

Projeto Básico - Construção de Ponte Urbana

Município de Irupi – ES

Conforme a Lei nº 14.133/2021

1. Identificação:

- 1.1. Órgão Contratante: Prefeitura municipal de Irupi – ES.
- 1.2. Secretaria Responsável: Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos.
- 1.3. Objeto: Contratação de empresa especializada para a execução de obra de construção de ponte urbana no município de Irupi – ES, incluindo infraestrutura, mesoestrutura, pavimentação, sinalização viária e obras complementares.
- 1.4. Local da obra: Rua João Ventura, bairro Wilson Fernandes, município de Irupi – ES.
- 1.5. Responsável Técnico pelo Projeto: Thiago Gomes Bonomo, CREA – ES 18427/D – ART nº 0820250150854.

2. Objeto da Contratação:

O presente projeto Básico tem por finalidade subsidiar processo licitatório para contratação de empresa especializada em obras de engenharia para construção de ponte urbana destinada à melhoria da mobilidade urbana, segurança viária e acessibilidade da população.

3. Justificativa:

A presente contratação justifica-se pela necessidade de melhoria da infraestrutura urbana municipal, garantindo condições adequadas de tráfego de veículos e pedestres, especialmente em períodos chuvosos.

A atual travessia apresenta limitações estruturais e operacionais, comprometendo a segurança dos usuários e a mobilidade urbana local.

A execução da nova ponte proporcionará:

- Melhoria da trafegabilidade;
- Segurança aos usuários;
- Integração entre os bairros e vias urbanas;
- Melhoria do escoamento da produção local;
- Redução de riscos de interrupção do tráfego;
- Valorização da infraestrutura urbana;

4. Objetivos:

O presente projeto Básico possui os seguintes objetivos:

- Definir os elementos técnicos necessários à licitação;
- Caracterizar adequadamente o objeto;
- Subsidiar a elaboração do edital;
- Possibilitar formulação das propostas;
- Permitir estimativa precisa de custos;
- Estabelecer diretrizes para a execução e fiscalização da obra;

5. Estudos Técnicos Preliminares:

Integram o presente projeto básico os seguintes estudos:

5.1. Levantamento topográfico

- Levantamento planialtimétrico cadastral;
- Definição de cotas e perfis;
- Cadastro das vias de acesso;

5.2. Estudo Geotécnico

- Sondagem, STP;
- Definição do perfil do solo;
- Análise da capacidade de carga;
- Definição preliminar das fundações;

5.3. Estudo Hidrológico

- Avaliação do fluxo local;
- Dimensionamento da largura da pista e passeios;

6. Caracterização da Obra:

- 6.1. Tipo de Estrutura – A ponte será executada em concreto armado, com utilização de vigas em concreto armado pre moldadas.
- 6.2. Características geométricas:
 - Comprimento: 10,60 metros;
 - Largura: 6,0 metros;
 - Número de vãos: 1 vão
 - Passeio para pedestres: em ambos os lados;
 - Tabuleiro – FCK 30 Mpa;
 - Defesa: Tipo Nem Jersey – FCK 30 Mpa;
 - Blocos sobre estacas: FCK 40 Mpa;
 - Estaca: Tipo Raiz – FCK 40 Mpa;
 - Apoio: utilização de aparelho de apoio elastoméricos;

7. Especificações Técnicas:

Os serviços deverão atender rigorosamente:

- Normas da ABNT;
- Normas ambientais vigentes;
- Normas de segurança de trabalho;
- Especificações do memorial descritivo;
- Determinações da fiscalização;

8. Serviços Previstos:

- 8.1. Serviços preliminares:
 - Mobilização de equipe e equipamento;
 - Instalação de canteiro de obras;
 - Sinalização provisória;
 - Desvio de tráfego;
 - Limpeza da área;
- 8.2. Infraestrutura:
 - Escavações;

- Fundações profundas e superficiais;

- Blocos de fundação;

- Contenções;

8.3. Mesoestrutura:

- Pilares;

- Encontros;

- Cortinas e alas;

8.4. Superestrutura:

- Vigas longitudinais;

- Laje de tabuleiro;

- Concretagem estrutural;

- Instalação de aparelho de apoio;

- Juntas de dilatação;

8.5. Obras Complementares:

- Pavimentação de acessos;

- Guarda corpo;

- Sinalização horizontal e vertical;

- Proteção hidráulica;

9. Prazo de Execução:

O prazo estimado para a execução da obra será de 180 (cento e oitenta) dias, contados a partir da emissão da ordem de serviço.

10. Orçamento Estimado:

O valor estimado da contratação será definido mediante a elaboração de planilha orçamentária detalhada, tomando como referência a data base atualizada em atendimento a Lei 14.133/2021, sendo:

- Composição SINAPI;
- Composição do DER – ES;
- Composições próprias e cotação de mercado (se houver);

11. Planilha orçamentária:

A planilha orçamentária deverá conter:

- Descrição dos serviços;
- Unidades;
- Quantitativos;
- Preços unitários;
- Preços totais;
- Composição do BDI;
- Encargos sociais;

12. Cronograma Físico financeiro:

Será apresentado cronograma contendo:

- Etapas construtivas;
- Evolução física da obra;
- Desembolso financeiro;
- Prazo de execução por etapa;

13. Segurança e Meio Ambiente:

A contratada deverá:

- cumprir integralmente as normas de segurança do trabalho;
- sinalizar adequadamente a obra;
- utilizar equipamentos de proteção individual;
- controlar resíduos da construção;
- evitar assoreamento e contaminação do curso d'água;
- recuperar áreas degradadas.

14. Obrigações da Contratada:

Compete à Contratada:

- executar os serviços conforme projeto e especificações;
- fornecer materiais, equipamentos e mão de obra;
- manter responsável técnico permanente na obra;
- apresentar ART de execução;
- manter diário de obra atualizado;

- cumprir cronograma físico-financeiro;
- reparar serviços executados inadequadamente.

15. Obrigações da Contratante:

Compete à Contratante:

- disponibilizar acesso ao local da obra;
- fiscalizar os serviços;
- aprovar medições;
- efetuar pagamentos;
- emitir Ordem de Serviço;
- fornecer documentos e informações necessárias;

16. Fiscalização:

A fiscalização será exercida por servidor ou comissão designada pela administração Municipal.

Competirá a fiscalização:

- acompanhar os serviços;
- verificar conformidade com os projetos;
- aprovar medições;
- exigir correções;
- rejeitar serviços inadequados;
- registrar ocorrências técnicas;

17. Medições e Pagamentos:

As medições serão realizadas conforme:

- Cronograma físico financeiro;
- Serviços efetivamente executados;
- Aprovação da fiscalização;

18. Penalidades:

O descumprimento das obrigações contratuais sujeitará à contratada às penalidades previstas na Lei nº 14.133/2021.

19. Documentos integrantes:

Integram o presente Projeto Básico:

- Memorial descritivo/relatório de projeto;
- Levantamento topográfico;
- Estudo hidrológico;
- Sondagem SPT;
- ART/RRT;
- Especificações técnicas;

20. Disposições Finais:

Os serviços deverão ser executados conforme normas técnicas vigentes, observando critérios de qualidade, segurança, economicidade e durabilidade.

Quaisquer alterações de projeto somente poderão ocorrer mediante autorização formal da administração Municipal.

Irupi – ES, 28 de abril de 2026.

Responsável Técnico:
Ataíde Luís de Oliveira
CREA – MG 151045/D

Autoridade Competente:
Abercílio Machado
Prefeito Municipal



PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE IMPLANTAÇÃO DE PONTE NO BAIRRO CENTRO EM IRUPI/ES

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

Consultoria:



Vitória | ES

2025



SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	9
2	MAPA DE SITUAÇÃO / LOCALIZAÇÃO	11
3	ESTUDOS	13
3.1	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	14
3.1.1	IMPLANTAÇÃO DE REDE DE APOIO BÁSICO COM MARCOS DE CONCRETO	14
3.1.2	PROCESSAMENTO DE VETORES	15
3.1.3	AJUSTAMENTO DE VETORES	15
3.1.4	INVENTÁRIO FOTOGRÁFICO	17
3.1.5	APRESENTAÇÃO	19
3.2	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	20
3.2.1	INTRODUÇÃO	20
3.2.2	CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA	21
3.2.3	PLUVIOMETRIA	24
3.2.4	BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO E HIDROGRAFIA	35
3.2.5	PEDOLOGIA	38
3.2.6	USO DO SOLO	40
3.2.7	MÉTODOS E PARÂMETROS PARA A DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DO PROJETO	42
3.2.8	DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO	50
3.2.9	CONCLUSÃO	55
3.3	ESTUDOS GEOLÓGICOS	56
3.3.1	COLETA E PESQUISA DE DADOS	56
3.3.2	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO	56
3.4	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	63
3.4.1	METODOLOGIA DA SONDAGEM À PERCUSSÃO	63
3.4.2	METODOLOGIA DA SONDAGEM ROTATIVA	63



3.4.3	ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS.....	64
3.4.4	APRESENTAÇÃO.....	65
4	PROJETOS.....	68
4.1	PROJETO GEOMÉTRICO	69
4.1.1	CRITÉRIOS DE PROJETO	69
4.1.2	APRESENTAÇÃO.....	69
4.2	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	70
4.2.1	INTRODUÇÃO	70
4.2.2	PARÂMETROS DE PROJETO.....	70
4.2.3	DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL.....	71
4.2.4	RESULTADO FINAL.....	78
4.2.5	APRESENTAÇÃO.....	78
4.3	PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	79
4.3.1	GENERALIDADES	79
4.3.2	DESCRIÇÃO, CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E MATERIAIS	79
4.3.3	SINALIZAÇÃO VERTICAL	79
4.3.4	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	84
4.3.5	APRESENTAÇÃO.....	89
4.4	PROJETO HIDRÁULICO DE OAE	90
4.4.1	TEMPO DE RECORRÊNCIA.....	90
4.4.2	DIMENSIONAMENTO.....	90
4.4.3	MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DA COTA DE MÁXIMA CHEIA E VÃO DA OBRA	91
4.4.4	DETERMINAÇÃO DO VÃO DA PONTE.....	93
4.4.5	RESULTADOS E APRESENTAÇÃO	93
4.5	PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS.....	98
4.5.1	INTRODUÇÃO	98



4.5.2	ELEMENTOS ESTRUTURAIS.....	98
4.5.3	NORMATIVO	100
4.5.4	APRESENTAÇÃO	101
5	<u>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA</u>	<u>102</u>



LISTA DAS FIGURAS

Figura 1 - Representação da captação de sinais dos satélites.....	14
Figura 2 - Representação da captação de irradiações.....	18
Figura 3 – Mapa climático do Espírito Santo, segundo a classificação de Koppen. Destaque para o município de Irupi.	22
Figura 4 – Série histórica de temperaturas médias mínimas e máximas na Estação Meteorológica de Muniz Freire-ES. Fonte: Incaper, 2014.	23
Figura 5 – Direção x Frequências dos ventos na região de estudo.	24
Figura 6 – Velocidade em m/s e direção dos ventos na região de estudo.....	24
Figura 7 - Histograma de Distribuição de Precipitação e Número Médio Mensal de Dias Chuvosos no período de 1955 a 2023 na estação pluviométrica Lúna.	28
Figura 8 – Precipitação Máxima Mensal em 1 dia para período de 1955 a 2023 na estação pluviométrica Lúna.....	29
Figura 9 – Precipitação Total Anual do período de 1955 a 2023, na estação pluviométrica Lúna.	29
Figura 10 – Histograma de distribuição mensal dos números de dias de chuva mínimos, médios e máximos.....	30
Figura 11 – Curvas de altura x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Lúna.	34
Figura 12 – Curvas de intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Lúna.	35
Figura 13 – Mapa de Sub-bacia.....	37



Figura 14– Mapa Pedológico	39
Figura 15 - Mapa do uso e ocupação do Solo.....	41
Figura 16 – Hietograma de Projeto com TR=10 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia SB01	53
Figura 17 - Hietograma de Projeto com TR=15 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia SB01	53
Figura 18 - Hietograma de Projeto com TR=25 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia SB01	54
Figura 19 - Hietograma de Projeto com TR=50 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia SB01	54
Figura 20 – Hietograma de Projeto com TR=100 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia SB01	55
Figura 21 – Mapa Geomorfológico do Espírito Santo. Destaque para o Município de Irupi..	58
Figura 22 – Recorte do Mapa Geológico do Espírito Santo. Destaque para o município de Irupi. CPRM (2004).....	60
Figura 23 – Ábaco de determinação da espessura do pavimento.	74
Figura 24 – Esquema gráfico da estrutura do pavimento.	76
Figura 25 - Gráficos de $h = f(AR^{2/3})$ e $h = g(V)$	93



LISTA DAS TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas dos vértices do IBGE.	15
Tabela 2 - Coordenadas UTM dos Pontos de Apoio no Sistema SIRGAS 2000.	16
Tabela 3 - Estação Pluviométrica	25
Tabela 4 – Histórico da precipitação mensal para o período de 1955 a 2023, na estação lúna	25
Tabela 5 – Precipitações máximas de 1 dia máximas anuais medidas na estação lúna entre os anos 1955 a 2023	31
Tabela 6 – Média, desvio padrão e distribuição de Gumbel para as máximas de 1 dia.....	32
Tabela 7 – Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica lúna	32
Tabela 8 – Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica lúna, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.....	33
Tabela 9 – Intensidades máximas (em mm/min), para a estação pluviométrica lúna, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.....	33
Tabela 10 - Características morfométricas das sub-bacias estudadas.....	36
Tabela 11 – Período de Recorrência para travessias de talvegues.....	42
Tabela 12 – Período de Recorrência para Drenagem Urbana	42
Tabela 13 – Tempo de Concentração das Sub-Bacias em Estudo	46
Tabela 14 – Classificação hidrológica do Solo para as condições brasileiras	47
Tabela 15 - Valor do CN em relação ao grupo hidrológico do solo com o uso e ocupação do local.....	49



Tabela 16 – Diretrizes para escolha do método de cálculo de Vazões	50
Tabela 17 - Vazões de projeto	55
Tabela 18 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego.	71
Tabela 19 – Parâmetros limites dos materiais componentes das camadas do pavimento. ..	72
Tabela 20 – Coeficientes de equivalência estrutural.	72
Tabela 21 – Espessura mínima de revestimento betuminoso.	73
Tabela 22 – Valores dos coeficientes de rugosidade de Manning para cursos d'água naturais - Largura da superfície no estágio de inundação menor que 30m.....	91



1 APRESENTAÇÃO

A **AVANTEC Engenharia Ltda.**, sediada na Avenida Fernando Ferrari, nº 1080, Centro Empresarial América, Torre Norte, sala 503, Mata da Praia, Vitória-ES, inscrita sob o CNPJ nº 05.844.663/0001-06, em atendimento às atribuições que lhe são devidas, conforme contrato firmado com a **Prefeitura Municipal de Irupi**, vem por meio deste encaminhar o **Projeto Executivo de Engenharia de Implantação de Ponte no Bairro Centro, em Irupi**, contendo os seguintes itens:

- Estudos Topográficos;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudos Geológicos;
- Estudos Geotécnicos;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Sinalização;
- Projeto Hidráulico de OAE;
- Projeto de Obras de Arte Especiais.

O presente Projeto é constituído pelo(s) seguinte(s) volume(s):

- **VOLUME 01 – RELATÓRIO DO PROJETO**, contendo as metodologias, critérios e normas utilizados na elaboração dos estudos e projetos.
- **VOLUME 02 – PROJETO DE EXECUÇÃO**, contendo os desenhos relativos ao projeto, detalhes e informações necessárias à execução da obra.
- **VOLUME 03 – ORÇAMENTO**, contendo orçamento da obra.

THIAGO GOMES
BONOMO:0577
2065750

Assinado de forma
digital por THIAGO
GOMES
BONOMO:05772065750
Dados: 2025.07.30
14:09:59 -03'00'

AVANTEC ENGENHARIA LTDA
Engº Thiago Gomes Bonomo



PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI

CREA: ES-018427/D

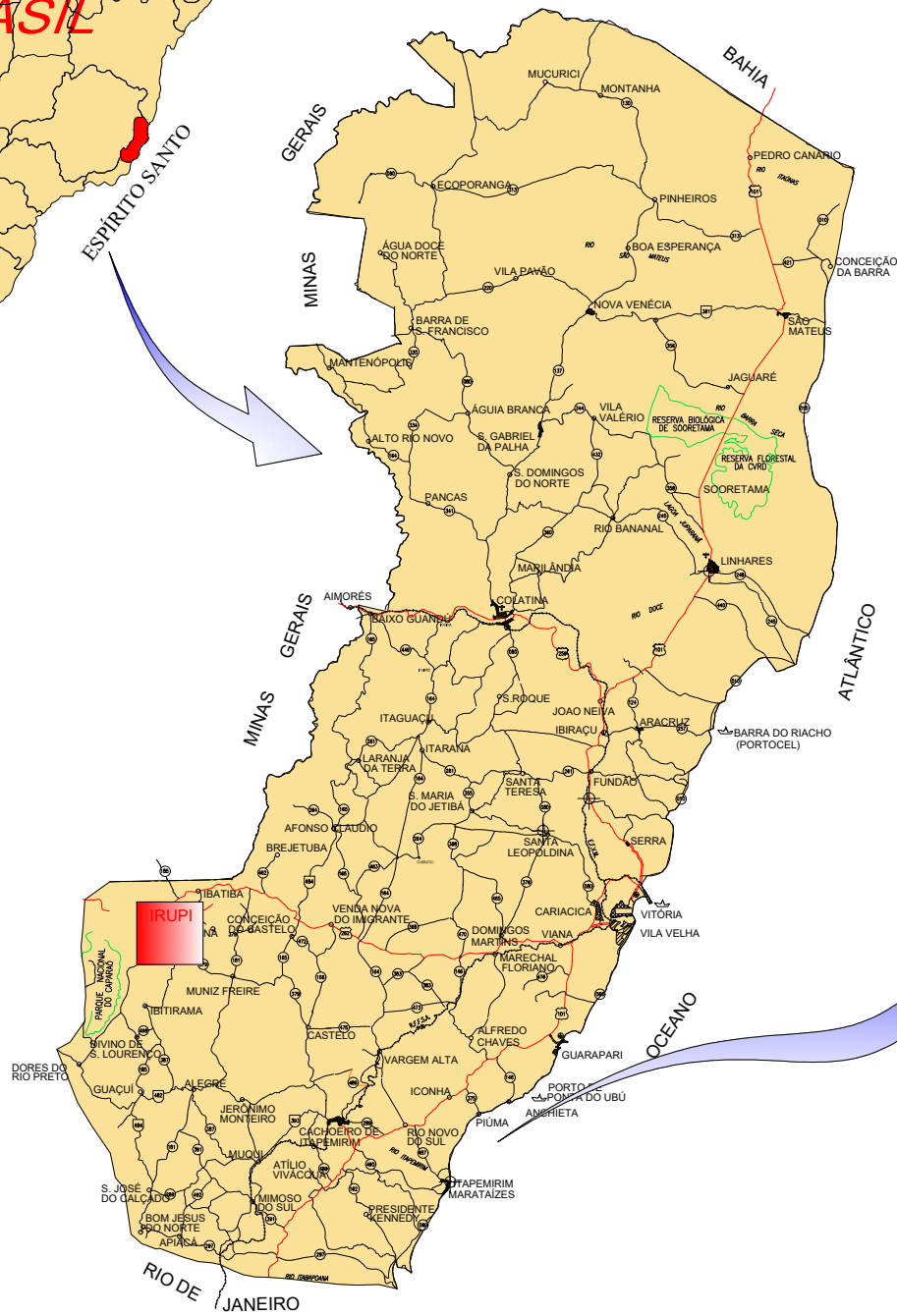


2 MAPA DE SITUAÇÃO / LOCALIZAÇÃO

Apresenta-se a seguir o *Mapa de Situação / Localização* destacando o presente empreendimento no contexto nacional e estadual, bem como a região de inserção, principais localidades e a rede de transporte no entorno de Irupi/ES.



ESPIRITO SANTO



RIO DE JANEIRO



PONTE DO CENTRO



PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI



CONSULTORIA: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

TÍTULO: MAPA DE LOCALIZAÇÃO

LOCAL: BAIRRO CENTRO, IRUPI/ES

COORDENADOR: Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO

AUTOR DO PROJETO: Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO

CREA: ES-018427/D

CREA: ES-018427/D

ESCALA: S/ Escala

REVISÃO: R. 0

FORMATO: A3

DATA: 2025

PRANCHA:

MAP-01



3 ESTUDOS

Adiante está sendo apresentada toda metodologia adotada nos estudos preliminares aos projetos executivos.

- Estudos Topográficos;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudos Geológicos;
- Estudos Geotécnicos.

3.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

O estudo topográfico objetivou a preparação da base planialtimétrica cadastral suficientemente detalhada para permitir o desenvolvimento do projeto geométrico e demais projetos correlatos.

Adiante está apresentado descritivo no que tange a poligonal base e marcos georreferenciados, base para a irradiação dos pontos, levantamento cadastral e do sistema de drenagem de greide e grotas existente.

3.1.1 IMPLANTAÇÃO DE REDE DE APOIO BÁSICO COM MARCOS DE CONCRETO

As equipes foram mobilizadas o **município de Irupi/ES**, e após análise e planejamento dos serviços foram iniciados os trabalhos de campo. Para o presente levantamento topográfico foi necessário implantar, próximo à área de levantamento, um marco com GPS Geodésico (Base).

O transporte de coordenadas para o marco Base, foi feito através de uma triangulação geodésica medida com o equipamento GPS Prexiso (dupla frequência – L1 e L2) da marca Prexiso, modelo Prexiso, e o equipamento Trimble NetR5 da base de referência GNSS da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC): CEFÉ (RBMC- 93960).

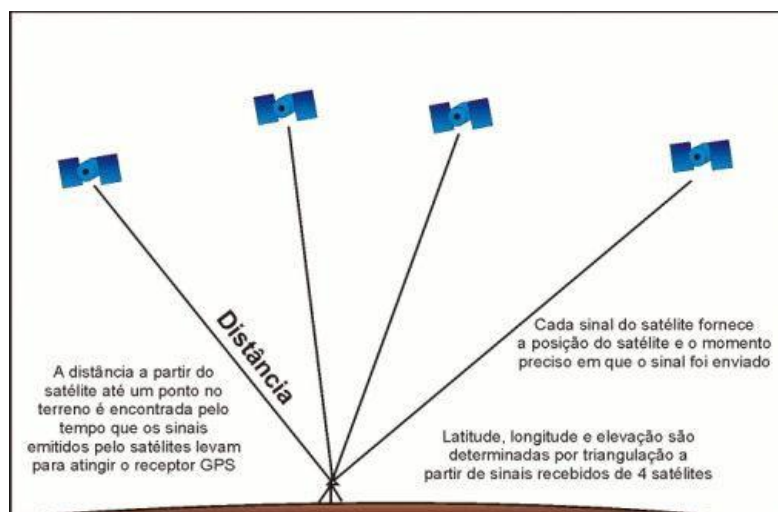


Figura 1 - Representação da captação de sinais dos satélites.

Foi feita uma sessão de rastreamento no modo estático com duração média de 40 minutos para todos o marco.



OBS.: RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – É a rede de vértices Geodésicos Brasileira, dotada de receptores GNSS (GPS e GLONASS) rastreando a constelação de satélites GPS e GLONASS, vinte quatro horas e sete dias por semana, ininterruptamente. Os dados observados pelos receptores da RBMC são disponibilizados no site do IBGE (www.ibge.gov.br).

3.1.2 PROCESSAMENTO DE VETORES

O processamento foi feito usando o programa TopconTolls da Topcon. A solução do processamento de todos os vetores foi feita com fixação da ambigüidade.

3.1.3 AJUSTAMENTO DE VETORES

O ajustamento dos vetores processados foi feito com o programa Topcon Tools. A injeção do ajustamento foi feita a partir do vértice CEFE (RBMC- 93960) cujas monografias foram baixadas do site do IBGE (www.ibge.gov.br). As coordenadas dos vértices do IBGE são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Coordenadas dos vértices do IBGE.

SISTEMA DE REFERENCIA SIRGAS 2000 (WGS-84)					
Vértice	LATITUDE	LONGITUDE	ESTE	NORTE	ALT. ELIPS.
CEFE	20° 18' 38,8600"	40° 19' 10,0376" W	362.241,724	7.753.574,912	14,314
	S				

O processamento e o ajustamento foram feitos no sistema de referência WGS-84.

