	nd	0,003	0,001
Gamma-HCH (Lindano)	nd	nd	0,003	0,001
Delta-HCH	nd	nd	0,003	0,001
Epsilon-HCH	nd	nd	0,003	0,001
Heptacloro	nd	nd	0,003	0,001
Aldrin	nd	nd	0,003	0,001
Isodrin	nd	nd	0,003	0,001
Cis-Heptacloro Epóxido	nd	nd	0,003	0,001
Oxy-Clordano	nd	nd	0,003	0,001
Trans-Heptacloro Epóxido	nd	nd	0,003	0,001
Trans-Clordano	nd	nd	0,003	0,001
o,p'-DDE	nd	nd	0,003	0,001
Alfa-Endosulfan	nd	nd	0,003	0,001
Cis-Clordano	nd	nd	0,003	0,001
p,p'-DDE	nd	nd	0,003	0,001
Dieldrin	nd	nd	0,003	0,001
o,p'-DDD	nd	nd	0,003	0,001
Endrin	nd	nd	0,003	0,001

Boletim de Ensaio**Pág. 6 de 7**Resp. Téc.: **Carina Casal**Emitido em: **12/9/2013**Lab-nº: **13/7432**

Parâmetro	B89 (µg/L)	B94 (µg/L)	L.Q. (µg/L)	L.D. (µg/L)
Beta-Endosulfan	nd	nd	0,003	0,001
p,p'-DDD	nd	nd	0,003	0,001
o,p'-DDT	nd	nd	0,003	0,001
p,p'-DDT	nd	nd	0,003	0,001
Metoxicloro	nd	nd	0,003	0,001
Mirex	nd	nd	0,003	0,001

Boletim de Ensaio

Pág. 7 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7432**

Observações

1. Legenda
 - L.D. – Limite de detecção reportado
 - L.Q. – Limite de Quantificação reportado
 - na – Não analisado
 - nd – Não detectado
 - D – diluição
2. Ref. Método – EPA 8260(C) / EPA 5021 (A)
3. Foram utilizados Brancos de Controle conforme metodologia informada.
4. **O laboratório não é o responsável pela amostragem**, portanto, os resultados contidos neste boletim referem-se exclusivamente às amostras nele descritas, que foram coletadas e enviadas pelo solicitante.
5. Os métodos utilizados neste(s) ensaios(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o(s) ensaio(s) tenha(m) apresentado desvio(s), adições ou exclusões, estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.
6. Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca, salvo observações.
7. Este Boletim de Ensaio só deverá ser reproduzido por completo.

Boletim de Ensaio

Pág. 1 de 4

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7432**

Análise em amostras de água

Cliente : AMBIENTAL ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA
 Endereço : AV MARECHAL FLORIANO, n° 22 - 9 ANDAR
 CENTRO - RIO DE JANEIRO - RJ
 Localização do Projeto : Cachoeiras de Macacu
 Data da Coleta : 28/8/2013
 Entrega das amostras : 29/8/2013
 Início dos ensaios/extração : 2/9/2013
 Término dos ensaios : 12/9/2013
 Projeto : Não fornecido
 Gerente do Projeto : Não fornecido

INNOLAB do Brasil Ltda.
 Rua Sacadura Cabral - 236
 Saúde - Rio de Janeiro - RJ
 Cep. 20221-161
 CNPJ. 04.183.043/0001-00
 Tel. (21) 3509-1750
 Fax (21) 2233-4621

Parâmetro	A21 (µg/L)	A31 (µg/L)	A52 (µg/L)	A6 (µg/L)	L.D. (µg/L)
Pesticidas Organofosforado					
Demeton (S + O)	nd	nd	nd	nd	5
Diazinona	nd	nd	nd	nd	5
Disulfoton	nd	nd	nd	nd	5
Metil Paration	nd	nd	nd	nd	5
Malation	nd	nd	nd	nd	5
Paration	nd	nd	nd	nd	5
Etion	nd	nd	nd	nd	5
Gution (Metil-Azinfos)	nd	nd	nd	nd	5
Total	nd	nd	nd	nd	