OBS.: As altitudes ortométricas (“altitudes reais”) foram calculadas com o programa MAPGEO-2015 do IBGE, que apresentam uma incerteza de +/- 17 cm.





As coordenadas dos marcos utilizados para o cálculo da área estão apresentadas abaixo no sistema SIRGAS 2000, na Tabela 2.

O Datum Planimétrico adotado foi o **SIRGAS-2000** – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. O sistema de projeção adotado foi o **UTM** – Universal Transverso Mercator, fuso **24 – MC – 39o WGr.**



Tabela 2 - Coordenadas UTM dos Pontos de Apoio no Sistema SIRGAS 2000.

PONTO	ESTE	NORTE	COTA
EDO1293	7 748 153,422	224 461,761	735,330
EDO12940	7 748 207,958	224 547,486	743,450

		MONOGRAFIA DE MARCO				
		AVANTEC ENGENHARIA				
		VÉRTICE DA REDE GPS DE IRUPI				
Código do Ponto	EDO1293	Nome do Ponto	EDO1293		Município / UF :	IRUPI/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS - SIRGAS 2000			Fatores
DESVIO PADRÃO			GEODÉSICA		UTM	Fator de Escala
$\sigma = 0,004$			$\varphi = 20^{\circ}20'41.33144''$ S		N = 7 748 153,422	1,0005329
$\sigma = 0,014$			$\gamma = 41^{\circ}38'20.97698''$ W		E = 224 461,761	Conv. Meridiana
Alt. Geom.(h) =	729,858	$\sigma = 0,022$	Diferença Elipsoidal:-6,07	Altitude Ortom.(H)=	735,330	0°55'05,30"
						
Localização: Marco geodésico está implantado as margens da Cabeceira da Ponte no Centro de Irupi,Irupi-ES.				Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição EDO1293.		



		MONOGRAFIA DE MARCO				
		AVANTEC ENGENHARIA				
		VÉRTICE DA REDE GPS DE IRUPI				
Código do Ponto	EDO1294	Nome do Ponto	EDO1294		Município / UF :	IRUPI/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS - SIRGAS 2000			Fatores
DESVIO PADRÃO			GEODÉSICA		UTM	Fator de Escala
$\sigma=0,007$			$\phi =$	20°20'39.60387" S	N = 7 748 207,958	1,0005323
$\sigma=0,019$			$\gamma =$	41°38'17.99334" W	E = 224 547,486	Conv. Meridiana
Alt. Geom.(h) =	738,170	$\sigma=0,043$	Diferença Elipsoidal:-6,07	Altitude Ortom.(H)=	743,450	0°55'05,30"
<div><div></div><div></div></div> <div><div>Localização: Marco geodésico está implantado na esquina da Rua DuBeto Automotivo, Centro irupi, Irupi-ES.</div><div>Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição EDO1294.</div></div>						

3.1.4 INVENTÁRIO FOTOGRÁFICO

O levantamento topográfico da nuvem de pontos consistiu em pontos irradiados a partir da poligonal acima citada, utilizando a Estação Total TS02. Esse método consiste em cadastrar irradiações a partir dos pontos de apoio georreferenciados lançados em campo por meio do cadastro da poligonal e marcos geodésicos.

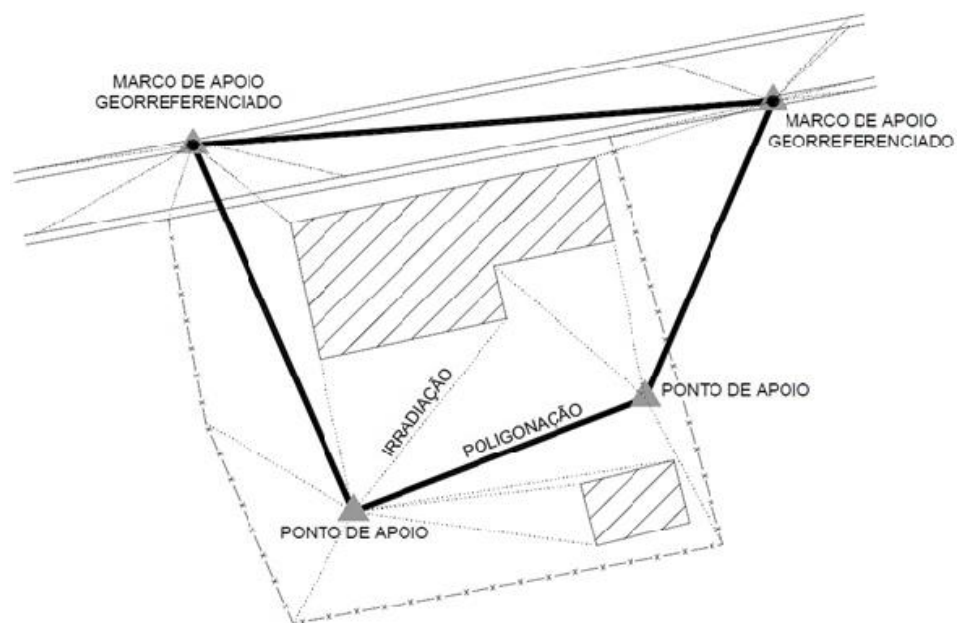


Figura 2 - Representação da captação de irradiações.





3.1.5 APRESENTAÇÃO

Apresentam-se no **Volume 02 – Projeto de Execução**, o Levantamento Planialtimétrico em formato A1 e/ou A3 (ABNT).



3.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

3.2.1 Introdução

O ambiente de uma região é o resultado dos ajustes entre os vários forçantes que compõem o seu meio físico e biótico que evoluíram no tempo geológico através de relações mútuas e multidirecionais que fazem com que fatores do meio físico atuem sobre o meio biótico e são por ele influenciados. A inserção do homem no meio altera o equilíbrio das forças, conduzindo a um novo estado de equilíbrio em um ambiente diferente do original.

O regime hídrico é um dos principais forçantes do ambiente, pois apresenta relação direta com outros fatores do meio físico, enquanto atua no meio biótico como um dos principais limitante da fauna e flora. As intervenções humanas no meio devem estar em consonância com seu regime hídrico para que seja sustentável. Desta forma, o conhecimento dos diversos fatores que compõem o mesmo, como fluviométrica, pluviosidade média, distribuição de chuvas, regime de cheias, energia das chuvas, umidade relativa do ar, entre outros é de vital importância para a sustentabilidade das intervenções antrópicas.

Obras horizontais como estradas e seus componentes interceptam linhas de drenagem, as quais são caminhos naturais de cursos d'água perenes ou temporários, cujos regimes hídricos devem ser compreendidos, de modo que as estruturas de drenagem sejam dimensionadas em conformidade com as condições impostas pelo ambiente e não venham a ser prejudicadas durante eventos pluviométricos.

O ajuste de distribuições estatísticas aos dados de vazão é normalmente utilizado para a previsão de cheias com diferentes períodos de retorno para rios que possuem série histórica considerável de dados; porém, quando se trata de cursos d'água com pouco ou nenhum dado hidrológico, o uso de modelos matemáticos que transformam chuva em vazão tem sido a alternativa preferida por profissionais da área.

A Instrução de Serviço IS-203: Estudos Hidrológicos, anexo B3 das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários define e especifica os serviços constantes nos estudos hidrológicos nos projetos de engenharia rodoviária projeto básico e projeto executivo, sendo, desta forma, o norteador do presente documento.

Desta forma, o presente relatório tem o objetivo de apresentar a metodologia e os resultados dos estudos hidrológicos executados para dar suporte ao projeto de Obra de Arte Especial, do tipo ponte, a ser implantada no Centro de Irupi.



3.2.1.1 METODOLOGIA

Para a realização dos estudos, foram realizadas as seguintes ações:

- Coleta de dados hidrológicos junto aos órgãos oficiais, estudos existentes, que permitiram a caracterização climática, pluviométrica, fluviométrica e geomorfológica da região, e mais especificamente, da área em que se localiza o empreendimento em tela.
- Coleta de elementos que permitiram a definição das dimensões e demais características físicas das bacias de contribuição (forma, declividade, tipo de solo, recobrimento vegetal) tais como: levantamentos aerofotogramétricos, cartas geográficas, levantamentos radamétricos, levantamentos fitopedológicos e/ou outras cartas disponíveis.

3.2.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

A área do empreendimento se enquadra na seguinte zona climática, segundo a classificação climática de Koppen (Figura 3):

- **Cwa:** Clima tropical húmido com temperatura do mês mais frio acima de 0 °C ou -3 °C, pelo menos um mês tem temperatura média acima de 22 °C e ao menos quatro meses apresentam média acima de 10 °C. Neste clima, 70% da chuva cai durante os meses mais quentes, e somente 30% cai nos meses mais frios.
- **Cwb:** Clima subtropical de altitude com média acima de 0 °C ou -3 °C no mês mais frio, todos os meses possuem temperatura média abaixo de 22 °C e pelo menos quatro meses apresentam média acima dos 10 °C.

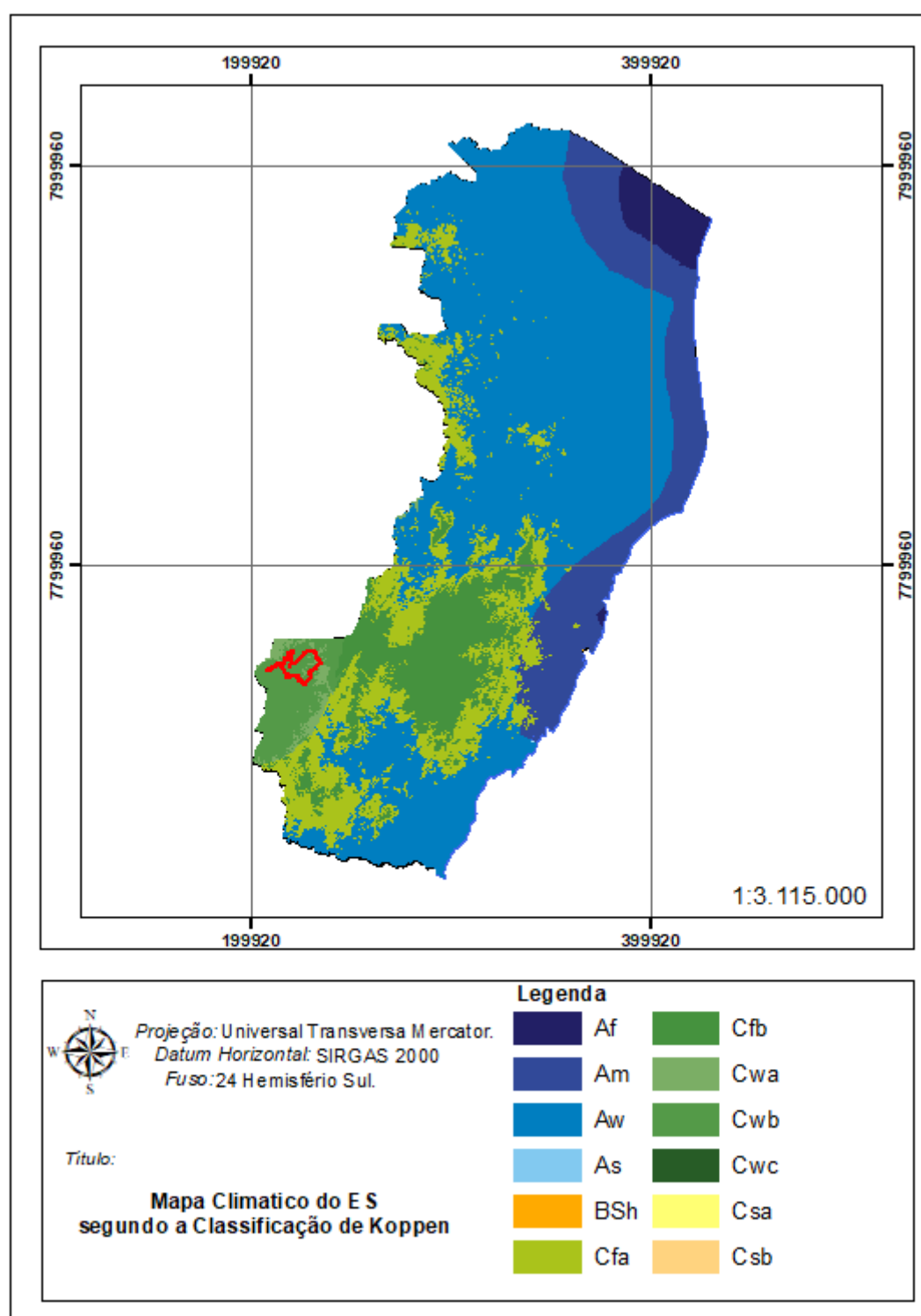


Figura 3 – Mapa climático do Espírito Santo, segundo a classificação de Koppen. Destaque para o município de Irupi.



A estação meteorológica mais próxima ao empreendimento está localizada no município de Muniz Freire, ES. A Figura 4 apresenta o registro histórico das temperaturas médias mínimas e máximas para a referida estação, para o período de 1982 a 2013. Na região, as temperaturas máximas giram em torno de 25,5°C a 32°C e as mínimas, de 13°C a 19°C (INCAPER, 2021).

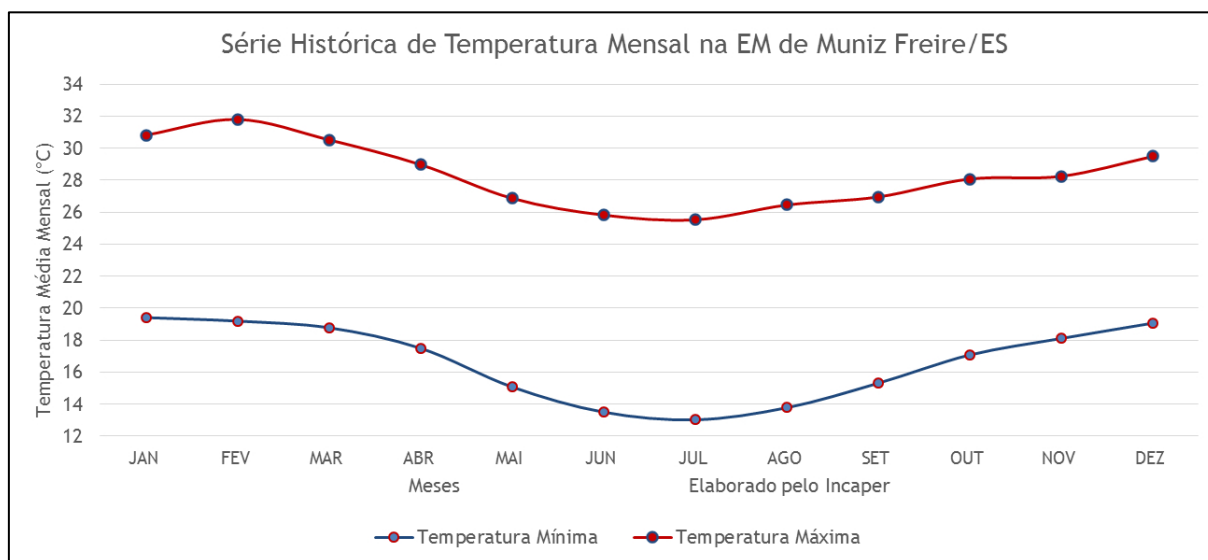


Figura 4 – Série histórica de temperaturas médias mínimas e máximas na Estação Meteorológica de Muniz Freire-ES. Fonte: Incaper, 2014.

A Figura 5 e Figura 6 apresentam, respectivamente, a direção e frequência dos ventos e a direção e velocidade dos ventos na área. Verifica-se que na área de estudo, prevalecem ventos com direção nordeste e sudeste, que também apresentam as maiores velocidades.

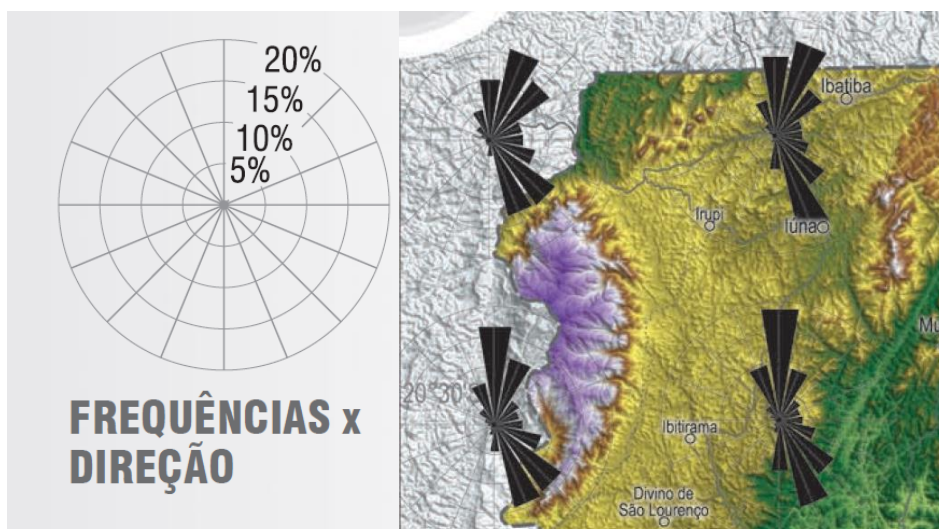


Figura 5 – Direção x Frequências dos ventos na região de estudo.

Fonte: Projeto de P&D COSERN - ANEEL, 2009.

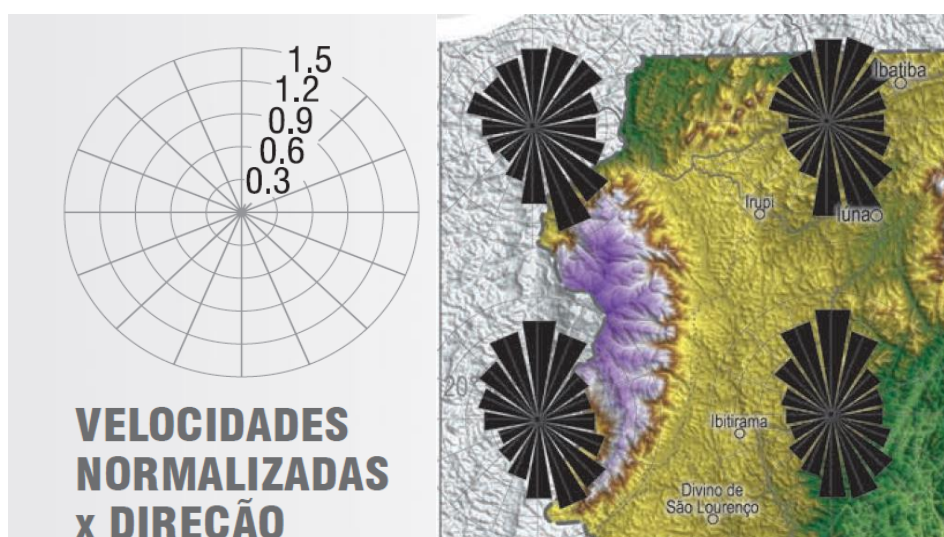


Figura 6 – Velocidade em m/s e direção dos ventos na região de estudo.

Fonte: Projeto de P&D COSERN - ANEEL, 2009.

3.2.3 PLUVIOMETRIA

3.2.3.1 COLETA DE DADOS

Na escolha da estação pluviométrica foram adotados os seguintes parâmetros:

- Localização da estação em relação ao trecho;



- Dados pluviométricos atualizados.
- Série histórica maior que 30 anos.

Assim, a estação “Iúna”, localizada no município de Iúna/ES, foi escolhida para aquisição dos dados de precipitação. Os dados hidrológicos são disponibilizados na plataforma Hidroweb sob gerência da Agência Nacional de Águas (ANA).

Tabela 3 - Estação Pluviométrica

Código	Estação	Município	Estado	Altitude (m)	Coordenadas	
					Latitude	Longitude
02041013	Iúna	Iúna	ES	615	-20.3458	-41.5375

Fonte: Agência Nacional das Águas - ANA.

3.2.3.2 HISTOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DE PRECIPITAÇÕES

A Tabela 4 apresenta os totais mensais de precipitação medidos na estação Iúna juntamente com os valores de máximas, mínimas e médias mensais e anuais.

Tabela 4 – Histórico da precipitação mensal para o período de 1955 a 2023, na estação Iúna

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL ANUAL	Máx	Min	Médio
1955	204,4	15,2	54,0	54,2	45,6	2,0	1,1	0,0	0,0	59,4	104,4	62,5	602,8	204,4	0,0	50,0
1956	5,2	43,1	229,0	37,4	25,8	34,3	25,7	12,6	0,0	36,2	243,4	337,0	1029,7	337,0	0,0	86,0
1957	136,6	119,1	159,0	105,0	38,9	28,2	8,2	0,0	31,0	14,7	234,2	363,2	1238,1	363,2	0,0	103,0
1958	100,3	85,4	121,1	173,8	63,4	23,2	85,4	12,0	99,4	170,6	289,4	106,4	1330,4	289,4	12,0	111,0
1959	161,0	44,6	177,2	73,0	1,6	4,2	0,0	0,0	11,4	157,4	245,8	224,2	1100,4	245,8	0,0	92,0
1960	250,0	168,2	342,2	32,6	14,6	14,4	6,6	1,2	29,0	97,0	142,8	146,4	1245,0	342,2	1,2	104,0
1961	333,4	145,4	61,0	58,8	43,8	18,6	15,6	0,0	2,6	79,8	163,8	177,2	1100,0	333,4	0,0	92,0
1962	323,2	279,8	130,6	11,0	11,2	8,2	17,0	0,0	61,0	90,2	197,6	456,7	1586,5	456,7	0,0	132,0
1963	90,2	93,4	29,0	35,6	7,4	14,4	16,2	2,8	0,0	58,2	96,6	92,0	535,8	96,6	0,0	45,0
1964	314,2	263,7	89,0	80,5	35,4	29,4	119,4	18,0	18,6	186,0	232,0	343,0	1729,2	343,0	18,0	144,0
1965	217,6	214,3	141,3	33,4	67,7	24,1	35,7	6,9	28,2	224,0	281,1	93,5	1367,8	281,1	6,9	114,0
1966	247,3	5,5	49,4	35,0	41,0	2,6	33,6	3,4	20,2	63,1	328,0	289,9	1119,0	328,0	2,6	93,0
1967	183,7	63,6	236,0	61,4	6,5	18,2	10,6	3,6	91,8	47,8	298,3	189,9	1211,4	298,3	3,6	101,0
1968	178,9	205,1	108,2	82,2	66,4	4,8	49,9	13,0	77,5	201,3	158,0	174,3	1319,6	205,1	4,8	110,0
1969	161,9	115,3	78,2	84,9	7,9	64,3	4,6	23,6	13,2	84,2	198,6	230,6	1067,3	230,6	4,6	89,0
1970	214,9	32,7	116,8	143,6	25,2	19,0	20,0	8,8	119,0	171,6	265,7	132,0	1269,3	265,7	8,8	106,0
1971	81,4	59,0	155,4	40,6	17,4	74,2	23,4	37,6	36,4	249,0	470,7	190,4	1435,5	470,7	17,4	120,0