Boletim de Ensaio

Pág. 2 de 4

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7432**

Parâmetro	A64 (µg/L)	A72 (µg/L)	B64 (µg/L)	B81 (µg/L)	L.D. (µg/L)
Pesticidas Organofosforado					
Demeton (S + O)	nd	nd	nd	nd	5
Diazinona	nd	nd	nd	nd	5
Disulfoton	nd	nd	nd	nd	5
Metil Paration	nd	nd	nd	nd	5
Malation	nd	nd	nd	nd	5
Paration	nd	nd	nd	nd	5
Etion	nd	nd	nd	nd	5
Gution (Metil-Azinfos)	nd	nd	nd	nd	5
Total	nd	nd	nd	nd	

Boletim de Ensaio

Pág. 3 de 4

Resp. Téc.: **Carina Casal**Emitido em: **12/9/2013**Lab-nº: **13/7432**

Parâmetro	B89 (µg/L)	B94 (µg/L)	L.D. (µg/L)
Pesticidas Organofosforado			
Demeton (S + O)	nd	nd	5
Diazinona	nd	nd	5
Disulfoton	nd	nd	5
Metil Paration	nd	nd	5
Malation	nd	nd	5
Paration	nd	nd	5
Etion	nd	nd	5
Gution (Metil-Azinfos)	nd	nd	5
Total	nd	nd	

Boletim de Ensaio

Pág. 4 de 4

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7432**

Observações

1. Legenda
 - L.D. – Limite de detecção reportado
 - L.Q. – Limite de Quantificação reportado
 - na – Não analisado
 - nd – Não detectado
 - D – diluição
2. Ref. Método – EPA 8260(C) / EPA 5021 (A)
3. Foram utilizados Brancos de Controle conforme metodologia informada.
4. **O laboratório não é o responsável pela amostragem**, portanto, os resultados contidos neste boletim referem-se exclusivamente às amostras nele descritas, que foram coletadas e enviadas pelo solicitante.
5. Os métodos utilizados neste(s) ensaios(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o(s) ensaio(s) tenha(m) apresentado desvio(s), adições ou exclusões, estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.
6. Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca, salvo observações.
7. Este Boletim de Ensaio só deverá ser reproduzido por completo.

Boletim de Ensaio

Pág. 1 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7433**

Análise em amostras de solo

Cliente : AMBIENTAL ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA
 Endereço : AV MARECHAL FLORIANO, n° 22 - 9 ANDAR
 CENTRO - RIO DE JANEIRO - RJ
 Localização do Projeto : Cachoeiras de Macacu
 Data da Coleta : 15/8/2013
 Entrega das amostras : 29/8/2013
 Início dos ensaios/extração : 29/8/2013
 Término dos ensaios : 12/9/2013

INNOLAB do Brasil Ltda.
 Rua Sacadura Cabral - 236
 Saúde - Rio de Janeiro - RJ
 Cep. 20221-161
 CNPJ. 04.183.043/0001-00
 Tel. (21) 3509-1750
 Fax (21) 2233-4621

Projeto : EIA/Rima da Barragem do Rio Guapi-Açu
 Gerente do Projeto : Marcia Panno

Parâmetro	A21 (mg/kg)	A31 (mg/kg)	A52 (mg/kg)	A06 (mg/kg)	L.Q. (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Pesticidas Organoclorados						
Alfa-HCH	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Hexaclorobenzeno	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Beta-HCH	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Gamma-HCH (Lindano)	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Delta-HCH	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Epsilon-HCH	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Heptacloro	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Aldrin	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Isodrin	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Cis-Heptacloro Epóxido	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Oxy-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Trans-Heptacloro Epóxido	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Trans-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
o,p'-DDE	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Alfa-Endosulfan	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Cis-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
p,p'-DDE	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Dieldrin	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
o,p'-DDD	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Endrin	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001

Boletim de Ensaio

Pág. 2 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7433**

Parâmetro	A21 (mg/kg)	A31 (mg/kg)	A52 (mg/kg)	A06 (mg/kg)	L.Q. (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Beta-Endosulfan	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
p,p'-DDD	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
o,p'-DDT	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
p,p'-DDT	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Metoxicloro	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Mirex	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001