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL ANUAL	Máx	Min	Médio
1972	114,0	185,0	132,4	93,6	27,8	4,2	60,4	14,0	59,6	128,6	191,0	216,0	1226,6	216,0	4,2	102,0
1973	112,6	67,4	387,4	68,0	22,2	10,8	13,8	14,8	26,8	136,0	109,8	161,8	1131,4	387,4	10,8	94,0
1974	254,8	129,6	201,0	103,2	58,6	24,0	4,2	4,2	12,8	133,6	46,2	199,2	1171,4	254,8	4,2	98,0
1975	218,4	190,8	141,6	47,6	22,0	28,2	71,2	0,0	67,4	130,0	260,2	78,0	1255,4	260,2	0,0	105,0
1976	79,0	38,6	104,0	46,8	37,0	4,4	41,0	6,9	80,0	125,0	155,4	208,4	926,5	208,4	4,4	77,0
1977	111,0	43,4	84,7	134,0	48,6	6,8	2,2	2,8	38,2	133,2	199,9	170,2	975,0	199,9	2,2	81,0
1978	111,8	100,0	116,8	60,2	100,6	6,6	56,6	9,4	59,6	93,2	64,0	126,0	904,8	126,0	6,6	75,0
1979	299,8	162,4	221,2	43,2	52,6	0,0	6,3	21,4	22,4	85,4	120,0	245,7	1280,4	299,8	0,0	107,0
1980	277,6	92,8	58,4	102,4	19,0	15,0	7,2	18,2	18,0	19,4	57,0	298,2	983,2	298,2	7,2	82,0
1981	219,6	64,0	200,8	40,0	25,4	13,0	6,4	65,0	4,8	132,4	344,8	91,8	1208,0	344,8	4,8	101,0
1982	214,8	43,8	274,8	59,0	22,2	3,8	11,2	14,8	6,4	31,6	31,4	211,2	925,0	274,8	3,8	77,0
1983	214,8	120,4	67,6	106,4	57,2	8,2	7,4	0,0	60,8	223,6	130,2	202,3	1198,9	223,6	0,0	100,0
1984	100,0	48,2	76,8	19,2	1,8	2,4	4,2	29,2	46,4	113,0	186,8	324,0	952,0	324,0	1,8	79,0
1985	493,0	106,2	99,4	54,8	38,2	0,0	8,6	14,0	101,4	140,2	173,4	178,8	1408,0	493,0	0,0	117,0
1986	120,4	93,0	53,6	29,6	16,7	7,8	16,4	34,6	9,8	11,2	113,6	211,6	718,3	211,6	7,8	60,0
1987	151,0	22,2	171,4	143,8	53,7	42,7	3,6	6,2	55,9	80,3	198,1	149,7	1078,6	198,1	3,6	90,0
1988	209,9	113,4	84,8	91,4	101,4	22,5	4,3	0,0	1,5	64,9	101,6	66,5	862,2	209,9	0,0	72,0
1989	201,8	190,5	176,3	83,7	25,0	100,9	42,3	24,4	181,7	71,0	242,7	157,5	1497,8	242,7	24,4	125,0
1990	47,9	143,6	140,8	154,5	28,1	14,6	35,6	51,6	61,7	155,7	125,0	161,4	1120,5	161,4	14,6	93,0
1991	285,3	169,4	364,7	19,9	10,7	13,3	4,8	12,6	144,5	53,2	182,8	236,9	1498,1	364,7	4,8	125,0
1992	257,3	135,7	54,6	77,1	37,3	48,4	20,2	22,1	100,0	126,5	272,7	254,5	1406,4	272,7	20,2	117,0
1993	238,0	28,2	73,3	80,9	19,8	12,4	6,9	17,6	39,5	123,0	56,3	260,4	956,3	260,4	6,9	80,0
1994	335,9	42,3	224,3	113,0	50,3	15,7	4,6	0,0	23,8	108,5	119,7	195,4	1233,5	335,9	0,0	103,0
1995	91,0	123,8	125,6	42,5	64,4	0,0	17,7	17,4	10,2	167,7	308,7	380,4	1349,4	380,4	0,0	112,0
1996	184,9	36,6	110,0	83,8	20,9	7,0	20,3	7,0	69,7	162,4	244,5	308,9	1256,0	308,9	7,0	105,0
1997	341,5	178,2	241,5	73,8	29,9	24,5	3,0	22,1	65,1	135,4	175,7	186,9	1477,6	341,5	3,0	123,0
1998	263,1	189,3	130,1	9,6	68,6	11,5	3,1	114,0	3,4	123,6	312,9	277,6	1506,8	312,9	3,1	126,0
1999	165,6	94,2	174,2	12,2	3,1	17,7	9,6	11,4	34,6	124,1	250,5	165,7	1062,9	250,5	3,1	89,0
2000	246,3	76,1	222,5	31,5	25,0	20,1	1,6	32,0	53,3	61,5	226,5	350,0	1346,4	350,0	1,6	112,0
2001	242,1	72,8	88,4	8,7	23,1	28,7	3,8	0,1	44,0	82,1	385,7	277,7	1257,2	385,7	0,1	105,0
2002	326,5	278,3	160,2	46,2	62,3	8,7	27,2	9,1	131,4	81,5	178,2	310,8	1620,4	326,5	8,7	135,0
2003	440,3	34,1	79,2	37,7	12,7	0,0	7,2	20,7	15,9	68,9	71,4	209,5	997,6	440,3	0,0	83,0
2004	456,9	252,1	208,0	147,6	49,6	34,7	27,8	8,5	1,7	22,4	123,8	379,3	1712,4	456,9	1,7	143,0
2005	225,5	179,5	302,7	32,3	60,6	65,6	24,6	0,7	95,6	52,5	192,0	234,1	1465,7	302,7	0,7	122,0
2006	11,9	118,4	248,1	143,4	6,9	8,2	2,6	3,4	62,2	135,5	240,8	397,3	1378,7	397,3	2,6	115,0
2007	250,3	234,7	30,0	108,8	17,2	2,9	1,3	5,4	17,9	97,2	115,9	159,8	1041,4	250,3	1,3	87,0
2008	157,5	101,1	185,2	99,1	9,2	2,7	6,9	7,1	71,8	16,7	395,4	294,4	1347,1	395,4	2,7	112,0
2009	396,2	130,9	107,3	119,6	20,8	25,4	27,0	36,6	34,1	123,4	55,7	363,2	1440,2	396,2	20,8	120,0



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL ANUAL	Máx	Min	Médio
2010	48,6	58,1	292,8	94,6	71,4	0,5	3,4	6,1	15,7	123,2	337,0	374,5	1425,9	374,5	0,5	119,0
2011	112,9	108,5	325,9	156,2	23,9	33,0	5,9	0,7	3,1	167,1	238,3	297,6	1473,1	325,9	0,7	123,0
2012	161,0	32,5	124,5	78,2	92,3	0,1	0,1	20,1	80,2	60,4	229,4	114,1	992,9	229,4	0,1	83,0
2013	291,0	115,5	220,3	113,3	83,0	21,4	7,4	16,1	26,4	43,9	120,0	511,7	1570,0	511,7	7,4	131,0
2014	66,6	21,5	164,8	97,3	0,3	6,6	24,5	10,1	10,1	85,5	294,7	58,4	840,4	294,7	0,3	70,0
2015	45,5	130,6	70,4	51,1	86,4	25,2	4,2	1,9	65,7	43,4	37,5	136,4	698,3	136,4	1,9	58,0
2016	205,1	92,9	80,5	20,5	10,7	34,1	0,8	0,0	55,1	91,7	290,4	372,1	1253,9	372,1	0,0	104,0
2017	64,9	163,4	87,7	63,1	27,5	5,0	7,0	0,3	8,0	35,3	168,4	223,1	853,7	223,1	0,3	71,0
2018	169,9	232,7	319,1	98,9	33,2	0,9	5,8	68,9	22,9	46,1		215,7				
2019	24,7	111,4	191,1	126,4		2,1	0,7	11,6	21,8	28,2	145,5	139,3	802,8	191,1	0,7	73,0
2020		219,8		71,7	86,7	7,4	29,8	15,8	14,1	161,5	120,5	266,6				
2021	86,8	379,4	88,2	21,3	5,0	42,1	0,2	6,9	15,5	273,2	240,6	124,9	1.284,1	379,4	0,2	107,0
2022	297,5	388,0	11,8	115,6	2,7	0,0	2,8	9,3	31,5	83,9	228,3	277,9	1.449,3	388,0	0,0	121,0
2023	376,4		79,3	92,2	44,0	15,2	26,1	60,6	12,8		102,0					
Máx	493,0	388,0	387,4	173,8	101,4	100,9	119,4	114,0	181,7	273,2	470,7	511,7				
Min	5,2	5,5	11,8	8,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2	31,4	58,4				
Méd	200,3	124,1	149,7	74,1	35,6	18,3	17,6	15,1	42,3	103,5	191,9	227,2				

A Figura 7 apresenta o histograma de distribuição das precipitações pluviométricas médias mensais e máximas diárias; bem como o número médio mensal de dias chuvosos para o período de 1955 a 2023 na estação pluviométrica Lúna (código 02041013).

Verifica-se que o período mais chuvoso se concentra no período compreendido entre novembro e março, sendo que, dentre estes, o mês de dezembro foi o que apresentou a maior média mensal, cerca de 227,2 mm, e o mês que apresentou o maior número de dias chuvosos no período analisado, 15 dias de chuva, em média. A estação seca se estende entre abril e setembro, sendo o mês de agosto aquele com menor média pluviométrica e menor número de dias chuvosos, seguido do mês de junho, julho e setembro. Quanto às precipitações máximas mensais, observa-se que na estação chuvosa, o mês de dezembro de 2013 foi o que registrou maior total no mês, com 511,7 mm. Os mínimos precipitados em cada mês variam entre 0 e 58,4 mm.

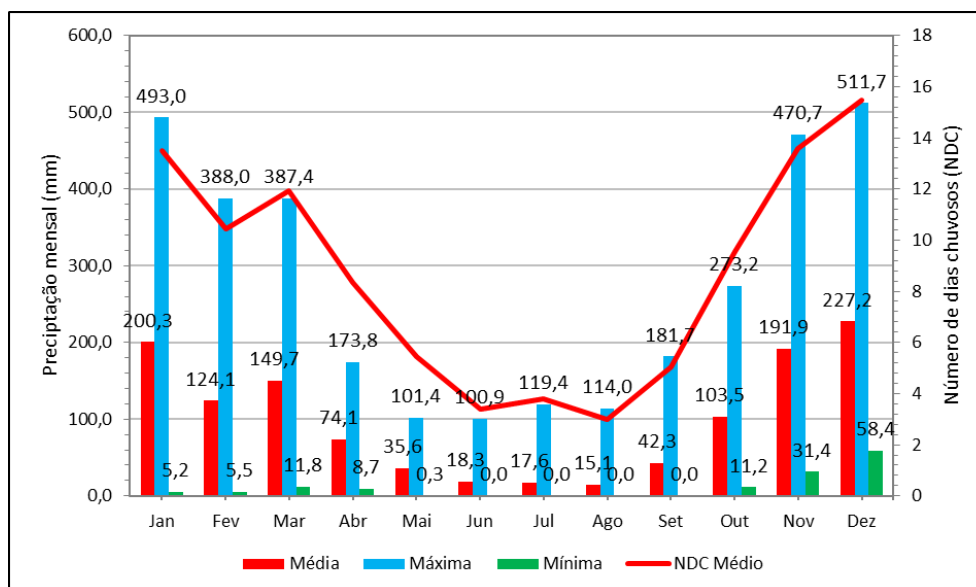


Figura 7 - Histograma de Distribuição de Precipitação e Número Médio Mensal de Dias Chuvosos no período de 1955 a 2023 na estação pluviométrica Iúna.

A Figura 8 apresenta a precipitação máxima mensal em 1 dia para o período de 1955 a 2023 na região de estudo.

Verifica-se que, no período de setembro a março, em todos os meses já ocorreram precipitações maiores que 80 mm em 1 dia, sendo que a maior das máximas ocorreu no mês de novembro, com 138,4 mm.

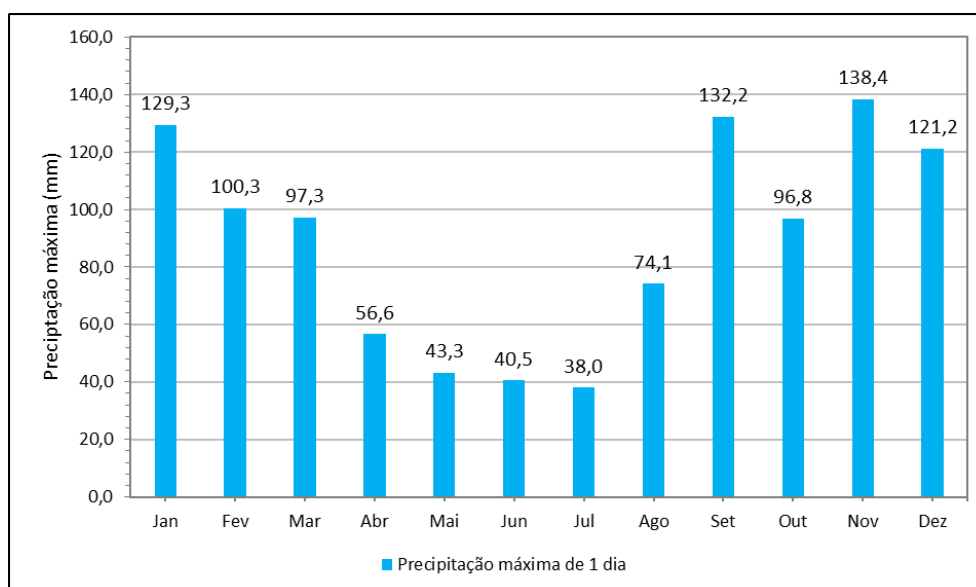




Figura 8 – Precipitação Máxima Mensal em 1 dia para período de 1955 a 2023 na estação pluviométrica lúna

A Figura 9 apresenta a precipitação total anual na estação pluviométrica lúna (código 02041013), no período de 1955 a 2023. A precipitação média total para o período foi de 1.204,4 mm por ano.

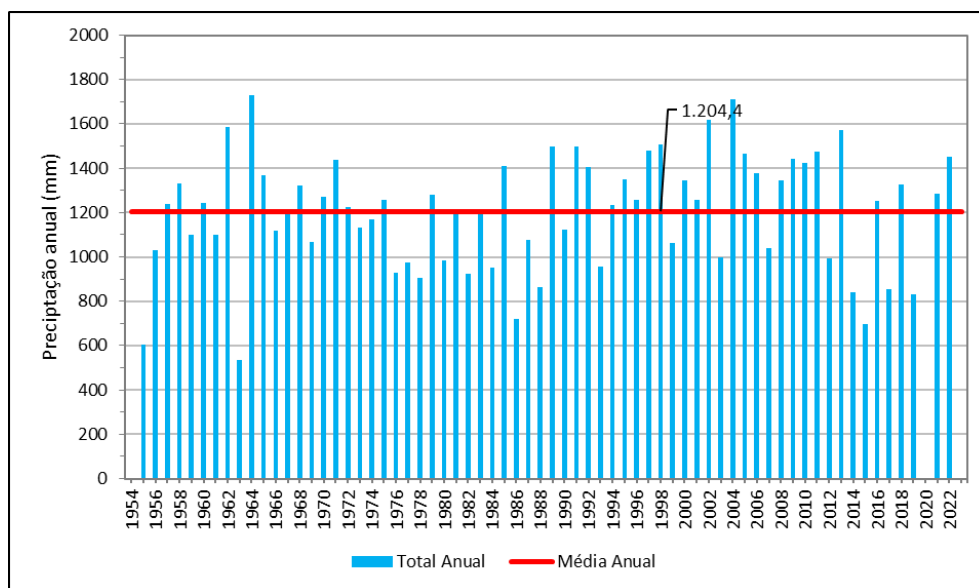


Figura 9 – Precipitação Total Anual do período de 1955 a 2023, na estação pluviométrica lúna.

O histograma mensal dos números de dias de chuva mínimos, médios e máximos; para o período de 1955 a 2023, na estação pluviométrica lúna (código 02041013) é mostrado na Figura 10.

Verifica-se que os meses de novembro a março são os que mais apresentam eventos chuvosos, sendo o mês de dezembro, o mais chuvoso em média, com 15 dias de chuva, em média. A máxima quantidade de dias chuvosos ocorreu em um mês de janeiro, com 27 dias de chuva; e a mínima, de junho a setembro, com nenhum evento de precipitação.

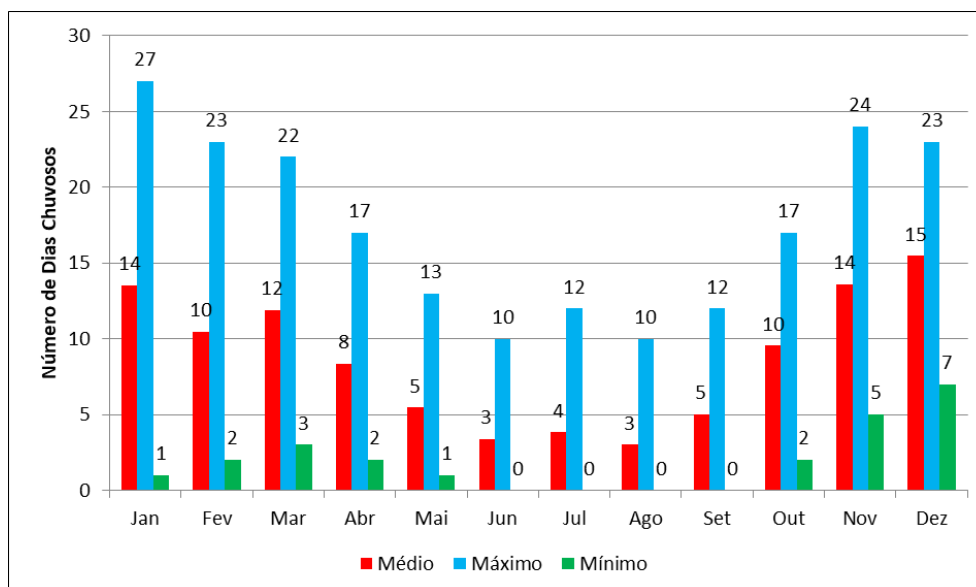


Figura 10 – Histograma de distribuição mensal dos números de dias de chuva mínimos, médios e máximos.

3.2.3.3 EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS

Para localidades desprovidas de dados pluviográficos de longa duração, o método Chow-Gumbel tem sido utilizado de maneira eficiente para a determinação da relação intensidade-duração-frequência. A metodologia para obtenção da equação de intensidade-duração-frequência de chuvas está apresentada em Almeida, Reis e Mendonça (2017) e resumida a seguir.

- Seleção das máximas precipitações anuais de 1 dia;
- Análise de frequências dos totais precipitados com ajuste da distribuição probabilística de Gumbel à série de máximas precipitações anuais de 1 dia, estimando as precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno;
- Conversão das máximas precipitações anuais de 1 dia, associadas a diferentes períodos de retorno, em precipitações máximas de 24 horas;
- Conversão das precipitações máximas de 24 horas, associadas a diferentes períodos de retorno, em precipitações máximas de durações menores. Para o caso em apreço,



foram consideradas durações de precipitação de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos, 1, 6, 8, 10, 12 e 24 horas;

- Apropriação das intensidades pluviométricas a partir da relação entre alturas pluviométricas e durações;
- Definição de equações de chuvas intensas no formato estabelecido pela Equação (1):

$$i = \frac{kT^m}{(t + t_0)^n} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

i representa a intensidade máxima de chuva (mm/min);

t é a duração da chuva (minutos),

T é o tempo de retorno (anos),

k, m, t_0 e n são os parâmetros que se deseja determinar com base nos dados pretéritos de chuva de uma determinada estação pluviométrica.

O ajuste do modelo estabelecido por meio da Equação 1 é realizado com auxílio da Programação Não Linear (PNL), aplicada com a ferramenta Solver, disponível na planilha do Microsoft Excel, com a seguinte função objetivo (Equação 2):

$$\min f_o = \sum_T \sum_t (i_{\text{método}} - i_{\text{equação}}) \quad \text{Equação 2}$$

A Tabela 5 apresenta as precipitações diárias máximas anuais medidas na estação lúna entre os anos 1970 e 2020. Esta estação apresenta dados consistidos até o ano de 2005 e dados não consistidos até o ano de 2020. Os anos com falhas de registro foram excluídos da análise de chuvas.

Tabela 5 – Precipitações máximas de 1 dia máximas anuais medidas na estação lúna entre os anos 1955 a 2023

Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)
1954		1972	64,4	1990	56,6	2008	92,3
1955		1973		1991	92,3	2009	111



Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)
1956		1974	92,4	1992	60,2	2010	89
1957	55	1975	71,2	1993	85	2011	80
1958		1976		1994	78	2012	59,5
1959	61	1977		1995	77,3	2013	74,4
1960		1978	38,2	1996	126	2014	80,5
1961	138	1979		1997	100,3	2015	43,2
1962	84	1980	58,2	1998	78,5	2016	86,1
1963	45	1981	73,6	1999	55,6	2017	77,7
1964		1982	73,4	2000	121,2	2018	65,6
1965	52	1983	43,2	2001	63,8	2019	74,8
1966		1984		2002	90,8	2020	
1967		1985	73,2	2003	71,4	2021	71
1968	65	1986	65,2	2004	129,3	2022	67,4
1969	62	1987		2005	97,3	2023	
1970		1988	43,2	2006	71,4		
1971	109	1989	132,2	2007	54,6		

A partir da Tabela 5, ajustou-se a distribuição de gumbel aos dados (Tabela 6), resultando em chuvas máximas de 1 dia para diferentes períodos de retorno (Tabela 7).

Tabela 6 – Média, desvio padrão e distribuição de Gumbel para as máximas de 1 dia

Estação	
Código	2041013
Nome	lúna
Série Histórica	
Extensão (N)	53
Média	77
Desvio Padrão	23,7
Parâmetros da Variável Reduzida de Gumbel	
Média Y_n	0,5497
Desvio Padrão S_n	1,1658
Variável Auxiliar	65,87

Tabela 7 – Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica lúna



Período de retorno (anos)	Máxima (mm)
2	73,32
5	96,33
10	111,57
15	120,16
25	130,82
50	145,10
75	153,40
100	159,27

A Tabela 8 e a Tabela 9 apresentam as alturas e intensidades pluviométricas, respectivamente, associadas a diferentes períodos de retorno e diferentes durações, estimadas para a estação Pancas. Estas foram obtidas a partir da transformação das precipitações máximas com duração de 1 dia em precipitações máximas com diferentes durações, de acordo com os fatores de frequência propostos por Ven Te Chow desenvolvidos para o Brasil pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE, 1986).

Tabela 8 – Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Iúna, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.

Duração (min)		Período de Retorno (anos)							
		2	5	10	15	20	25	50	100
1440	24h	83,58	109,82	127,18	136,98	143,85	149,13	165,41	181,57
720	12h	71,04	93,34	108,11	116,44	122,27	126,76	140,60	154,34
600	10h	68,54	90,05	104,29	112,33	117,95	122,29	135,64	148,89
480	8h	65,19	85,66	99,20	106,85	112,20	116,32	129,02	141,63
360	6h	60,18	79,07	91,57	98,63	103,57	107,37	119,10	130,73
60	1h	35,10	46,12	53,42	57,53	60,42	62,64	69,47	76,26
30	30 min	25,98	34,13	39,53	42,57	44,71	46,35	51,41	56,43
25	25 min	23,64	31,06	35,97	38,74	40,68	42,18	46,78	51,35
20	20 min	21,04	27,65	32,02	34,49	36,21	37,54	41,64	45,71
15	15 min	18,18	23,89	27,67	29,80	31,30	32,44	35,99	39,50
10	10 min	14,03	18,43	21,35	22,99	24,14	25,03	27,76	30,47
5	5min	8,83	11,60	13,44	14,48	15,20	15,76	17,48	19,19

Tabela 9 – Intensidades máximas (em mm/min), para a estação pluviométrica Iúna, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.



Duração (min)		Período de Retorno (anos)							
		2	5	10	15	20	25	50	100
1440	24h	0,06	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,13
720	12h	0,10	0,13	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21
600	10h	0,11	0,15	0,17	0,19	0,20	0,20	0,23	0,25
480	8h	0,14	0,18	0,21	0,22	0,23	0,24	0,27	0,30
360	6h	0,17	0,22	0,25	0,27	0,29	0,30	0,33	0,36
60	1h	0,59	0,77	0,89	0,96	1,01	1,04	1,16	1,27
30	30 min	0,87	1,14	1,32	1,42	1,49	1,54	1,71	1,88
25	25 min	0,95	1,24	1,44	1,55	1,63	1,69	1,87	2,05
20	20 min	1,05	1,38	1,60	1,72	1,81	1,88	2,08	2,29
15	15 min	1,21	1,59	1,84	1,99	2,09	2,16	2,40	2,63
10	10 min	1,40	1,84	2,13	2,30	2,41	2,50	2,78	3,05
5	5min	1,77	2,32	2,69	2,90	3,04	3,15	3,50	3,84

A Figura 11 apresenta as curvas de altura e duração para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica lúna, enquanto a Figura 12 mostra as curvas de intensidade e duração para a mesma estação pluviométrica.

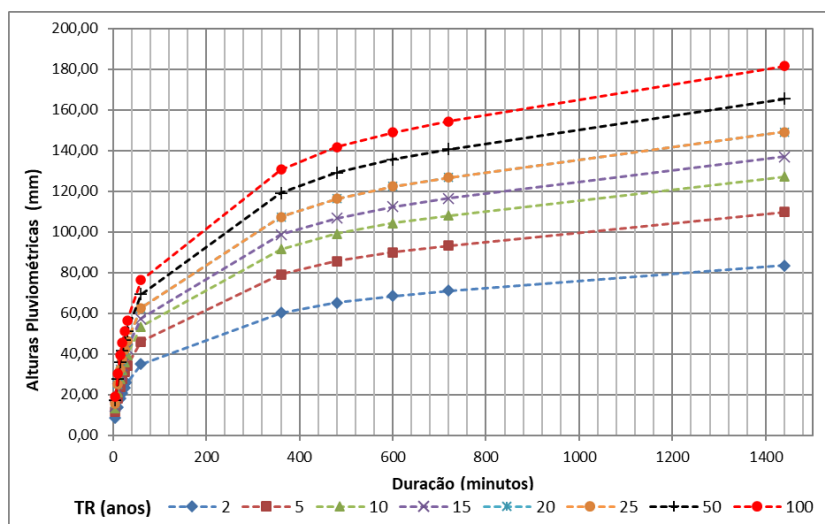


Figura 11 – Curvas de altura x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica lúna.

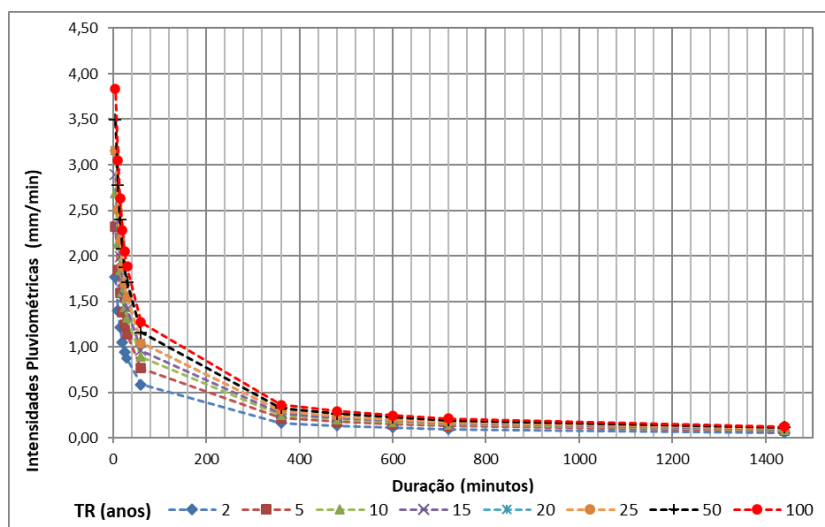


Figura 12 – Curvas de intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Lúna.

A equação a seguir apresenta a relação intensidade-duração-frequência das chuvas para a região onde será implantado o projeto com base nos dados da estação pluviométrica Lúna.

$$i = \frac{14,294 \times T^{0,169}}{(t + 11,204)^{0,749}}$$

Equação 3

Sendo:

i: intensidade da chuva em mm/min

T: Tempo de retorno, em anos;

t: Tempo de duração, em minutos.

3.2.4 BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO E HIDROGRAFIA

A partir do cruzamento do traçado de projeto com mapeamentos hidrográficos locais e com informações do Modelo Digital de Terreno – MDT disponibilizado pelo IEMA (2018) e de topografia, foi realizada a delimitação das bacias de contribuição, por meio de operações de

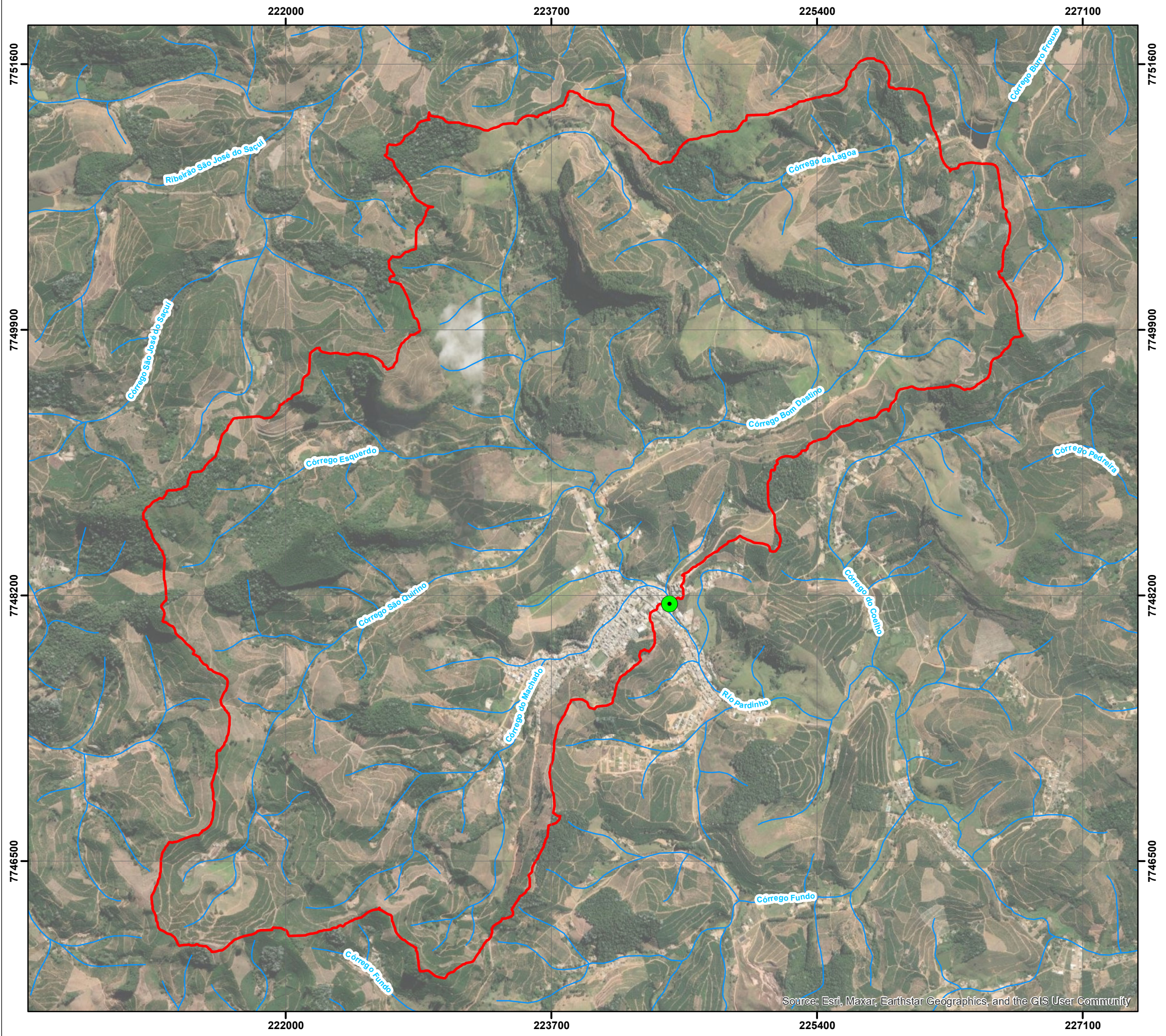


geoprocessamento no *software ArcMap* 10.8.1, resultando no mapa que se encontra apresentado na Figura 13.

Assim também foram apropriadas as características morfométricas das sub-bacias que compõem a área em estudo (Tabela 10).

Tabela 10 - Características morfométricas das sub-bacias estudadas

Sub-Bacia	Bacia	Área (Km²)	L (Km)	Desnível (m)	i (%)
SB01	Rio Pardinho	17,03	6,55	220,00	3,36



Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

- Local de Inserção de OAE
- ~ Hidrografia
- ~ Sub-bacia

Documentação e Referências

AGERH. Hidrografia. 2022
ESRI. Imagery basemap. 2022.

Ø	Emissão original	2024
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto: Projeto Executivo de Engenharia de OAE sobre o Rio Pardinho no Município de Irupi, Espírito Santo

Título: Mapa de Sub-bacia

Coordenador: Thiago Gomes Bonomo
Eng. Civil
CREA: ES-018427/D

Autor do Projeto: Thiago Gomes Bonomo
Eng. Civil
CREA: ES-018427/D

Escala: 1:24.000 0 187,5 375 750 m

Folha: Local: Irupi/ES

Papel: A3 Nº: **HID-01**

Contratante:


Contratada:




3.2.5 PEDOLOGIA

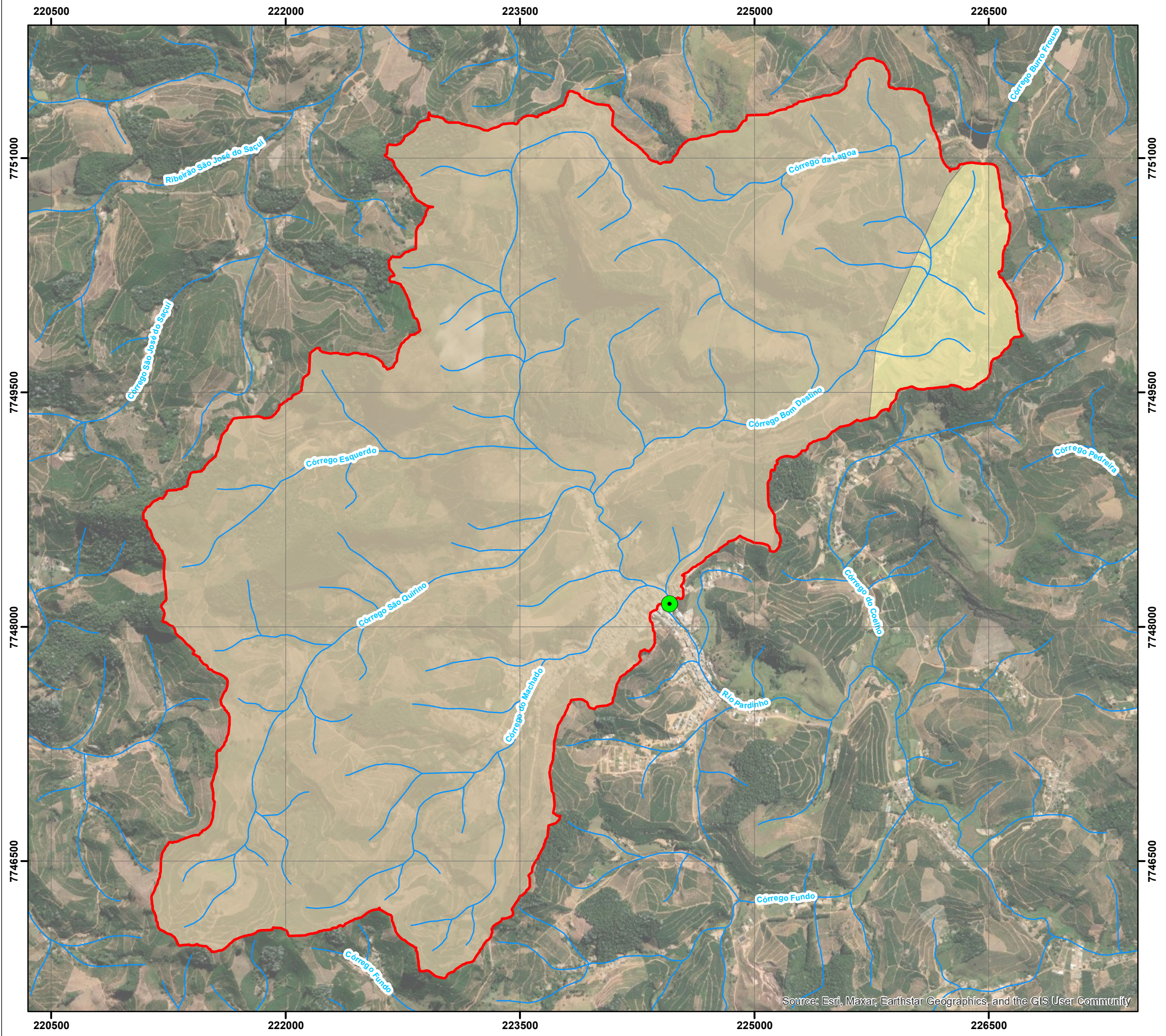
O mapeamento da pedologia na área de estudo foi realizado a partir da revisão de um conjunto de trabalhos correlatos já publicados e dos mapas de solos existentes. A região foi contemplada em dois estudos pedológicos oficiais, os quais resultaram nas cartas de solos em escala 1:5.000.000 (IBGE-EMBRAPA, 2001) e 1:1.000.000 (RADAMBRASIL, 1983). Este último foi tomado como base cartográfica para este estudo.

Informações cartográficas e da literatura consultada foram complementadas por campanhas de campo realizadas para este trabalho. Durante as mesmas, os solos da área foram estudados em termos de sua distribuição em função das condições do relevo. As informações foram consolidadas em escritório em ambiente computacional, possibilitando a elaboração do Mapa Pedológico apresentado a seguir.

Foi identificado a presença de Cambissolo Háplico e Latossolo Amarelo.

Cambissolo Háplico: Os Cambissolos são comumente encontrados em terrenos fortemente ondulados ou montanhosos, caracterizados pela ausência do horizonte superficial A húmico. Esses solos possuem fertilidade natural variável. Suas principais limitações para uso incluem o relevo íngreme, a baixa profundidade e a presença de pedras na massa do solo.

Latossolo Amarelo: São solos originados de sedimentos argilosos ou areno-argilosos da formação Barreiras, encontrados na região litorânea do Brasil ou nos baixos platôs da região amazônica associados à Formação Alter-do-Chão, também podem ocorrer em outras áreas desde que apresentem a coloração amarelada definida pelo SiBCS. Esses solos exibem uma cor amarelada uniforme em toda a sua profundidade, assim como um teor de argila homogêneo. Geralmente, possuem uma textura predominantemente argilosa ou muito argilosa. Além disso, esses solos são caracterizados pela alta coesão dos agregados estruturais quando observados em campo.



Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

Local de Inserção de OAE

Hidrografia

Sub-bacia

Pedologia

Cambissolo Háplico

Latossolo Amarelo

Documentação e Referências

AGERH. Hidrografia. 2022
EMBRAPA. Pedologia. 2016
ESRI. Imagery basemap. 2022.

Ø	Emissão original	2024
---	------------------	------

REV	DESCRIÇÃO	DATA
-----	-----------	------

Projeto:	Projeto Executivo de Engenharia de OAE sobre o Rio Pardinho no Município de Irupi, Espírito Santo
----------	---

Título:	Mapa de Pedologia
---------	-------------------

Coordenador:	Thiago Gomes Bonomo Eng. Civil CREA: ES-018427/D
--------------	--

Autor do Projeto:	Thiago Gomes Bonomo Eng. Civil CREA: ES-018427/D
-------------------	--

Escala:	1:24.000	0 187,5 375 750 m
---------	----------	-------------------

Folha:	Local:	Irupi/ES
--------	--------	----------

Papel:	A3	Nº:	HID-02
--------	----	-----	--------

Contratante:	Contratada:
--------------	-------------





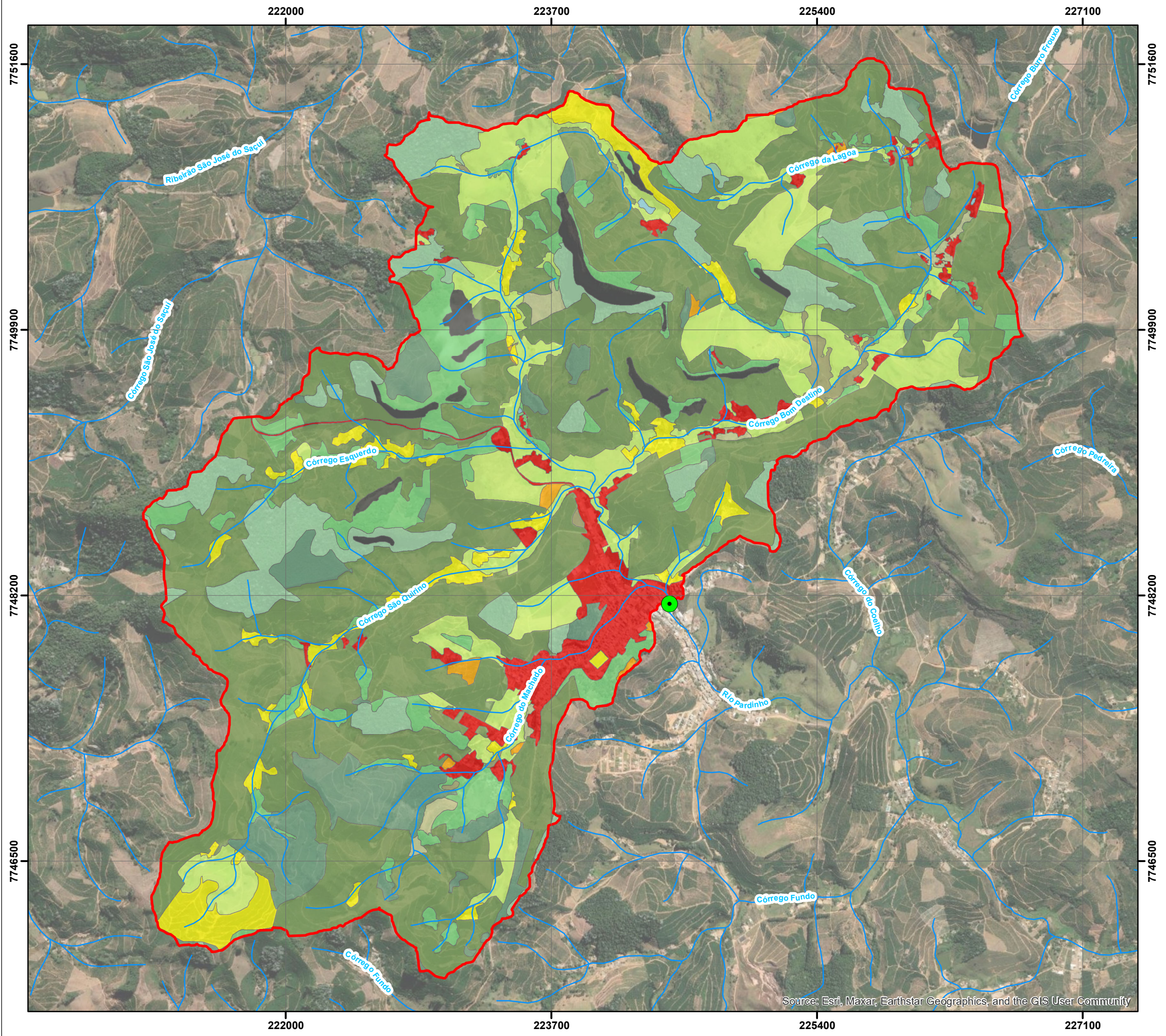
3.2.6 USO DO SOLO

O mapa de uso e ocupação do solo da área foi elaborado também em virtude de sua importância para a determinação do coeficiente de escoamento ou número da curva da mesma.

O mapa de uso e ocupação do solo das sub-bacias foi elaborado por meio de corte do mapa do Uso do Solo do Espírito Santo (IEMA, 2017), que tem por base os registros efetuados no sobrevoo ocorrido em 2012 e 2015, em escala 1:10.000. Foram identificadas as seguintes categorias de uso do solo:

- Afloramento Rochoso;
- Brejo;
- Cultivo Agrícola: Café;
- Macega;
- Massa d'água;
- Mata Nativa;
- Mata Nativa em Estágio Inicial de Regeneração;
- Outros;
- Pastagem;
- Reflorestamento: eucalipto; e
- Solo Exposto;
- Área edificada.

A Figura 15 apresenta o Mapa do uso do solo para a região em estudo.



Projeção: Universal Transversa Mercator.
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

Legenda

● Local de Inserção de OAE

~ Hidrografia

⬮ Sub-bacia

Uso e Ocupação do Solo

Mata Nativa em Estágio Inicial de Regeneração

Afloramento Rochoso

Brejo

Cultivo Agrícola -

Macega

Massa D'Água

Mata Nativa

Outros

Pastagem

Reflorestamento - Eucalipto

Solo Exposto

Área Edificada

Documentação e Referências

AGERH. Hidrografia. 2022
ESRI. Imagery basemap. 2022.
IEMA. Mapeamento da Cobertura Vegetal. 2015

Ø	Emissão original	2024
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto: Projeto Executivo de Engenharia de OAE sobre o Rio Pardinho no Município de Irupi, Espírito Santo

Título: Mapa de Uso e Ocupação

Coordenador: Thiago Gomes Bonomo
Eng. Civil
CREA: ES-018427/D

Autor do Projeto: Thiago Gomes Bonomo
Eng. Civil
CREA: ES-018427/D

Escala: 1:24.000 0 187,5 375 750 m

Folha: Local: Irupi/ES

Papel: A3 Nº: HID-03

Contratante:

Contratada:

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community



3.2.7 MÉTODOS E PARÂMETROS PARA A DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DO PROJETO

3.2.7.1 TEMPO DE RECORRÊNCIA

Os períodos de recorrência adotados para os estudos das descargas de pico das bacias foram definidos em função do tipo de obra previsto para o escoamento de tais descargas.

Em linhas gerais, foram adotados os valores descritos na Tabela 11 e Tabela 12.

Tabela 11 – Período de Recorrência para travessias de talwegues

Espécie	Período de Recorrência (anos)
Drenagem Sub-superficial	1
Drenagem Superficial	5 a 10
Bueiro Tubular	15 (Canal) e 25 (como orifício)
Bueiro Celular	25 (Canal) e 50 (como orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

Fonte: Manual de Drenagem do DNIT.

Tabela 12 – Período de Recorrência para Drenagem Urbana

Característica do Sistema	Período de Recorrência (anos)
Microdrenagem	10
Macro drenagem	25 a 50

Fonte: Manual de Drenagem da Cidade de São Paulo (2012)

3.2.7.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração (TC) de uma bacia hidrográfica é o tempo de percurso que o escoamento leva para atingir a saída, desde o ponto mais remoto até ao ponto de interesse. Esse é o intervalo de tempo em que todos os pontos da bacia irão contribuir com vazão para o seu exutório (DNIT, 2005).

Ao longo dos anos foram desenvolvidos uma variedade de expressões para a determinação do tempo de concentração. Isso porque, há inúmeros fatores envolvidos em sua análise que irão influenciar na determinação da descarga de projeto. Em linhas gerais, a descarga máxima da bacia é proporcional ao inverso do seu tempo de concentração (DNIT, 2005; SILVEIRA, 2005).



As formulações são obtidas, de modo geral, pelas características da bacia hidrográfica como área, comprimento do talvegue, rugosidade do córrego ou canal e a declividade dos mesmos e algumas possuem algum parâmetro que leva em conta a ocupação da bacia (DNIT, 2005; KIBLER, 1982).

Para o presente trabalho foram consideradas as formulações que na avaliação do Manual de Hidrologia do DNIT (2005), possuem faixa de aplicação tanto para pequenas quanto para grandes bacias, além daquelas que consideram características de cobertura vegetal, as quais encontram-se descritas a seguir.

Conforme preconizado pelo Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005), a fórmula do DNOS considera além das características morfométricas da bacia, características de tipo de solo e de cobertura vegetal, ademais, a aplicação desta é indicada para qualquer tamanho de bacia.

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

Em que:

T_c = tempo de concentração, em minutos,

A = área da bacia, em ha,

L = comprimento do curso d'água, em m,

I = declividade, em %.

K = depende das características da bacia, conforme descrito a seguir:

- Terreno arenoargiloso, coberto de vegetação intensa, com elevada absorção $K=2$;
- Terreno comum, coberto de vegetação, absorção apreciável $K=3$;
- Terreno argiloso, coberto de vegetação, absorção média $K=4$;
- Terreno de vegetação média, pouca absorção $K=4,5$;
- Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção $K=5$;
- Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção $K=5,5$.

Para todas as bacias analisadas o o valor de k adotado é equivalente a 5.



A fórmula de George Ribeiro é aplicável para qualquer tamanho de bacia (DNIT, 2005) e é apresentada a seguir:

$$T_c = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p) \cdot (100 \cdot i)^{0,04}}$$

Equação 5

sendo, TC = tempo de concentração, em minutos,

L = comprimento do talvegue, em km,

i = declividade em m/m, e

p = parâmetro dado pela proporção da bacia coberta por vegetação, que varia de 0 a 1.

A Fórmula de KIRPICH, publicado no "Califórnia Culverts Practice", foi desenvolvida originalmente para bacias menores que 0,8 km²,

$$T_c = 57 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Equação 6

sendo TC = tempo de concentração, em minutos,

L = comprimento do curso d'água, em km, e

H = desnível máximo, em m.

A aplicação da fórmula de Kirpich Modificada é indicada para uma grande faixa de áreas. Estudos em bacias médias e grandes, com dados de enchentes observadas, demonstraram que a aplicação do fluviograma unitário triangular do U.S. Soil Conservation Service fornece resultados pertinentes às observações, se forem adotados tempos de concentração 50% maiores do que os calculados pela expressão proposta por KIRPICH. Assim propõe-se a seguinte formulação (DNIT, 2005):



$$T_c = 85,2 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Equação 7

sendo, TC = tempo de concentração, em minutos,

L = comprimento do talvegue, em km, e

H = desnível máximo do talvegue, em m.