Boletim de Ensaio

Pág. 3 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7433**

Parâmetro	A64 (mg/kg)	A7 (mg/kg)	A72 (mg/kg)	B64 (mg/kg)	L.Q. (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Pesticidas Organoclorados						
Alfa-HCH	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Hexaclorobenzeno	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Beta-HCH	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Gamma-HCH (Lindano)	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Delta-HCH	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Epsilon-HCH	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Heptacloro	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Aldrin	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Isodrin	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Cis-Heptacloro Epóxido	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Oxy-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Trans-Heptacloro Epóxido	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Trans-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
o,p'-DDE	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Alfa-Endosulfan	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Cis-Clordano	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
p,p'-DDE	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Dieldrin	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
o,p'-DDD	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Endrin	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001

Boletim de Ensaio

Pág. 4 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**Emitido em: **12/9/2013**Lab-nº: **13/7433**

Parâmetro	A64 (mg/kg)	A7 (mg/kg)	A72 (mg/kg)	B64 (mg/kg)	L.Q. (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Beta-Endosulfan	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
p,p'-DDD	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
o,p'-DDT	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
p,p'-DDT	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Metoxicloro	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001
Mirex	nd	nd	nd	nd	0,005	0,001

Boletim de Ensaio

Pág. 5 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7433**

Parâmetro	B81 (mg/kg)	B89 (mg/kg)	B94 (mg/kg)	L.Q. (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Pesticidas Organoclorados					
Alfa-HCH	nd	nd	nd	0,005	0,001
Hexaclorobenzeno	nd	nd	nd	0,005	0,001
Beta-HCH	nd	nd	nd	0,005	0,001
Gamma-HCH (Lindano)	nd	nd	nd	0,005	0,001
Delta-HCH	nd	nd	nd	0,005	0,001
Epsilon-HCH	nd	nd	nd	0,005	0,001
Heptacloro	nd	nd	nd	0,005	0,001
Aldrin	nd	nd	nd	0,005	0,001
Isodrin	nd	nd	nd	0,005	0,001
Cis-Heptacloro Epóxido	nd	nd	nd	0,005	0,001
Oxy-Clordano	nd	nd	nd	0,005	0,001
Trans-Heptacloro Epóxido	nd	nd	nd	0,005	0,001
Trans-Clordano	nd	nd	nd	0,005	0,001
o,p'-DDE	nd	nd	nd	0,005	0,001
Alfa-Endosulfan	nd	nd	nd	0,005	0,001
Cis-Clordano	nd	nd	nd	0,005	0,001
p,p'-DDE	nd	nd	nd	0,005	0,001
Dieldrin	nd	nd	nd	0,005	0,001
o,p'-DDD	nd	nd	nd	0,005	0,001
Endrin	nd	nd	nd	0,005	0,001

Boletim de Ensaio

Pág. 6 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7433**

Parâmetro	B81 (mg/kg)	B89 (mg/kg)	B94 (mg/kg)	L.Q. (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Beta-Endosulfan	nd	nd	nd	0,005	0,001
p,p'-DDD	nd	nd	nd	0,005	0,001
o,p'-DDT	nd	nd	nd	0,005	0,001
p,p'-DDT	nd	nd	nd	0,005	0,001
Metoxicloro	nd	nd	nd	0,005	0,001
Mirex	nd	nd	nd	0,005	0,001

Boletim de Ensaio

Pág. 7 de 7

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7433**

Observações

1. Legenda

- L.D. – Limite de detecção reportado
- L.Q. – Limite de Quantificação reportado
- na – Não analisado
- nd – Não detectado
- D – diluição

2. Ref. Método – EPA 8270(C)

3. Foram utilizados Brancos de Controle conforme metodologia informada.

4. **O laboratório não é o responsável pela amostragem**, portanto, os resultados contidos neste boletim referem-se exclusivamente às amostras nele descritas, que foram coletadas e enviadas pelo solicitante.

5. Os métodos utilizados neste(s) ensaios(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o(s) ensaio(s) tenha(m) apresentado desvio(s), adições ou exclusões, estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.

6. Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca, salvo observações.

7. Este Boletim de Ensaio só deverá ser reproduzido por completo.

Boletim de Ensaio

Pág. 1 de 4

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7433**

Análise em amostras de solo

Cliente : AMBIENTAL ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA
 Endereço : AV MARECHAL FLORIANO, n° 22 - 9 ANDAR
 CENTRO - RIO DE JANEIRO - RJ
 Localização do Projeto : Cachoeiras de Macacu
 Data da Coleta : 15/8/2013
 Entrega das amostras : 29/8/2013
 Início dos ensaios/extração : 29/8/2013
 Término dos ensaios : 12/9/2013
 Projeto : EIA/Rima da Barragem do Rio Guapi-Açu
 Gerente do Projeto : Marcia Panno

INNOLAB do Brasil Ltda.
 Rua Sacadura Cabral - 236
 Saúde - Rio de Janeiro - RJ
 Cep. 20221-161
 CNPJ. 04.183.043/0001-00
 Tel. (21) 3509-1750
 Fax (21) 2233-4621

Parâmetro	A21 (mg/kg)	A31 (mg/kg)	A52 (mg/kg)	A06 (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Pesticidas Organofosforado					
Demeton (S + O)	nd	nd	nd	nd	10
Diazinona	nd	nd	nd	nd	10
Disulfoton	nd	nd	nd	nd	10
Metil Paration	nd	nd	nd	nd	10
Malation	nd	nd	nd	nd	10
Paration	nd	nd	nd	nd	10
Etion	nd	nd	nd	nd	10
Gution (Metil-Azinfos)	nd	nd	nd	nd	10
Total	nd	nd	nd	nd	

Boletim de Ensaio

Pág. 2 de 4

Resp. Téc.: **Carina Casal**Emitido em: **12/9/2013**Lab-nº: **13/7433**

Parâmetro	A64 (mg/kg)	A7 (mg/kg)	A72 (mg/kg)	B64 (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Pesticidas Organofosforado					
Demeton (S + O)	nd	nd	nd	nd	10
Diazinona	nd	nd	nd	nd	10
Disulfoton	nd	nd	nd	nd	10
Metil Paration	nd	nd	nd	nd	10
Malation	nd	nd	nd	nd	10
Paration	nd	nd	nd	nd	10
Etion	nd	nd	nd	nd	10
Gution (Metil-Azinfos)	nd	nd	nd	nd	10
Total	nd	nd	nd	nd	

Boletim de Ensaio

Pág. 3 de 4

Resp. Téc.: **Carina Casal**Emitido em: **12/9/2013**Lab-nº: **13/7433**

Parâmetro	B81 (mg/kg)	B89 (mg/kg)	B94 (mg/kg)	L.D. (mg/kg)
Pesticidas Organofosforado				
Demeton (S + O)	nd	nd	nd	10
Diazinona	nd	nd	nd	10
Disulfoton	nd	nd	nd	10
Metil Paration	nd	nd	nd	10
Malation	nd	nd	nd	10
Paration	nd	nd	nd	10
Etion	nd	nd	nd	10
Gution (Metil-Azinfos)	nd	nd	nd	10
Total	nd	nd	nd	

Boletim de Ensaio

Pág. 4 de 4

Resp. Téc.: **Carina Casal**

Emitido em: **12/9/2013**

Lab-nº: **13/7433**

Observações

1. Legenda
 - L.D. – Limite de detecção reportado
 - L.Q. – Limite de Quantificação reportado
 - na – Não analisado
 - nd – Não detectado
 - D – diluição
2. Ref. Método – U.S.EPA 8270
3. Foram utilizados Brancos de Controle conforme metodologia informada.
4. **O laboratório não é o responsável pela amostragem**, portanto, os resultados contidos neste boletim referem-se exclusivamente às amostras nele descritas, que foram coletadas e enviadas pelo solicitante.
5. Os métodos utilizados neste(s) ensaios(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o(s) ensaio(s) tenha(m) apresentado desvio(s), adições ou exclusões, estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.
6. Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca, salvo observações.
7. Este Boletim de Ensaio só deverá ser reproduzido por completo.