A fórmula de Passini é aplicável a bacias de qualquer tamanho. A seguir é apresentada a fórmula de Pasini (DNIT, 2005):

$$T_c = 6,42 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{I}}$$

Equação 8

Onde:

tc = tempo de concentração, em minutos;

A = Área da bacia em km²;

L = desenvolvimento do talvegue principal, em km;

I = declividade em m/m;

A fórmula de Ventura também é aplicável a qualquer tamanho de bacia (DNIT, 2005):

$$T_c = 7,62 \sqrt{\frac{A}{I}}$$

Equação 9

sendo, TC = tempo de concentração, em minutos,

A = área da bacia, em km²,



I = declividade, em m/m.

Para o cálculo do tempo de concentração (TC) de cada sub-bacia, foram utilizados os métodos considerados mais adequados para as mesmas, levando-se em consideração sua área e outras características físicas e de uso do solo.

Tendo em vista que é possível encontrar diferentes valores do TC a depender da formulação empregada, motivo pelo qual, este introduz incertezas no dimensionamento da vazão de pico, o tempo de concentração foi obtido a partir da média de três métodos apropriados para as sub-bacias em estudo, tendo sido escolhidos para cada sub-bacia, aqueles que apresentaram o menor desvio padrão. A apresenta os valores de TC médio calculado para cada sub-bacia.

Para as sub-bacias cujo TC médio resultou em valores menores que 10 minutos, adotou-se TC mínimo de 10 minutos, conforme recomendado pelo Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (IPR-724/2006).

Tabela 13 – Tempo de Concentração das Sub-Bacias em Estudo

Sub-Bacia	Bacia	Área (Km ²)	L (Km)	Desnível (m)	i (%)	TC Médio (min)
SB01	Rio Pardinho	17,03	6,55	220,00	3,36	93,29

3.2.7.3 GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO

De acordo com Tucci (2004) os valores do parâmetros como coeficiente de escoamento superficial e do número da curva para bacias rurais e bacias urbanas e suburbanas são definidos de acordo com o tipo de uso e ocupação e com as seguintes classes de solo:

- Solo A: Produz baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila;
- Solo B: Menos permeáveis do que o A, solos arenosos menos profundos do que o tipo A e com permeabilidade superior à média;
- Solo C: Que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo;



- Solo D: Contém argilas expansivas e pouco profundas com muito baixa capacidade de infiltração, gerando maior proporção de escoamento superficial.

Tendo sido identificados os solos da bacia hidrográfica, pode-se definir o grupo hidrológico ao qual ele pertence a partir da Tabela 14.

Tabela 14 – Classificação hidrológica do Solo para as condições brasileiras

Grupo Hidrológico do Solo	Tipo de Solo
A	LATOSSOLO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO, ambos de textura argilosa ou muito argilosa e com alta macroporosidade; LATOSSOLO AMARELO E LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial não arenoso.
B	LATOSSOLO AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial de textura arenosa; LATOSSOLO BRUNO; NITOSSOLO VERMELHO; NEOSSOLO QUARTZARÊNICO; ARGISSOLO VERMELHO ou VERMELHO AMARELO de textura arenosa/média, média/argilosa, argilosa/argilosa ou argilosa/muito argilosa que não apresentam mudança textural abrupta.
C	ARGISSOLO pouco profundo, mas não apresentando mudança textural abrupta ou ARGISSOLO VERMELHO, ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos profundos e apresentando mudança textural abrupta; CAMBISSOLO de textura média e CAMBISSOLO HÁPLICO ou HÚMICO, mas com características físicas semelhantes aos LATOSSOLOS (latossólico); ESPODOSSOLO FERROCÁRBICO; NEOSSOLO FLÚVICO.
D	NEOSSOLO LITÓLICO; ORGANOSSOLO; GLEISSOLO; CHERNOSSOLO; PLANOSSOLO; VERTISSOLO; ALISSOLO; LUVISSOLO; PLINTOSSOLO; SOLOS DE MANGUE; AFLORAMENTOS DE ROCHA; Demais CAMBISSOLOS que não se enquadram no Grupo C; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos pouco profundos e associados à mudança textural abrupta.



3.2.7.4 NÚMERO DA CURVA

O número da curva (CN) é um parâmetro empírico usado na hidrologia na predição de escoamento superficial ou infiltração a partir do excedente de chuva. O método do número da curva foi desenvolvido pelo Serviço de Conservação de Recursos Naturais do Departamento de Agricultura Norte Americano – USDA, antes chamado de Serviço de Conservação do Solo – SCS. Este método é largamente utilizado para estimar o escoamento superficial, a partir de um evento de precipitação em uma área determinada (USDA, 1986).

Os principais fatores que irão influenciar na determinação do CN são os tipos hidrológicos de solo, uso e ocupação do solo e condição antecedente ao escoamento superficial. A partir de dados de chuva e escoamento superficial de um grande número de bacias hidrográficas, aliados a dados de infiltrômetros que datam da década de 1930 e que resultaram na classificação dos solos americanos por Musgrave (1955), em tipos hidrológicos A, B, C e D, com os solos arenosos de alto potencial de infiltração classificados como A e argilosos com baixas taxas de infiltração classificados como D.

Mockus (1949) sugeriu que o escoamento superficial poderia ser estimado a partir dos fatores área, tipo de solo, localização, uso do solo, chuva antecedente, duração e intensidade da chuva, temperatura média anual e data da chuva.

Após a promulgação do *Watershed Protection and Flood Prevention Act*, de 1954, as relações chuva-vazão desenvolvidas anteriormente foram generalizadas e puderam ser expressas da seguinte maneira: quando o escoamento natural acumulado é plotado com a chuva acumulada, o escoamento se inicia depois de alguma chuva ter acumulado e a curva resultante da relação chuva x vazão se torna assintótica à linha 1:1. Desta forma, a seguinte relação foi desenvolvida (WOODWARD, 2014):

$$Q = \frac{2 \cdot (P - 0,2 \cdot S)}{(P + 0,8 \cdot S)}$$

Equação 10

Q = escoamento superficial.

P = Precipitação acumulada.

S = Retenção máxima potencial no início da chuva.



Com isto, S ficou sendo o único parâmetro relacionado às características da bacia hidrográfica. Este se relaciona com o número da curva (CN) através da seguinte relação:

$$S = 25400 / CN - 254 \quad \text{Equação 11}$$

Sendo que CN é um valor tabelado e relacionado ao uso do solo e ao tipo hidrológico do solo.

A Tabela 15 apresenta o valor do CN em relação ao grupo hidrológico do solo e o uso e ocupação local (TUCCI, 2000; USDA, 1986).

Tabela 15 - Valor do CN em relação ao grupo hidrológico do solo com o uso e ocupação do local.

Uso e Ocupação do Solo	Grupo Hidrológico do Solo			
	A	B	C	D
Afloramento rochoso	98	98	98	99
Bananeira	45	66	75	83
Café	40	60	70	79
Cultura anual ou Temporária	70	79	84	88
Cultura Perene ou Permanente	45	66	75	83
Floresta	36	55	73	77
Loteamento	77	86	91	94
Macega	36	56	74	77
Massa d'água	100	100	100	100
Pastagem	49	69	79	84
Pasto sujo	48	67	77	83
Solo Desnudo	77	86	91	94
Área urbana 12%	46	65	77	82
Área urbana 20%	51	68	79	84
Área urbana 25%	54	70	80	85
Área urbana 30%	57	72	81	86
Área urbana 38%	61	75	83	87
Área urbana 65%	77	85	90	92
Área industrial ou Urbana 72%	81	88	91	93
Área urbana 85%	89	92	94	95
Eucalipto	36	70	75	79
Seringueira	36	70	77	83
Cana de açúcar	40	66	73	79



Uso e Ocupação do Solo	Grupo Hidrológico do Solo			
	A	B	C	D
Ruas Pavimentadas	98	98	98	98
Estradas de Cascalho	76	85	89	91
Estradas de Terra	72	82	87	89
Estacionamentos Pavimentados, telhados e garagem	72	82	87	89
<i>Farmsteads</i> - Casas de fazenda, caminhos do campo	59	74	82	86

Por meio de operações estatísticas em *raster*, informações do mapa Pedológico e do mapa de uso do solo foram cruzadas e os valores médios de CN de cada sub-bacia foram definidos por uma média ponderada, em que os pesos são as respectivas áreas relacionadas ao CN.

3.2.8 DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO

Conforme recomenda a IS-203 - Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos do DNIT, a metodologia de determinação das descargas das bacias será influenciado por:

- a) da disponibilidade de dados fluviométricos e do número de anos de observação;
- b) do tamanho da bacia e da importância do conhecimento da forma do fluviograma;

Em consonância com a IS-203 e o manual de Hidrologia Básica do DNIT (Publicação IPR nº 715), foram adotadas as diretrizes apresentadas na Tabela 16 na definição do método de cálculo de vazões.

Tabela 16 – Diretrizes para escolha do método de cálculo de Vazões

Dados	Área da Bacia (km²)	Método de Cálculo
Sem dados fluviométricos	< 1 km²	Racional
Sem dados fluviométricos	1 < Área < 10 Km²	Racional Modificado, $n = A^{-0,10}$ (Área Rural) $n = A^{-0,15}$ (Área Urbana)
Sem dados fluviométricos	> 10 km²	Hidrograma Unitário do SCS
Com dados fluviométricos de 10 a 15 anos	$0,75 < \frac{A_{bacia}}{A_{posto}} < 2$	Estatísticos

3.2.8.1 MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO UTILIZANDO O HEC-HMS



Conceitualmente, o Hidrograma Unitário (HU) é o hidrograma do escoamento direto causado por uma chuva efetiva unitária (por exemplo, uma chuva de 1 mm, 1 cm, 1 polegada ou outra medida). A teoria considera que a precipitação efetiva e unitária tem intensidade constante ao longo de sua duração e distribui-se uniformemente sobre toda a área de drenagem (COLLISCHONN; TASSI, 2008).

Segundo Paço (2008), o modelo do Hidrograma Unitário (HU), desenvolvido por Sherman em 1932, impôs um importante avanço no nível da análise de cheias. Conforme Naghettini (1999), além das considerações citadas acima (chuva de intensidade constante e uniformemente distribuída sobre a bacia), o método baseia-se na hipótese de que uma vez que as características físicas da bacia não se alterem, precipitações semelhantes produzirão hidrogramas semelhantes.

Existem muitas técnicas sintéticas de Hidrogramas Unitários abordadas pelos mais diversos autores: Método de Nash, Clark, de Santa Bárbara, da Convolução Contínua, Snyder, SCS (*Soil Conservation Service*) e CUHP (*Colorado Urban Hydrograph Procedure*) (VISWESHWARAN, 2017). O método do hidrograma unitário SCS é nativo no HEC-HMS e foi escolhido para a transformação dos dados de chuva em vazão.

O HEC-HMS é um Sistema de Modelagem Hidrológica desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano, destina-se a simular os processos de chuva-vazão e pode ser aplicado em uma larga gama de áreas geográficas, a fim de se estudar inundações e disponibilidade hídrica de uma bacia entre outras aplicações (USACE, 2016).

O modelo tem sido utilizado largamente em muitos países do mundo, principalmente nos EUA e seu uso tem se popularizado no Brasil, dada a boa consistência de resposta e estabilidade para simulação de pequenas e grandes bacias hidrográficas. Seu uso para o cálculo da vazão de projeto foi considerado apropriado dada a possibilidade de se transformar as características hidrológicas das sub-bacias em variáveis de entrada do modelo.

Para o cálculo da chuva excedente, foi escolhido o método do número da curva, enquanto que, para a transformação da chuva excedente no hidrograma de vazão, foi escolhido o método do hidrograma unitário.

As variáveis de entrada necessárias para a simulação com o HEC-HMS utilizando os métodos do número da curva e hidrograma unitário são o CN da bacia, a área da bacia, o tempo de retardo e hietograma de projeto.



O CN da bacia é apropriado por meio de ponderação do tipo de uso e do grupo hidrológico do solo e das áreas relativas, resultando em um CN médio da bacia hidrográfica.

O Tempo de Retardo (*Lag time*) representa o tempo decorrente entre o centroide da precipitação e o pico de vazão a ela associada, sendo definido como 0,6 vezes o tempo de concentração (t_c).

Para determinação do hietograma de projeto considerou-se o descrito por IPH-UFGRS (2005), que o tempo total da simulação deve ser de, pelo menos, duas vezes o tempo de concentração, permitindo que toda a precipitação atue sobre o hidrograma de saída, enquanto *Placer County* (1990 apud *USACE* (2000) recomenda uma duração de chuva igual a três ou quatro vezes o tempo de concentração.

3.2.8.2 RESULTADOS

Para o cálculo da vazão de talvegue, no ponto em que o trecho projetado intercepta o curso d'água, procedeu-se a seguinte ordem:

- Delimitação da sub-bacia contribuinte para ponto de interceptação;
- Apropriação da característica morfométricas da sub-bacia;
- Identificação do uso e tipo de solo;
- Apropriação da equação de chuva intensa;
- Apropriação do tempo de concentração da sub-bacia;
- Determinação do número da curva (CN) da sub-bacia;
- Apropriação do hietograma de projeto a partir da equação de chuva intensa;
- Aplicação do método de análise chuva x vazão (HEC-HMS).

3.2.8.2.1 Aplicação do HEC-HMS

A Figura 16, Figura 17, Figura 18 e Figura 19 apresenta o hietograma da chuva de 15, 25, 50 e 100 anos, respectivamente, utilizados no HEC-HMS para apropriação da vazão da sub-bacia SB01.

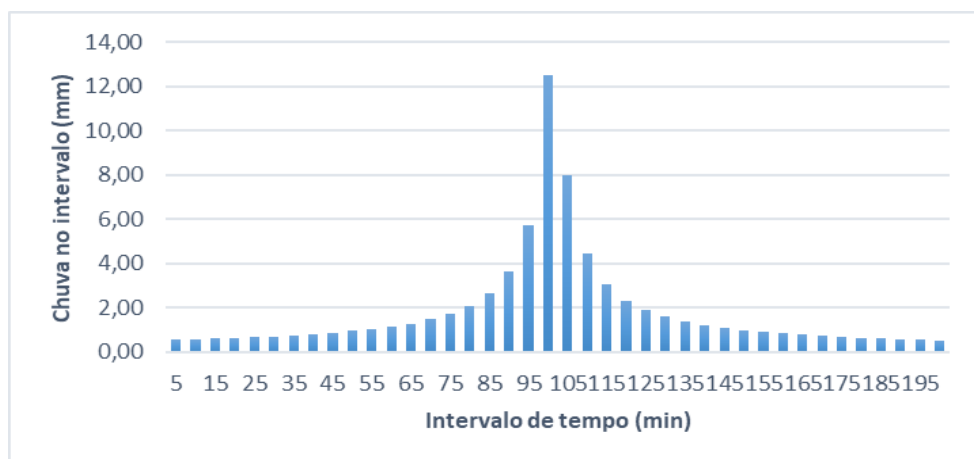


Figura 16 – Hietograma de Projeto com TR=10 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia SB01

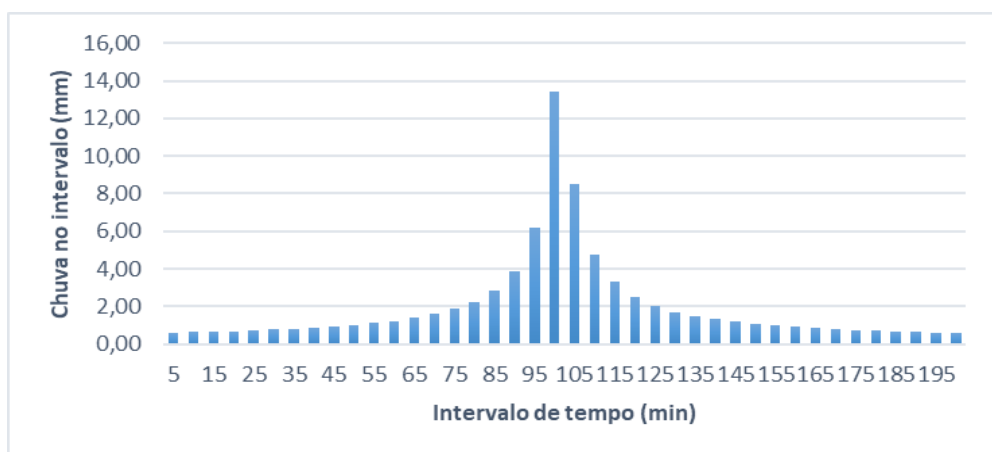


Figura 17 - Hietograma de Projeto com TR=15 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia SB01

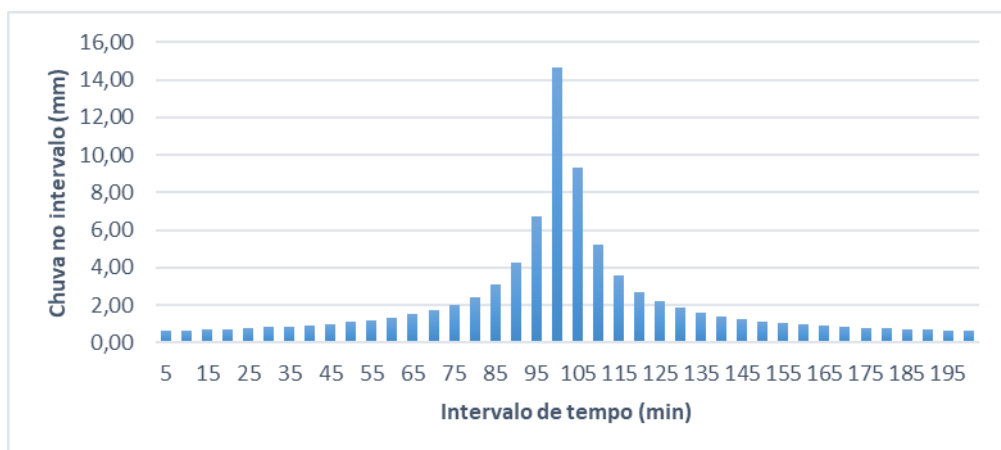


Figura 18 - Hietograma de Projeto com TR=25 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia SB01

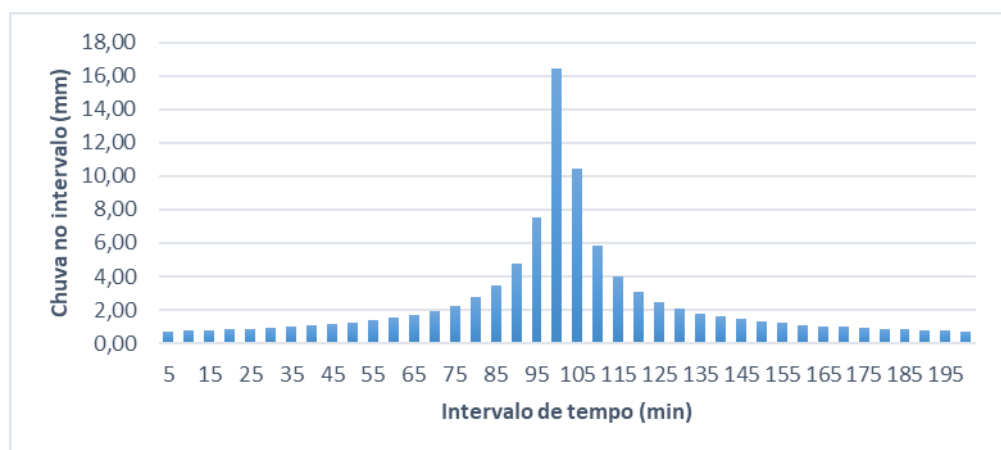


Figura 19 - Hietograma de Projeto com TR=50 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia SB01

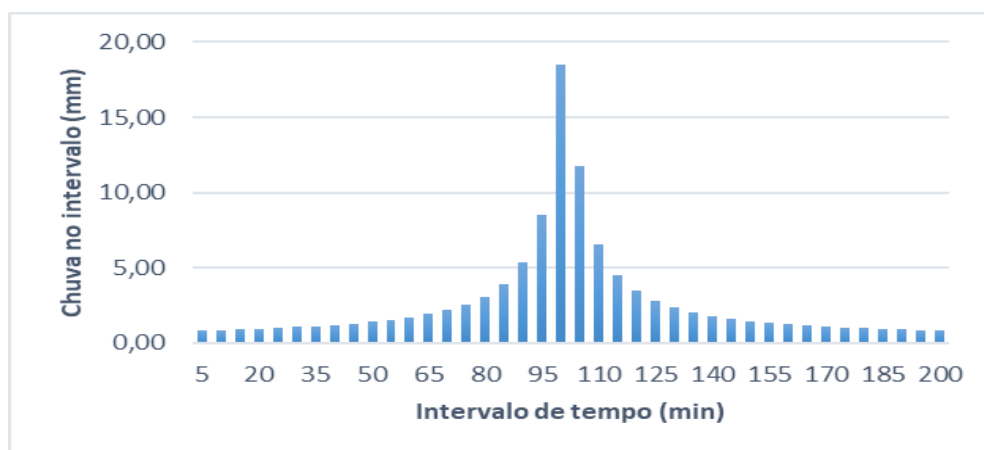




Figura 20 – Hietograma de Projeto com TR=100 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia SB01

Na Tabela 17 apresenta-se o cálculo de vazão de projeto para a interceptação de talvegue promovida pelo projeto em tela, em que a vazão foi calculada pelo método do Hidrograma Unitário do SCS, por meio do HEC-HMS.

Tabela 17 - Vazões de projeto

PONTE DO CENTRO - IRUPI							
ELEMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA							
Sub-Bacia	Bacia	Área (Km²)	L (Km)	Desnível (m)	i (%)	TC Médio (min)	CN
SB01	Rio Pardinho	17,03	6,55	220,00	3,36	93,29	73,00

PONTE DO CENTRO - IRUPI										
CÁLCULO DE VAZÕES DE PROJETO										
ELEMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA		INTENSIDADE DE CHUVA (mm/h)				VAZÃO (m³/s)				
Sub-Bacia	Tempo de Retorno (anos)				Método de cálculo	Tempo de Retorno (anos)				Dispositivo Existente
	15	25	50	100		15	25	50	100	
SB01	41,75	45,51	51,16	57,52	HEC-HMS	38,30	46,50	59,50	74,80	Ponte

3.2.9 CONCLUSÃO

Os estudos hidrológicos tiveram o objetivo de apresentar os métodos e procedimentos norteadores do dimensionamento dos dispositivos de drenagem, que envolvem obras-arte-corrente (bueiros e galerias), obras de drenagem superficial (sarjetas, valetas, canaletas) e obras-de-arte-especial (pontes, pontilhões).



3.3 ESTUDOS GEOLÓGICOS

O presente estudo foi desenvolvido tendo como base as diretrizes da Instrução de Serviço **IS-202 – Estudos Geológicos** do DNIT, de maneira a propiciar o conhecimento adequado das unidades geológicas e os aspectos das litologias constituintes da área em estudo.

3.3.1 COLETA E PESQUISA DE DADOS

Com vistas a subsidiar os estudos geotécnicos de campo e em atendimento a IS-202 foi realizada, em escritório, uma busca bibliográfica de manuais técnicos, cartas, fotografias aéreas e mapas geológico, geomorfológico, pedológico e hidrogeológico. Além disso, foram feitas averiguações em campo a fim de complementar os estudos ora apresentados.

As informações relativas à vegetação, pedologia e geomorfologia foram obtidas junto ao IBGE, mais precisamente nas cartas de pedologia e geomorfologia do mapeamento RADAMBRASIL (1983). Já os dados de geologia e hidrogeologia foram retirados de manuais técnicos da CPRM. Informações sobre clima foram obtidas principalmente junto ao INCAPER e na Agência Nacional de Águas (ANA).

As informações foram consolidadas em escritório e complementadas com imagens do Ortofotomosaico do Espírito Sando (IEMA, 2007/2008) e Ortofotos do Google em ambiente computacional.

3.3.2 DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO

3.3.2.1 ASPECTOS DA VEGETAÇÃO

A vegetação existente no município de Irupi é composta principalmente por áreas com vegetação secundária, pertencentes ao domínio da Mata Atlântica e foi denominada de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual (RADAMBRASIL, 1983; VELOSO et al., 1991; RIZZINI, 1979).

A Floresta Ombrófila Densa se caracteriza por ser uma formação densa, com comprimento variando de 20 a 30 metros de altura e rica em espécies vegetais. Se caracteriza como uma vegetação influenciada fortemente por fatores climáticos de elevadas temperaturas (médias de 25° C). As espécies como *Parkia pendula* Benth. (visgueiro), *Sloanea*



obtusifolia (Moric.) Schum. (marmajuda), *Bowdichia virgilioides* H.B.K. (sucupira), *Byrsonima sericea* DC. (murici-da-mata), *Sclerolobium densiflorum* Benth. (ingá-de-porco), *Gallezia gorazema* Moq. (pau-d`alho) e outras ocorrem na formação vegetacional da Floresta Ombrófila Densa. Os gêneros *Encyclia*, *Catasetum* e *Oncidium*, referentes às orquidáceas, também ocorrem nesta formação.

A Floresta Estacional Semidecidual são formações vegetacionais características de ambientes com menor teor de umidade quando comparado às Florestas Ombrófilas Densas. O estrato mais alto desta formação pode chegar até 20 metros de altura, e apresenta como característica marcante a perda de folhas no período seco.

Na formação Estacional Semidecidual, podem ser encontradas espécies arbóreas como *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.), *Standley* (pau-d`arco-amarelo), *Cordia* sp. (freijó), *Plathymenia foliolosa* Benth. (amarelo), *Tabebuia avellanadae* Lorentz ex Griseb (pau-d`arco-roxo), *Pithecolobium polycephalum* Benth. (camondongo) e *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil).

3.3.2.2 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Do ponto de vista geomorfológico, o município de Irupi está localizado, em 2 Domínios Geomorfológicos: Faixa de Dobramentos Remobilizados e Acumulação Fluvial. Quanto às Regiões, estas se dividem em Planaltos ds Mantiqueira Setentrional e Acumulação Fluvial. Já as Unidades, são caracterizadas como Patamares Escalonados do Sul Capixaba, Acumulação Fluvial e Maciços do Caparaó, conforme apresentado na Figura 21.

Os Maciços do Caparaó caracterizam-se por um modelado intensamente dissecado com altitudes médias em torno de 600m, destacado por grandes elevações maciças, algumas superiores a 2.000 metros de altitude. A conjugação de influencias dos eventos tectônicos sobre essas rochas e de climas predominantemente úmidos é percebida nas formas de dissecação intensamente orientadas por falhas intercruzadas, escarpas adaptadas e falhas e elevações residuais (IJSN, 2012).

Já os Patamares Escalonados do Sul Capixaba distinguem-se por ressaltar níveis de dissecação escalonados formando patamares, definidos por frentes escarpadas adaptadas às falhas para noroeste com caimento para sudeste, sugerindo blocos basculados em decorrência de impulsos epirogenéticos relacionados com a atuação dos ciclos geotectônicos (IJSN, 2012).

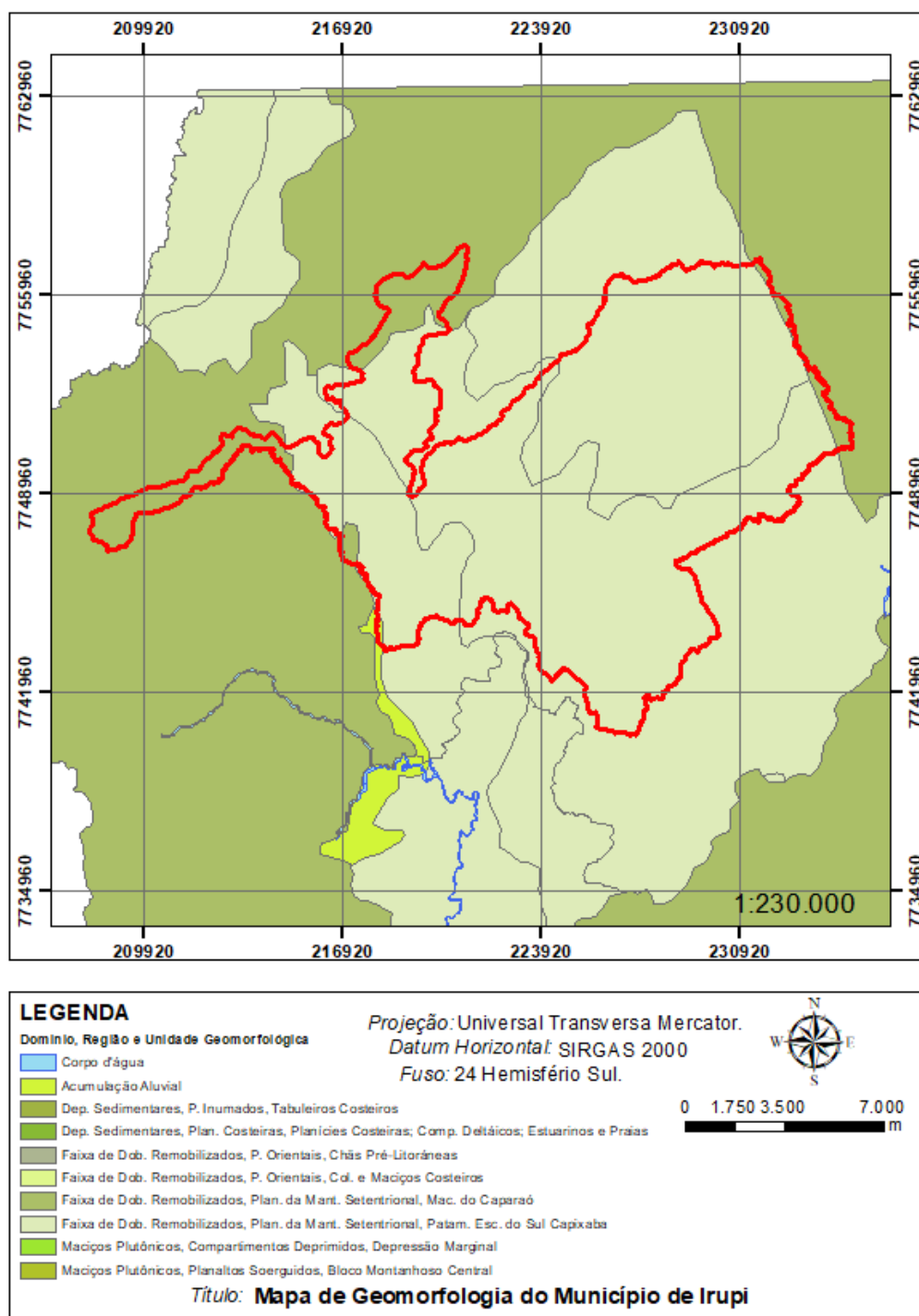


Figura 21 – Mapa Geomorfológico do Espírito Santo. Destaque para o Município de Irupi



3.3.2.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS

A partir de levantamentos de recursos naturais disponíveis na bibliografia consultada, foi possível caracterizar os aspectos geológicos da área de estudo. O arcabouço geológico das áreas que contém as Pontes de Projeto, segundo CPRM (2004), pelas unidades:

- Corpo Caparaó Norito (PP2cpck);
- Depósitos aluvionares (Q2a);
- Formação Palmital do Sul (NP2rdp);
- Corpo Córrego dos Medeiros (E5samsdr);
- Corpo Córrego da Neblina (E5lsalmgr);
- Corpo Granodiorito-diorito Galiléia (NP3γ1ltg);
- Unidade Ipanema, gnaiss (PP2ipagn);
- Unidade Raposo (NP3rp).

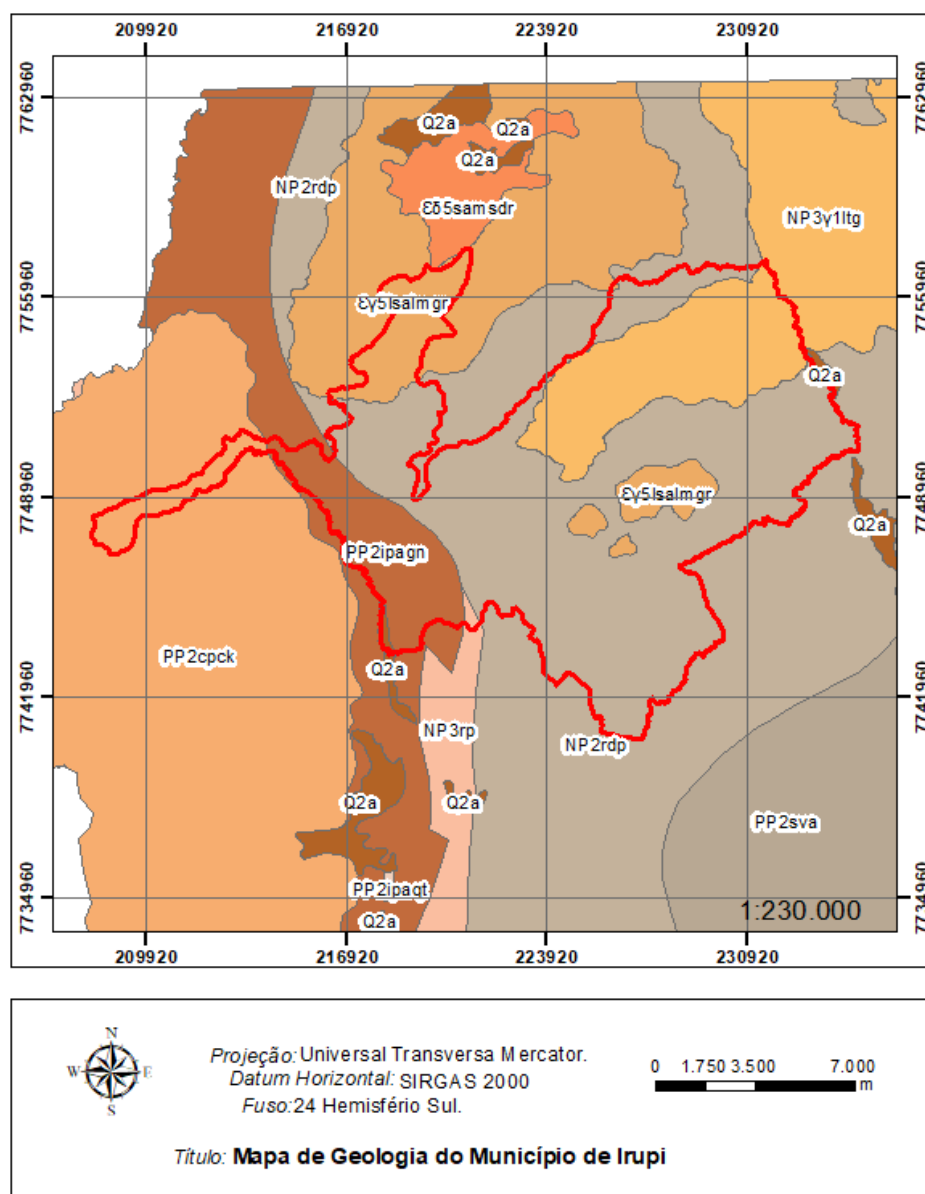


Figura 22 – Recorte do Mapa Geológico do Espírito Santo. Destaque para o município de Irupi. CPRM (2004).

O Corpo Caparaó Norito (PP2cpck), parcela integrante do Complexo Caparaó, apresentam idade de formação com intercepto inferior de 586 ± 3 Ma, por meio de processos metamórficos de fácies granulito e intercepto superior de 2.176 ± 30 Ma, por meio de derivação de fonte magmática transamazônica. O corpo Caparaó Norito está subdividido na Unidade PP2cp2, representada por hiperstênio granito, localmente foliado (N-S predominante) e com enclaves de composição piroxenítica-anfibolítica, raramente diorítica ou gnáissica.



Os Depósitos aluvionares (Q2a) são Litologicamente diferenciados em areias brancas ou depósitos aluvionares, que se caracteriza pela ocorrência de grãos com variabilidade na granulometria e de intercalações argilo-sílticas e argilosas. Já as areias brancas, apresenta granulometria de média a grossa, se estendendo em direção leste-oeste acima do grupo Barreiras, parecendo representar antigos canais fluviais. A datação é da era Neógena-Holocênica, com formação após estabilização do Nível do mar no período final da Transgressão Flandriana.

A Formação Palmital do Sul (NP2rdp) é caracterizada pela ocorrência de rocha piroclástica com intercalações de paragneisses da Formação Palmital. Em solos capixabas, é representada por gnaisses aluminosos (granadasillimanita-biotita gnaisses) com intercalações de quartzitos. A datação é de 584 ± 5 Ma, a idade de instalação de um edifício vulcânico no segmento do Orógeno Araçuaí.

O Corpo Córrego dos Medeiros (85samsdr) é uma unidade geológica inserida no Maciço Mimoso do Sul. É composta por rochas metavulcânicas, provavelmente de origem basáltica, do tipo diorito. Essas rochas foram identificadas e classificadas com base em características mineralógicas, texturais e estruturais observadas em campo e em estudos de laboratório.

A datação geológica do Corpo Córrego dos Medeiros foi realizada utilizando métodos radiométricos, como a datação por isótopos de urânio-chumbo em zircões ou outras rochas ígneas associadas. Essas análises permitiram determinar a idade da formação do corpo rochoso, geralmente fornecendo uma faixa de idades que pode variar. No entanto, sem informações específicas sobre os resultados da datação, não é possível fornecer uma idade precisa para o Corpo Córrego dos Medeiros.

O Corpo Córrego da Neblina (85lsalmgr) é uma unidade geológica inserida no Maciço Lajinha do Mutum. É composta por rochas metavulcânicas e metassedimentares do tipo diorito e granito, possivelmente originadas de processos vulcânicos e sedimentares que ocorreram em um passado geológico. Essas rochas foram identificadas e classificadas com base em suas características mineralógicas, texturais e estruturais observadas em estudos de campo e laboratório.

O Corpo Granodiorito-diorito Galiléia (NP3y1ltg) é um batólito granítico na área-tipo, caracterizado por uma foliação regional sólida sobreposta à orientação do fluxo ígneo. Composta principalmente por tonalito e granodiorito, com presença subordinada de granito, é



comum encontrar enclaves microgranulares quartzo monzodioríticos a dioríticos estirados ao longo da foliação regional. Xenólitos xistosos, ricos em granada, são frequentes próximos aos contatos com o Grupo Rio Doce. As rochas do Tonalito Galiléia exibem atributos geoquímicos indicativos de uma suíte cálcio-alcálica de médio potássio, meta-aluminosa a marginalmente peraluminosa, com índice de saturação em alumina variando entre 0,85 e 1,07, conforme datação U-Pb em zircão, em 594 +/- 6 Ma.

A Unidade Ipanema, gnaiss (PP2ipagn) é composta por biotita gnaisses, biotita-granada gnaisses, gnaisses miloníticos e lentes de quartzitos, quartzo-mica xistos, esteatitos, gabros e anfibolitos, parte do Complexo Paraíba do Sul. Os biotita gnaisses e biotita-granada gnaisses predominam, caracterizados por bandamento marcante, cor cinza-esbranquiçada e foliação gnáissica. Mineralogicamente, são compostos por plagioclásio andesina, quartzo, biotita e feldspato potássico, com acessórios como zircão e apatita. Os biotita-granada gnaisses apresentam ainda granada. Em algumas áreas, há intercalações de rochas calcissilicáticas.

A Unidade Raposo (NP3rp) consiste principalmente em metarenitos, metapelitos e quartzitos intercalados, além de rochas metavulcânicas. Possui uma estrutura predominantemente dobrada e é caracterizada por metamorfismo de baixo a médio grau. Esta unidade foi datada através de métodos radiométricos, como a datação por isótopos de urânio-chumbo em zircões encontrados nas rochas metavulcânicas associadas a essa unidade. Essas análises indicaram idades que variam entre aproximadamente 2,7 bilhões e 2,5 bilhões de anos, situando a formação dessa unidade no período do Proterozoico médio.

3.3.2.4 ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Em relação aos aspectos hidrogeológicos o sistema aquífero da região é caracterizado como Unidade Fraturada de Produtividade Geralmente baixa, porém localmente moderada, sendo que fornecimentos contínuos dificilmente são garantidos.



3.4 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

O presente estudo visa apresentar os resultados obtidos da exploração e reconhecimento do solo realizado através da Sondagem.

3.4.1 METODOLOGIA DA SONDAGEM À PERCUSSÃO

O processo de perfuração da sondagem inicia-se com emprego do trado concha ou cavadeira até a profundidade de 1m, nos avanços de perfuração subsequentes, intercalados pela realização de ensaio e amostragem, utiliza-se o trado helicoidal até atingir o nível d'água ou quando o avanço da perfuração for inferior a 5 cm após 10 min de operação. A partir de então passa-se ao método de perfuração por circulação d'água. Durante o processo de perfuração utiliza-se a instalação de tubo de revestimento para estabilidade das paredes do furo.

A cada metro de perfuração, a partir de 1 m de profundidade, são colhidas amostras do solo por meio do amostrador-padrão e executado o SPT.

O SPT é realizado apoiando-se, inicialmente, a composição de cravação na profundidade da cota de ensaio e, em seguida, posicionando o martelo sobre a cabeça de bater, anotando-se as penetrações relativas ao avanço estático, caso ocorram, nesses dois estágios iniciais. A cravação do amostrador-padrão se dá através de impactos sucessivos do martelo caindo livremente de uma altura de 75 cm de elevação, anotando-se, separadamente, a quantidade de golpes para a penetração de cada um dos três segmentos de 15 cm do amostrador-padrão. O índice de resistência à penetração N é soma da quantidade de golpes da 2ª e da 3ª sequência de penetração correspondente aos dois últimos segmentos de 15 cm do amostrador-padrão.

As amostras são coletadas do bico do amostrador-padrão e acondicionadas em recipientes herméticos para, através de exames tátil visuais, determinar a classificação do material quanto a sua granulometria, plasticidade, cor e origem.

3.4.2 METODOLOGIA DA SONDAGEM ROTATIVA

Diante da impossibilidade de avançar a perfuração com o processo de lavagem por circulação d'água, utiliza-se então o método de perfuração através de sonda rotativa.



A sonda rotativa é o equipamento de perfuração motomecanizada destinado à obtenção de amostra cilíndrica de maciço rochoso, denominado de testemunho, bem como atravessar camada de solo de elevada resistência.

As amostras recuperadas da manobra de perfuração rotativa são acondicionadas de forma contínua em caixas com dimensões adequadas de acordo com o diâmetro utilizado na perfuração. O testemunho de cada manobra deve estar separado por delimitadores com indicações da profundidade inicial e final de cada manobra, inclusive com a especificação do seu respectivo diâmetro.

Os testemunhos são submetidos à classificação geológica sendo apresentadas as seguintes informações: percentual de recuperação relativa à manobra, RQD/IQR e os graus da rocha: alteração, coerência/consistência e fraturamento.

Com relação às descontinuidades pode se apresentar as seguintes características: espessura, preenchimento, superfície e inclinação.

3.4.3 ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS

A investigação geotécnica teve como objetivo cadastrar e caracterizar as possíveis fontes dos insumos necessários para a execução das obras de pavimentação, drenagem, terraplenagem, obras-de-arte especiais, etc.

3.4.3.1 PEDREIRA

No que tange aos estudos geotécnicos relativos aos materiais britados a serem empregados na obra, foi identificada a pedreira (P-01) comercial mais próxima, listada a seguir:

- P-01 – Pedreira

Conforme o *croqui* de localização apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, a pedreira P-01 localiza-se no município de Irupi, a 14,00 km da obra.

A pedreira é ocorrência comercial, ambientalmente licenciada para a exploração de agregado, e possui potencial técnico e capacidade operacional para o atendimento ao empreendimento.

3.4.3.2 AREAL



No decorrer das investigações de campo foi identificado areal passível de indicação como fornecedor de areia para as obras do empreendimento, a saber:

- A-01 – Areal

Conforme o *croqui* de localização apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, o areal A-01 localiza-se no município de Irupi, a 36,40 km da obra.

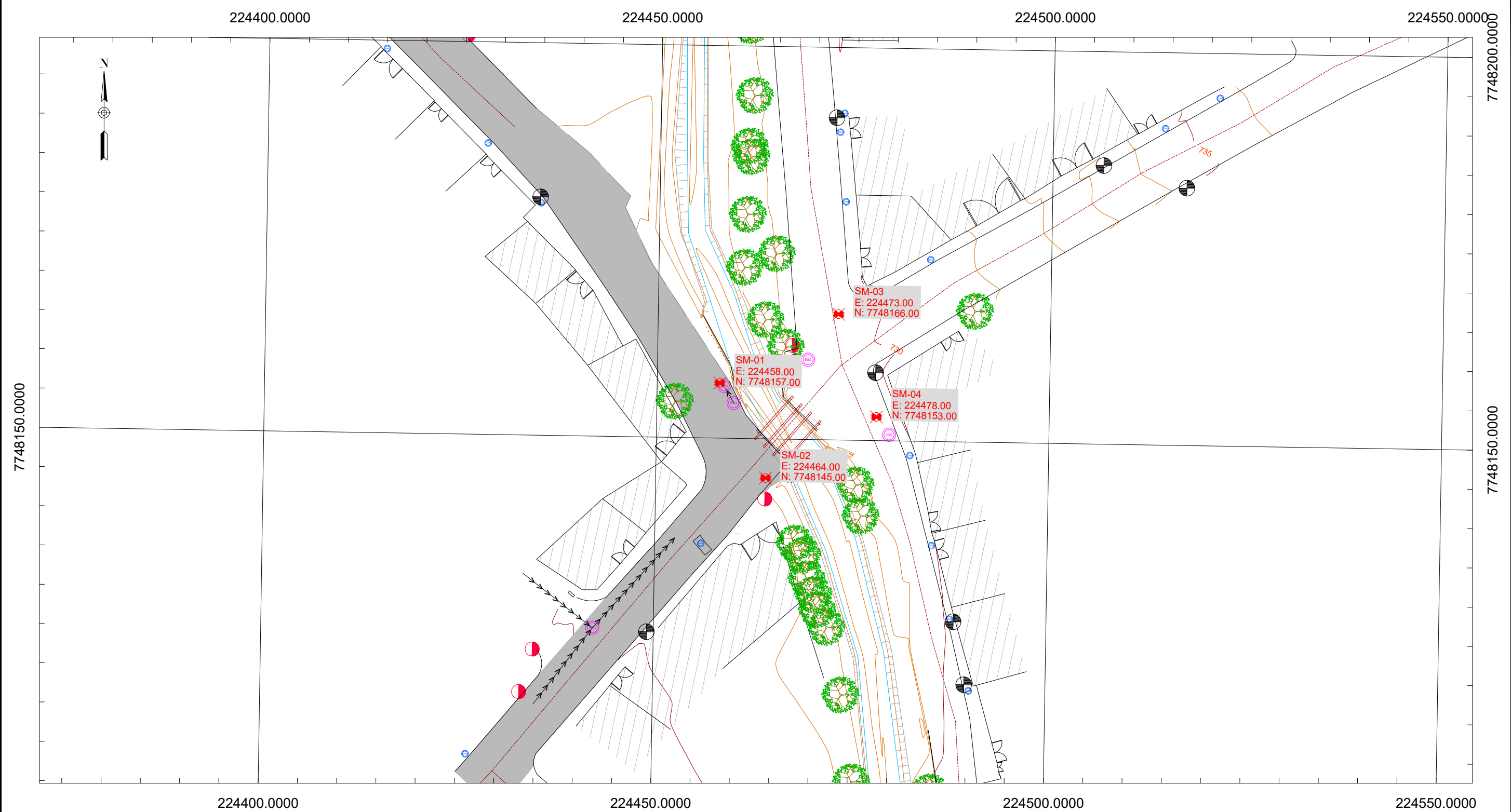
3.4.3.3 BOTA-FORA

Todo resíduo proveniente da obra e que venha a ser descartado será encaminhado à Marca-Ambiental, que apresenta características técnicas e ambientais favoráveis à sua utilização como bota-fora durante a execução das obras.


Conforme o *croqui* de localização apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, o bota-fora localiza-se no município de Irupi, a 1,90 km da obra.

3.4.4 APRESENTAÇÃO


Apresentam-se a seguir o plano de sondagem e boletins de sondagem, e no **Volume 02 – Projeto de Execução**, os Croquis de Ocorrências em formato A1 e/ou A3 (ABNT).



	Edificações		Curvas de nível
	Calçada existente		Rios, córregos, banhados
	Pavimento existente em asfalto		Cerca de Arame
	Furos de sondagem		Poste de Madeira
	Muro existente		Texto de Drenagem
	Bordo de Estrada		Ponte de Madeira
	Talude Existente		Canaleta/Sarjeta
	Eixo de Vias		Árvores existentes
	Portão		Tubo de Drenagem



PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI






CONSULTORIA: **AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA**

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

TÍTULO: **PLANO DE SONDAGEM**

LOCAL: **BAIRRO CENTRO, IRUPI/ES**

COORDENADOR :	 Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO	CREA:	ES-018427/D	ESCALA:	1:500	FORMATO:	A3	PRANCHA:	SON-01
AUTOR DO PROJETO :	 Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO	CREA:	ES-018427/D	REVISÃO:	R. 0	DATA:	2025		

<div></div>		AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA										0070/24																																																																																																																																																																																																			
		Sondagem de Reconhecimento Mista										SM-01																																																																																																																																																																																																			
		Cliente: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA										Página 1/1																																																																																																																																																																																																			
Local: Luna- Espírito Santo. Ponte do Centro, Irupi/ES										Início/Término 22/04/2024 23/04/2024																																																																																																																																																																																																					
Ext.: 50,8 mm		Altura de queda: 75 cm		Cota da boca do furo: —		Coordenadas																																																																																																																																																																																																									
Int.: 34,9 mm		Peso: 65 kgf		Revestimento: 7,50 m		Norte: 7.748.157,00 m																																																																																																																																																																																																									
Escala vertical: 1:100		Sistema: Manual		Nível d'água: 2,86 m		Este: 224.458,00 m																																																																																																																																																																																																									
Fuso: 24S		Datum: —																																																																																																																																																																																																													
Perfuração: CR/RR/RS-Cravação/Rotativa Revestimento																																																																																																																																																																																																															
N.A.	Rev. / Perf. (m)	SPT			Nº de Golpes Penetração 30 cm		Resistência à Penetração × Profundidade					Profundidade (m)	Classificação do Material																																																																																																																																																																																																		
		Golpes 15 cm																																																																																																																																																																																																													
	Ø	1ª	2ª	3ª	1ª + 2ª	2ª + 3ª	0	10	20	30	40	50																																																																																																																																																																																																			
							0	20	40	60	80	100 (%)																																																																																																																																																																																																			
<div>2,86 m</div>	<div>RS</div>	<div>NW</div>	<div>7,28</div>	<div>30/10</div>	<div>—</div>	<div>—</div>	<div>1</div>	<div>2</div>	<div>3</div>	<div>4</div>	<div>5</div>	<div>6</div>	<div>7</div>	<div>10</div>	<div>16</div>	<div>30</div>	<div>40</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>	<div>100</div>

<div>  <div> <div>avantec</div> <div>Soluções em Engenharia</div> </div> </div>	<div> <div>AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA</div> <div>0070/24</div> </div>	
	<div> <div>Memorial Fotográfico</div> <div>SM-01</div> </div>	
	<div> <div>Cliente: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA</div> <div>Página 1/1</div> </div>	
	<div> <div>Local: Luna- Espírito Santo. Ponte do Centro, Irupi/ES</div> <div> <div>Início/Término</div> <div>22/04/2024</div> <div>23/04/2024</div> </div> </div>	



Foto 1



Foto 2

avantec

Soluções em Engenharia

AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA

Sondagem de Reconhecimento Mista

Cliente: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA

Local: Luna- Espírito Santo. Ponte do Centro, Irupi/ES

0070/24

SM-02

Página 1/1

Início/Término
23/04/2024
24/04/2024

Ext.: 50,8 mm

Int.: 34,9 mm

Ø Revestimento: 63,5 mm

Altura de queda: 75 cm

Peso: 65 kgf

Escala vertical: 1:100

Sistema: Manual

Cota da boca do furo: —

Revestimento: 7,00 m

Nível d'água: 2,83 m

Coordenadas

Norte: 7.748.145,00 m

Este: 224.464,00 m

Fuso: 24S Datum: —

Perfuração: CR/RR/RS Cravação/Rotativa || Revestimento

N.A.	Rev. / Perf. (m)	SPT			Nº de Golpes Penetração 30 cm		Resistência à Penetração × Profundidade					Profundidade (m)	Classificação do Material	
		Golpes 15 cm												
		1ª	2ª	3ª	1ª + 2ª	2ª + 3ª	0	10	20	30	40			50
	Ø						0	20	40	60	80	100 (%)		
<div>2,83 m</div> <div>RS</div> <div>NW</div> <div>6,58</div> <div>RR</div> <div>11,08</div>		1	1	2	2	3	0	10	20	30	40	50	0,00	Asfalto
							0	20	40	60	80	100 (%)	0,10	Argila pouco arenosa, amarela
		1	2	2	3	4	1						1,03	Argila arenosa, variegada, de mole a média.
		2	3	3	5	6	2							
		3	4	6	7	10	3							
		5	7	9	12	16	4						3,60	Areia argilosa, cinza
		8	10	30	18	40/25	5						5,80	Alteração de rocha
							6						6,58	Rocha fraturada
							7						8,08	Rocha sã granito, cinza
							8							
							9							
						10								
						11							11,08	LIMITE DE SONDAGEM
						12								Obs.: Paralisada por definição do
						13								contratante ou seu preposto (5.2.4.1
						14								NBR 6484:2020).
						15								
						16								
						17								

RQD (%):
0 a 24 - Muito pobre (MP)
25 a 49 - Pobre (P)
50 a 74 - Regular (R)
75 a 89 - Boa (B)
90 a 100 - Excelente (E)

Alteração:
A1 - Rocha sã
A2 - Pouco alterada
A3 - Medianamente alterada
A4 - Muito alterada
A5 - Extremamente alterada

Consistência:
C1 - Muito coerente
C2 - Coerente
C3 - Medianamente coerente
C4 - Pouco coerente
C5 - Friável

Fraturamento:
F1 - Pouco fraturada
F2 - Fraturada
F3 - Muito fraturada
F4 - Extremamente fraturada
F5 - Fragmentada

Inclinação: 90°

Ø	De (m)	Até (m)
NW	0,00	11,08

Av. Fernando Ferrari, 1080 - sala 503,
Torre Norte - Mata da Praia, Vitória/ES

Resp. Técnico
Thiago Gomes Bonomo
Engenheiro Civil - CREA/ES 018427/D

CONFORME NBR 6484:2020

Cliente: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA

Página 1/1

Local: Luna- Espírito Santo. Ponte do Centro, Irupi/ES

Início/Término
23/04/2024
24/04/2024

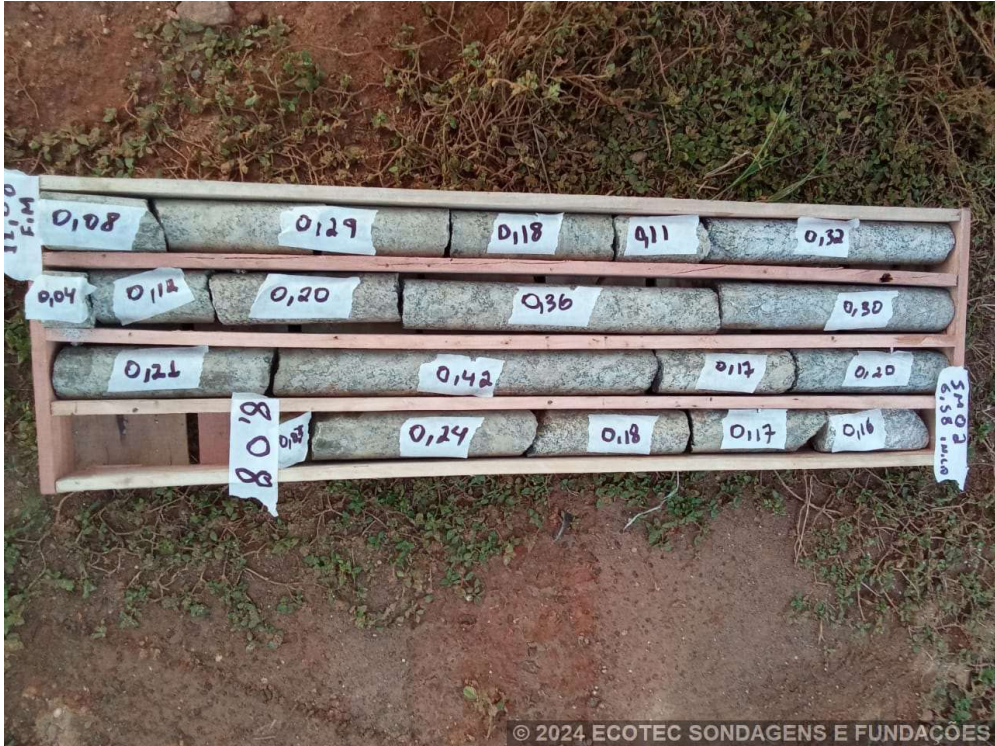


Foto 3



Foto 4

avantec

Soluções em Engenharia

AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA

Sondagem de Reconhecimento Mista

Cliente: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA

Local: Luna- Espírito Santo. Ponte do Centro, Irupi/ES

0070/24

SM-03

Página 1/1

Início/Término
25/04/2024
26/04/2024

Ext.: 50,8 mm

Altura de queda: 75 cm

Cota da boca do furo: —

Ø Amostrador

Int.: 34,9 mm

Peso: 65 kgf

Escala vertical: 1:100

Revestimento: 7,80 m

Revestimento: 63,5 mm

Sistema: Manual

Nível d'água: 2,97 m

Coordenadas

Norte: 7.748.166,00 m

Este: 224.473,00 m

Fuso: 24S

Datum: —

Perfuração: CR/RR/RS Cravação/Rotativa || Revestimento

N.A.	Rev. / Perf. (m)	SPT			Nº de Golpes Penetração 30 cm		Resistência à Penetração × Profundidade					Profundidade (m)	Classificação do Material	
		Golpes 15 cm												
Ø	1ª	2ª	3ª	1ª + 2ª	2ª + 3ª	0	10	20	30	40	50			
						0	20	40	60	80	100 (%)			
<div><div>2,97 m</div><div>RS</div><div>NW</div><div>7,58</div><div>RR</div><div>12,88</div></div>						0						0,00	Argila arenosa, vermelha	
	1	1	1	2	2	1						0,80	Areia fina, amarela	
	2	2	3	4	5	2								
	4	5	5	9	10	3								
	5	6	8	11	14	4							3,97	Silte arenoso, variegado
	7	9	10	16	19	5								
	10	15	23	25	38	6							5,26	Alteração de rocha.
	20	30	—	50/25	30/10	7								
							8						7,58	Rocha fraturada
							9						9,08	
							10							Rocha sã granito, cinza
							11							
							12							
						13								
						14							LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Paralisada por definição do contratante ou seu preposto (5.2.4.1 NBR 6484:2020).	
						15								
						16								
						17								

RQD (%):
0 a 24 - Muito pobre (MP)
25 a 49 - Pobre (P)
50 a 74 - Regular (R)
75 a 89 - Boa (B)
90 a 100 - Excelente (E)

Alteração:
A1 - Rocha sã
A2 - Pouco alterada
A3 - Medianamente alterada
A4 - Muito alterada
A5 - Extremamente alterada

Consistência:
C1 - Muito coerente
C2 - Coerente
C3 - Medianamente coerente
C4 - Pouco coerente
C5 - Friável

Fraturamento:
F1 - Pouco fraturada
F2 - Fraturada
F3 - Muito fraturada
F4 - Extremamente fraturada
F5 - Fragmentada

Inclinação: 90°

Ø	De (m)	Até (m)
NW	0,00	12,88

Av. Fernando Ferrari, 1080 - sala 503,
Torre Norte - Mata da Praia, Vitória/ES

Resp. Técnico
Thiago Gomes Bonomo
Engenheiro Civil - CREA/ES 018427/D

CONFORME NBR 6484:2020

Cliente: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA

Página 1/1

Local: Luna- Espírito Santo. Ponte do Centro, Irupi/ES

Início/Término
25/04/2024
26/04/2024

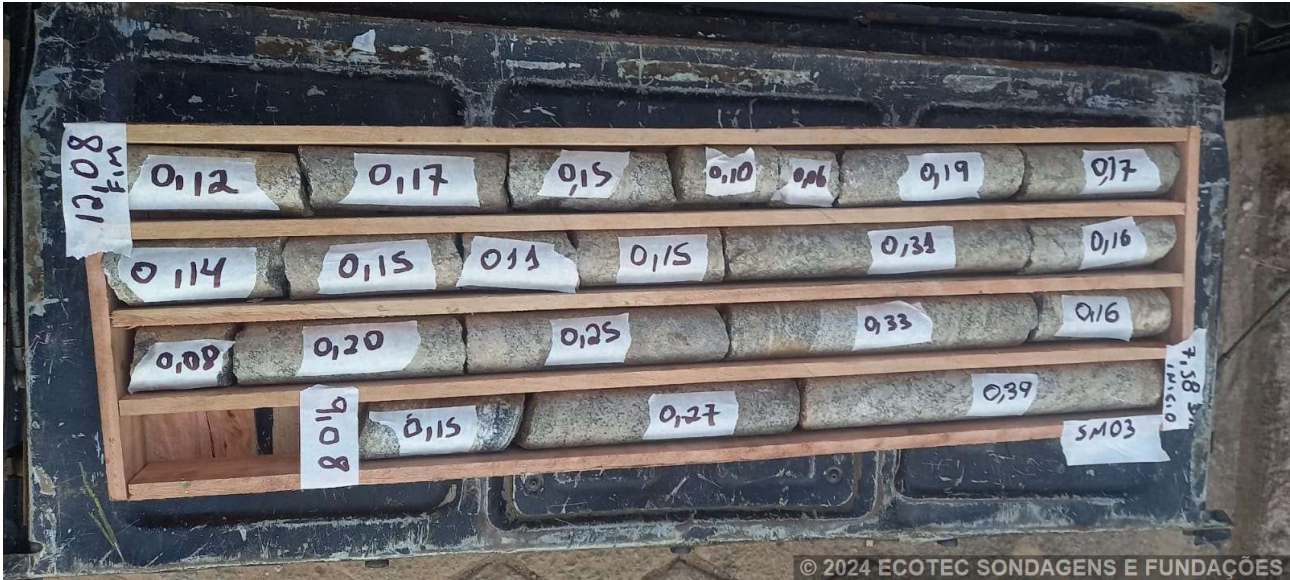



Foto 5



Foto 6

	AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA		0070/24						
	Sondagem de Reconhecimento Mista		SM-04						
	Cliente: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA		Página 1/1						
Local: Luna- Espírito Santo. Ponte do Centro, Irupi/ES		Início/Término 24/04/2024 25/04/2024							
Ext.: 50,8 mm Int.: 34,9 mm Ø Amostrador Ø Revestimento: 63,5 mm		Altura de queda: 75 cm Peso: 65 kgf Escala vertical: 1:100 Sistema: Manual							
Cota da boca do furo: — Revestimento: 7,00 m Nível d'água: 2,86 m		Coordenadas Norte: 7.748.153,00 m Este: 224.478,00 m Fuso: 24S Datum: —							
Perfuração: CR/RR/RS Cravação/Rotativa Revestimento									
N.A.	Rev. / Perf. (m)	SPT Golpes 15 cm 1ª 2ª 3ª	Nº de Golpes Penetração 30 cm 1ª + 2ª 2ª + 3ª	Resistência à Penetração x Profundidade 1ª + 2ª 2ª + 3ª Recuperação RQD	Profundidade (m)	Classificação do Material			
	Ø	1ª 2ª 3ª	1ª + 2ª 2ª + 3ª	0 10 20 30 40 50 0 20 40 60 80 100 (%)					
<div>2,86 m</div> <div>RS</div> <div>NW</div> <div>6,90</div> <div>RR</div> <div>11,90</div>		2 3 3	5 6	0 1	0,00	Argila com areia fina, vermelha			
		3 4 5	7 9	2 2	1,30	Areia fina, amarela, medianamente compacta.			
		1 2 2	3 4	3 3	2,80	Areia argilosa, cinza			
		3 2 2	5 4	4 4	5,40	Alteração de rocha.			
		3 4 6	7 10	5 5	6,90	Rocha fraturada			
		10 12 26	22 38	6 6	8,90	Rocha sã granito, cinza			
					11,90	LIMITE DE SONDAAGEM			
						Obs.: Paralisada por definição do contratante ou seu preposto (5.2.4.1 NBR 6484:2020).			
RQD (%): 0 a 24 - Muito pobre (MP) 25 a 49 - Pobre (P) 50 a 74 - Regular (R) 75 a 89 - Boa (B) 90 a 100 - Excelente (E)		Alteração: A1 - Rocha sã A2 - Pouco alterada A3 - Medianamente alterada A4 - Muito alterada A5 - Extremamente alterada		Consistência: C1 - Muito coerente C2 - Coerente C3 - Medianamente coerente C4 - Pouco coerente C5 - Friável		Fraturamento: F1 - Pouco fraturada F2 - Fraturada F3 - Muito fraturada F4 - Extremamente fraturada F5 - Fragmentada		Inclinação: 90° Ø De (m) Até (m) NW 0,00 11,90	
Av. Fernando Ferrari, 1080 - sala 503, Torre Norte - Mata da Praia, Vitória/ES				Resp. Técnico Thiago Gomes Bonomo Engenheiro Civil - CREA/ES 018427/D					

CONFORME NBR 6484:2020

<div>  <div> <div>avantec</div> <div>Soluções em Engenharia</div> </div> </div>	<div> <div>AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA</div> <div>0070/24</div> </div>	
	<div> <div>Memorial Fotográfico</div> <div>SM-04</div> </div>	
	<div> <div>Cliente: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA</div> <div>Página 1/1</div> </div>	
	<div> <div>Local: Luna- Espírito Santo. Ponte do Centro, Irupi/ES</div> <div>Início/Término 24/04/2024 25/04/2024</div> </div>	



Foto 7

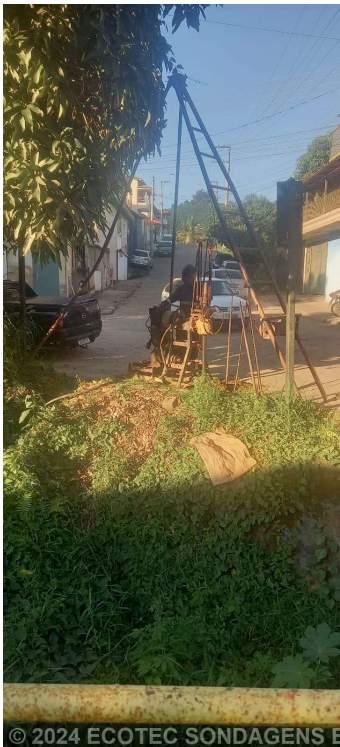
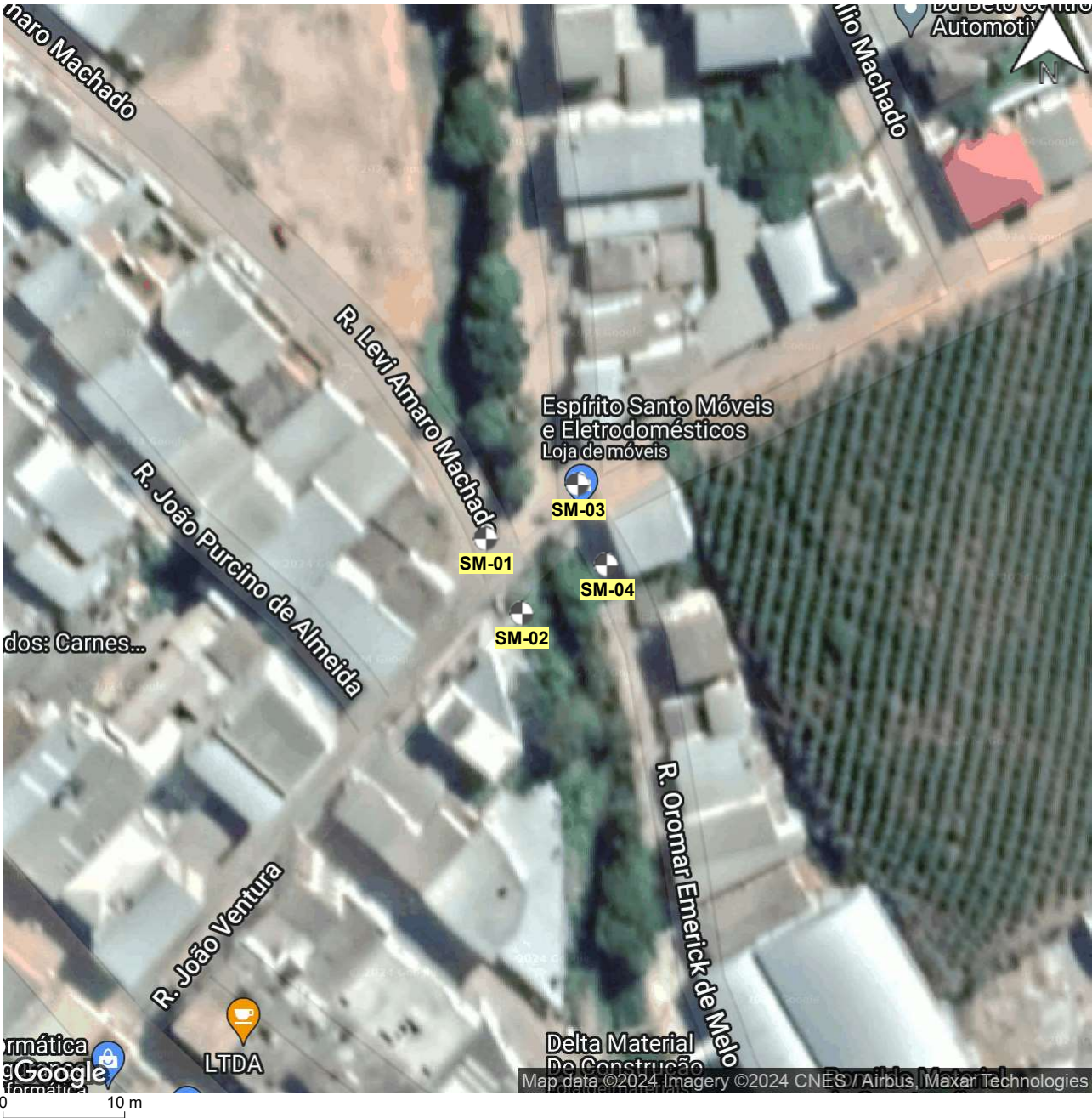
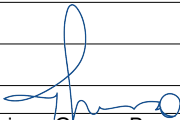
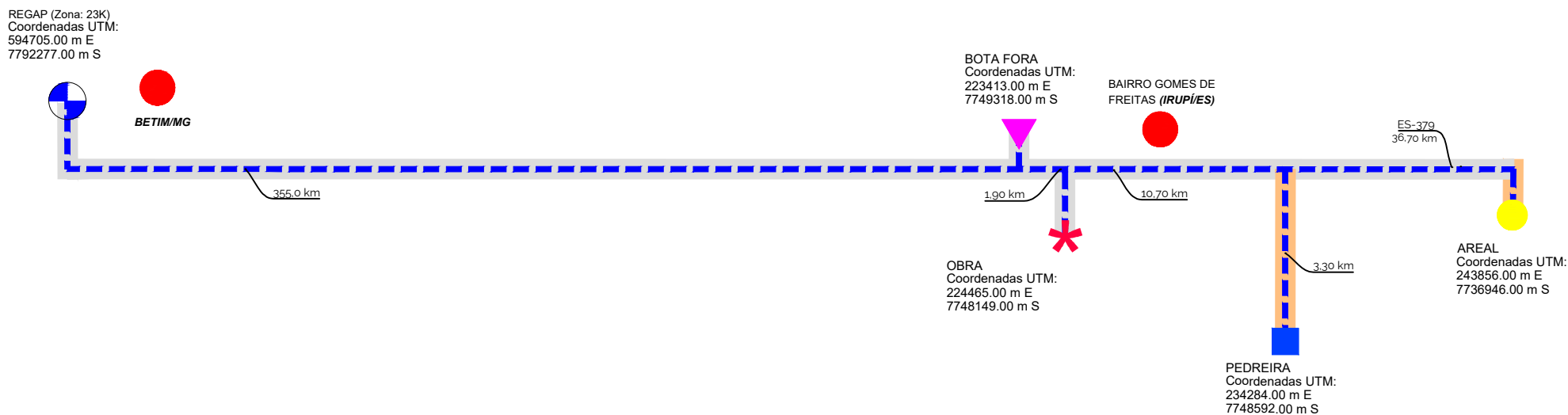










Foto 8





SM-01	N 7.748.157,00 m; E 224.458,00 m; F 24S
SM-02	N 7.748.145,00 m; E 224.464,00 m; F 24S
SM-03	N 7.748.166,00 m; E 224.473,00 m; F 24S
SM-04	N 7.748.153,00 m; E 224.478,00 m; F 24S
Av. Fernando Ferrari, 1080 - sala 503, Torre Norte - Mata da Praia, Vitória/Es	
Resp. Técnico <div> Thiago Gomes Bonomo Engenheiro Civil - CREA/ES 018427/D</div>	



CONVENÇÕES

	PEDREIRA		RODOVIA PAVIMENTADA		AGLOMERADO URBANO		REGAP
	AREAL		BOTA-FORA		RODOVIA NÃO PAVIMENTADA		OBRA

QUADRO RESUMO DAS DISTÂNCIAS MÉDIAS DE TRANSPORTE (DMT)						
SERVIÇO	MATERIAL	PERCURSO		DMT (km)		
		ORIGEM	DESTINO	XR	XP	TOTAL
Materiais granulares para pavimentação e drenagem	Brita	PEDREIRA	OBRA	3,30	10,70	14,00
	Areia	AREAL	OBRA	16,50	19,90	36,40
Bota-fora	Diversos	OBRA	BOTA-FORA		1,90	1,90
Imprimação	EAI	REGAP	OBRA		355,00	355,00

	PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI				
	CONSULTORIA: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA				
PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA					
TÍTULO: ESTUDOS GEOTÉCNICOS - LINEAR DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS					
LOCAL: BAIRRO CENTRO, IRUPI/ES					
COORDENADOR : _____ Eng° Civil: THIAGO GOMES BONOMO			CREA: ES-018427/D	ESCALA: S/ESCALA	FORMATO: A3
AUTOR DO PROJETO : _____ Eng° Civil: THIAGO GOMES BONOMO			CREA: ES-018427/D	REVISÃO: R. o	DATA: 2025
					EG-01



4 PROJETOS

Adiante, apresenta-se a metodologia completa adotada na elaboração dos projetos executivos:

- Projeto Geométrico;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Sinalização;
- Projeto Hidráulico de OAE;
- Projeto de Obras de Arte Especiais.



4.1 PROJETO GEOMÉTRICO

O Projeto Geométrico tem por objetivo a definição geométrica do segmento em estudo em seus aspectos ligados ao comportamento horizontal, vertical longitudinal e vertical transversal.

O Projeto Geométrico foi desenvolvido através das informações topográficas fornecidas.

A elaboração deste item foi executada a partir dos seguintes itens:

- Critérios de projeto;
- Características planimétricas;
- Características altimétricas.

4.1.1 CRITÉRIOS DE PROJETO

O traçado foi desenvolvido considerando o Levantamento Planialtimétrico contendo as vias projetadas da cidade em questão.

4.1.1.1 CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS

O Projeto Geométrico em planta constou do processamento eletrônico dos dados da topografia e lançamento do projeto em ambiente computacional. Esta rotina resultou nos seguintes elementos:

- Desenho da faixa de levantamento com curvas de nível espaçadas de 1,00 metro;
- Estaqueamento do eixo a cada 20,00m, com indicação dos pontos notáveis das curvas de concordância.

4.1.2 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se no **Volume 02 – Projeto de Execução**, o Projeto Geométrico em formato A1 e/ou A3 (ABNT).



4.2 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

4.2.1 INTRODUÇÃO

Para elaboração do Projeto de Pavimentação foram avaliadas as características dos solos de fundação (subleito) bem como das ocorrências de materiais naturais disponíveis na região (empréstimos, pedreiras e areais), de forma a conceber, da maneira mais econômica possível, uma estrutura apta a resistir aos esforços impostos pelo tráfego atuante, bem como às intempéries.

4.2.2 PARÂMETROS DE PROJETO

4.2.2.1 NÚMERO N (TRÁFEGO ATUANTE)

Tendo em vista a implantação de uma estrutura de pavimento, faz-se necessário a caracterização e determinação do tráfego existente na região com o objetivo de subsidiar o dimensionamento do Projeto de Pavimentação.

Com base na Instrução de Projeto de Pavimentação 02/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo em conjunto de visitas a campo, torna-se possível caracterizar o tráfego em função dos veículos que a utilizam, como:

Tráfego Médio - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão (80kN) para o período de 10 anos.

A Tabela 18, apresentada a seguir, correlaciona a classificação da via conforme a função predominante e o volume médio diário de veículos estimado da faixa mais carregada com o número N característico – parâmetro que será utilizado no dimensionamento do pavimento. Com essas estimativas tem-se uma projeção do tráfego a ser gerado ao longo da vida útil de projeto, considerando uma taxa de crescimento de 5% ao ano.



Tabela 18 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego.

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETO	VOLUME INICIAL ⁽¹⁾		EQUIVALENTE / VEÍCULO	N	N CARACTERÍSTICO
			VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO / ÔNIBUS			
Via local	Leve	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Vias locais e coletoras	Médio	10	401 a 1.500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	$5,00 \times 10^5$
Vias coletoras e estruturais	Meio pesado	10	1.501 a 5.000	101 a 300	2,30	$1,40 \times 10^6$ a $3,10 \times 10^6$	$2,00 \times 10^6$
	Pesado	12	5.001 a 10.000	301 a 1.000	5,90	$1,00 \times 10^7$ a $3,30 \times 10^7$	$2,00 \times 10^7$
	Muito pesado	12	> 10.000	1.001 a 2.000	5,90	$3,30 \times 10^7$ a $6,70 \times 10^7$	$5,00 \times 10^7$
Faixa exclusiva de ônibus	Médio	12		< 500		$3,00 \times 10^6$ ⁽²⁾	10^7
	Pesado	12		> 500		$5,00 \times 10^7$	$5,00 \times 10^7$
OBSERVAÇÕES:							
⁽¹⁾ Faixa mais carregada							
⁽²⁾ Majorado em função do tráfego (excesso de frenagens e partidas)							

Fonte: Instrução de Projeto 02/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo.

4.2.2.2 ISC_{PROJETO} (SUBLEITO EXISTENTE)

Os ISC de projeto adotado no dimensionamento do pavimento é igual a:

$$\text{ISC} = 6,00\%$$

4.2.3 DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL

O Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER foi elaborado originalmente pelo Engº Murillo Lopes de Souza em 1961, tendo sofrido ao longo dos anos diversas alterações ou complementações em vários de seus aspectos metodológicos com o objetivo de incorporar os avanços tecnológicos e as informações adquiridas a partir da sua aplicação na prática corrente de engenharia. As principais características dessa nova versão do método estão descritas resumidamente a seguir.

4.2.3.1 CARACTERÍSTICAS DOS INSUMOS COMPONENTES DO PAVIMENTO



A tabela disposta a seguir apresenta os valores limites e recomendações do DNIT relativas às principais características geotécnicas dos materiais a serem empregados nas camadas do pavimento.

Tabela 19 – Parâmetros limites dos materiais componentes das camadas do pavimento.

CAMADA	ISC	EXPANSÃO	IG	LL	IP	FAIXA GRANULOMÉTRICA
Base	$\geq 60 \%^{(1)}$ $\geq 80 \%^{(2)}$	$\leq 0,5 \%$	0	$\leq 25 \%$ ou EA $> 30 \%$	$\leq 6 \%$ ou EA $> 30 \%$	A, B, C ou D ^{(1) ou (2)} E ou F ⁽¹⁾
Sub-base	$\geq 20 \%$	$\leq 1,0 \%$	0	-	-	-
Reforço do Subleito	$\geq \text{ISC}_{\text{SL}}$	$\leq 1,0 \%$	$\leq \text{IG}_{\text{SL}}$	-	-	-
Subleito	$\geq 2,0 \%$	$\leq 2,0 \%$	-	-	-	-
OBSERVAÇÕES: ⁽¹⁾ Número $N \leq 5 \times 10^6$ ⁽²⁾ Número $N > 5 \times 10^6$ <i>Os materiais lateríticos deverão ser objeto de especificações particulares.</i>						

4.2.3.2 COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

Os coeficientes de equivalência estrutural correlacionam empiricamente a resistência dos materiais empregados no pavimento com a de um material granular tomado como padrão de referência ($K = 1,0$). Os coeficientes de equivalência estrutural recomendados pelo método são os indicados na tabela a seguir, e foram adaptados originalmente pelo DNER com base nos valores adotados pelos americanos a partir dos dados obtidos na pista experimental da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

Tabela 20 – Coeficientes de equivalência estrutural.

COMPONENTES DO PAVIMENTO	COEFICIENTE K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,0
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,7
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,4
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,2
Camadas granulares	1,0
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,7
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,4
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,2

Fonte: DNIT (2006)



As nomenclaturas adotadas pelo método para os coeficientes de equivalência estrutural das camadas do pavimento são as seguintes:

- Revestimento : K_R
- Base : K_B
- Sub-base : K_{SB}
- Reforço do Subleito : K_{REF}

4.2.3.3 ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO

A espessura da camada superficial do pavimento (revestimento) é definida de acordo com o número N (Tráfego). Somente com a definição da espessura do revestimento é possível determinar as espessuras das demais camadas da estrutura (base, sub-base e reforço do subleito). A tabela disposta a seguir apresenta as espessuras de revestimento recomendadas pelo DNIT em função do número N.

Tabela 21 – Espessura mínima de revestimento betuminoso.

NÚMERO N	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos.
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura.
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura.
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura.
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura.

Fonte: DNIT (2006).

4.2.3.4 ESPESSURA TOTAL DO PAVIMENTO

A figura apresentada a seguir fornece a espessura de material granular padrão ($K= 1,0$) necessária à proteção do material considerado contra a deformação permanente. A leitura do ábaco é realizada através do encontro do Número N com o $ISC_{projeto}$.

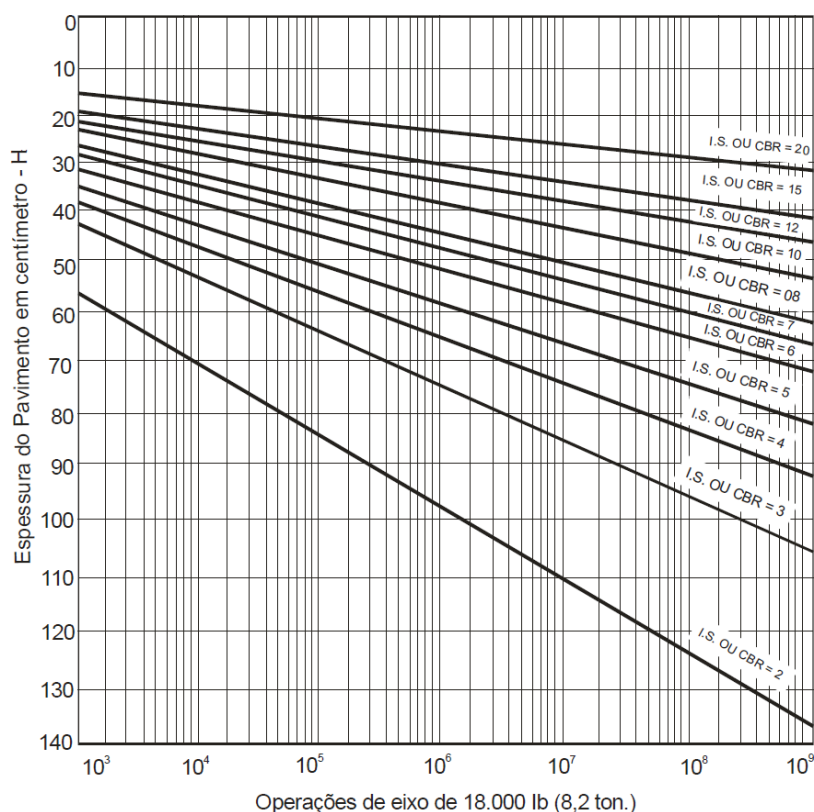


Figura 23 – Ábaco de determinação da espessura do pavimento.

Fonte: DNIT (2006)

Admite-se também, para a determinação espessura total do pavimento considerando o emprego de material padrão ($k=1,0$), a utilização da fórmula a seguir:

$$H_t = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598}$$

Onde:

- H_t = Espessura total do pavimento considerando o emprego de material padrão (cm);
- N = Número cumulativo de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão de 8,2t para o período de projeto (10 anos);
- $ISC = ISC_{projeto}$ definido nos Estudos Geotécnicos.

4.2.3.5 INEQUAÇÕES DE DIMENSIONAMENTO



Determinada a espessura do revestimento (R) por meio da Tabela 21, as demais camadas do pavimento são dimensionadas através das inequações a seguir:

- Espessura da camada de base (B):

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

- Espessura da camada de sub-base (SB):

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_n$$

- Espessura da camada de reforço do subleito (REF):

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} + REF \times K_{REF} \geq H_m$$

Onde:

- R = Espessura do revestimento (cm);
- K_R = Coeficiente de equivalência estrutural do revestimento (adimensional);
- B = Espessura da base (cm);
- K_B = Coeficiente de equivalência estrutural da base (adimensional);
- SB = Espessura da sub-base (cm);
- K_{SB} = Coeficiente de equivalência estrutural da sub-base (adimensional);
- REF = Espessura do reforço do subleito (cm);
- K_{REF} = Coeficiente de equivalência estrutural do reforço do subleito (adimensional);
- K_{20} = Espessura de material granular padrão necessária à proteção da sub-base (cm);
- H_n = Espessura de material granular padrão necessária à proteção do reforço do subleito (cm);
- H_m = Espessura de material granular padrão necessária à proteção do subleito (cm).

Os parâmetros utilizados no dimensionamento do pavimento estão representados na figura a seguir.

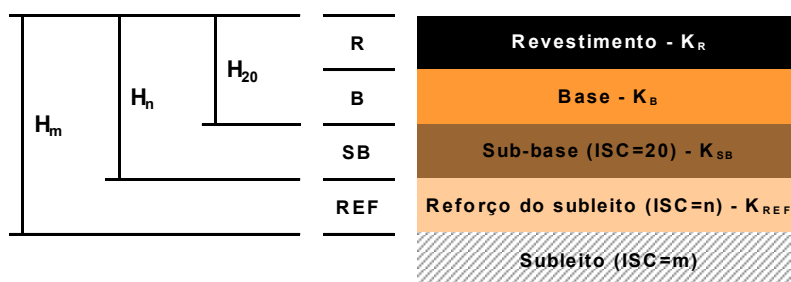


Figura 24 – Esquema gráfico da estrutura do pavimento.

Fonte: DNIT (2006).

Conforme orientação do Manual de Pavimentação do DNIT, para fins de dimensionamento, o ISC da sub-base deve ser considerado sempre igual a 20%, mesmo que os resultados dos ensaios laboratoriais do material indicado para essa camada apresente valor de ISC superior.

4.2.3.6 DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento/verificação da estrutura de pavimento existente foi calculado através do Método do DNER, tendo em vista os parâmetros de Tráfego e Geotecnia (número N e $ISC_{projeto}$, respectivamente).



DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO PELO MÉTODO DO DNER
(Engenheiro Murillo Lopes de Souza)

Características do subleito

ISC de projeto	m =	6,0
----------------	-----	-----

Características do reforço do subleito

ISC	n =	-
-----	-----	---

Características dos materiais empregados no pavimento

Camadas do pavimento	Coefficiente de equivalência estrutural	ISC (%)
Revestimento	$K_R = 2,00$	-
Base	$K_B = 1,00$	> 60
Sub-base	$K_{SB} = 1,00$	20
Reforço do subleito	$K_{REF} = 0,71$	-

Parâmetros atuantes no pavimento

Número equivalente de solicitações do eixo-padrão (USACE)	$N_{USACE} =$	5,00E+05
---	---------------	----------

Espessuras equivalentes

H_m	H_n	H_{20}	R	Revestimento - K_R	$H_{20} =$	24,00
			B	Base - K_B	$H_n =$	0,00
			SB	Sub-base (ISC=20) - K_{SB}	$H_m =$	50,00
			REF	Reforço do subleito (ISC=n) - K_{REF}		
				Subleito (ISC=m)		

Cálculo das espessuras

Revestimento (tabelado)			
R =	CBUQ	cm	(calculado)
R =	5,00	cm	(adotado)
Base ($R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$)			
B =	14,00	cm	(calculado)
B =	20,00	cm	(adotado)
Sub-base ($R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_n$)			
SB =	20,00	cm	(calculado)
SB =	20,00	cm	(adotado)
Reforço ($R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} + REF \times K_{REF} \geq H_m$)			
REF =	0,00	cm	(calculado)
REF =	0,00	cm	(adotado)

RESUMO		
ESPESSURAS DAS CAMADAS DA ESTRUTURA		
REVESTIMENTO	5,00	cm
BASE	20,00	cm
SUB-BASE	20,00	cm
REFORÇO DO SUBLEITO	0,00	cm
TOTAL	45,00	cm



4.2.4 RESULTADO FINAL

As estruturas adotadas para a implantação de pavimentos novos serão constituídas das seguintes maneiras:

Pista de Rolamento:

- Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) faixa “C” com a utilização de CAP 50/70 à taxa de aplicação de 0,055 t/t (5,5%), com espessura de 5,0 cm;
- Pintura de ligação com a utilização de emulsão asfáltica do tipo RR-1C à taxa de aplicação de 0,4 ℓ/m^2 ;
- Imprimação com a utilização de emulsão asfáltica para imprimação (EAI) à taxa de aplicação de 1,3 ℓ/m^2 ;
- Base estabilizada granulometricamente em Brita Graduada Simples (BGS) com energia de compactação correspondente ao Proctor Modificado (55 golpes) e espessura de 20,0 cm, execução atendendo a especificação de serviço DNIT 141/2010-ES;
- Sub-base estabilizada granulometricamente em Brita Graduada Simples (BGS) com energia de compactação correspondente ao Proctor Intermediário (26 golpes) e espessura de 20,0 cm, execução atendendo a especificação de serviço DNIT 139/2010-ES;
- Regularização do subleito com energia de compactação correspondente a 100% do Proctor Intermediário (26 golpes) e espessura de 20,0cm.

Passeios:

- Concreto moldado in loco, usinado, acabamento convencional, com espessura de 6 cm;
- Lastro de brita compactado com soquete vibratório e com espessura de 10,0 cm.

4.2.5 APRESENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação será apresentado em formato A1 e/ou A3 (ABNT) no **Volume 02 – Projeto de Execução**.



4.3 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

4.3.1 GENERALIDADES

O Projeto de Sinalização foi elaborado segundo a Engenharia de Tráfego, objetivando basicamente: regulamentar o uso da Via, advertir o usuário sobre a ocorrência e natureza de situações potencialmente perigosas e informar eficientemente.

4.3.2 DESCRIÇÃO, CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E MATERIAIS

O projeto abrange a sinalização vertical e horizontal das vias. A segurança do usuário será obtida através do correto posicionamento e padronização de formas, cores, símbolos e dimensões, de modo a proporcionar identificação imediata e legibilidade fácil, considerada a velocidade diretriz na fixação dos padrões e dimensões.

A percepção da sinalização, à noite, em condições adversas de clima, é assegurada através de conveniente refletorização.

4.3.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

É um subsistema de sinalização viária, que se utiliza de placas, onde o meio de comunicação (sinal) está na posição vertical, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, diante símbolos e/ou legendas pré-reconhecidas e legalmente instituídas.

As placas, classificadas de acordo com as suas funções, são agrupadas em um dos seguintes tipos de sinalização vertical:

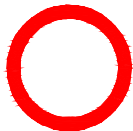
- Sinalização de Regulamentação;
- Sinalização de Advertência;
- Sinalização de Indicação.

Tem por finalidade informar aos usuários das condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias. Suas mensagens são imperativas e seu desrespeito constitui infração.

4.3.3.1 FORMA E CORES



A forma padrão do sinal de regulamentação é a circular, nas seguintes cores:

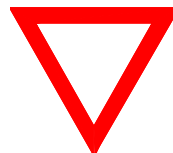


OBRIGAÇÃO

PROIBIÇÃO

Lado	- 0,250m
Fundo	- Branco
Tarja	- Vermelha
Orla	- Vermelha
Símbolo	- Preto
Letras	- Pretas

Constituem exceção quanto à forma, os sinais “Parada Obrigatória” – R-1 e “Dê a Preferência” – R-2, com as seguintes características:



R-1

Fundo	- Vermelho
Letras	- Brancas
Orla Interna	- Branca
Orla Externa	- Vermelha

R-2

Fundo	- Branco
Orla	- Vermelho

4.3.3.2 DIMENSÕES



SINAIS DE FORMA CIRCULAR

VIAS URBANAS DE TRÂNSITO RÁPIDO

Diâmetro - 0,750m

Tarja - 0,075m

Orla - 0,075m

VIA URBANA

Diâmetro - 0,500m

Tarja - 0,050m

Orla - 0,050m

VIA RURAL ESTRADA

Diâmetro - 0,750m

Tarja - 0,075m

Orla - 0,075m

VIA RURAL RODOVIA

Diâmetro - 1,00m

Tarja - 0,100m

Orla - 0,100m

SINAIS DE FORMA OCTOGONAL URBANA – R-1

Lado - 0,350m

Orla Interna Branca - 0,028m

Orla Externa Vermelha m - 0,014m

SINAIS DE FORMA OCTOGONAL RURAL ESTRADA – R-1

Lado - 0,350m

Orla Interna Branca - 0,028m



Orla Externa Vermelha m - 0,014m

SINAIS DE FORMA OCTOGONAL RURAL RODOVIA – R-1

Lado - 0,500m

Orla Interna Branca - 0,040m

Orla Externa Vermelha m - 0,020m

SINAL DE FORMA TRIANGULAR URBANA – R-2

Lado - 0,900m

Orla - 0,150m

SINAL DE FORMA TRIANGULAR RURAL ESTRADA – R-2

Lado - 0,900m

Orla - 0,150m

SINAL DE FORMA TRIANGULAR RURAL ESTRADA – R-2

Lado - 1,00m

Orla - 0,20m

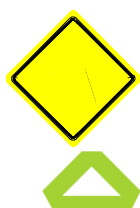
4.3.3.3 SINALIZAÇÃO DE ADVERTÊNCIA

Tem por finalidade alertar aos usuários da via para condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza. Suas mensagens possuem caráter de recomendação.

Forma Cores

A forma padrão do sinal de advertência é quadrada, devendo uma das diagonais ficar na posição vertical, nas seguintes cores:

Fundo - Amarelo





Orla Interna	- Preta
Orla Externa	- Amarela
Símbolo e/ou Legenda	– Pretos

4.3.3.3.1 Dimensões

SINAIS DE FORMA QUADRADA

VIA URBANA

Lado	- 0,450m
Orla Externa	- 0,009m
Orla Interna	- 0,018m

VIA RURAL ESTRADA

Lado	- 0,500m
Orla Externa	- 0,010m
Orla Interna	- 0,020m

VIA RURAL RODOVIA

Lado	- 0,600m
Orla Externa	- 0,012m
Orla Interna	- 0,024m

4.3.3.4 SINALIZAÇÃO DE INDICAÇÃO

Tem por finalidade identificar as vias, os destinos e os locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos quanto aos percursos, os destinos, as distâncias e os serviços auxiliares, podendo também ter como função a educação do usuário. Suas mensagens possuem um caráter meramente informativo ou educativo, não constituindo imposição.



4.3.3.5 PLACAS DE LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE DESTINO

Posicionam o condutor ao longo do seu deslocamento, ou com relação a distâncias ou ainda aos locais de destino.

4.3.3.6 PLACAS DE ORIENTAÇÃO DE DESTINO

Indicam ao condutor a direção que o mesmo deverá seguir para atingir determinados lugares, orientando seu percurso e distâncias.

4.3.3.7 PLACAS INDICATIVAS DE SENTIDO (DIREÇÃO)

CORES

Fundo	- Verde
Orlas Internas	- Brancas
Orla Externa	- Verde
Legenda	- Branca
Símbolos	- Rodovia Nacional (BR 101/262)

FORMAS E DIMENSÕES MÍNIMAS:

Largura	- 1.000m
Altura	- 0,400m
Altura da Letra	- 0,150m
Orla Interna e Tarja	- 0,020m
Orla Externa	- 0,010m

4.3.4 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

É um subsistema da sinalização viária que se utiliza de linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos sobre o pavimento das vias.



Tem como função organizar o fluxo de veículos e pedestres; controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos; complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação.

4.3.4.1 CARACTERÍSTICAS

Diferentemente dos sinais verticais, a sinalização horizontal mantém alguns padrões cuja mescla e a forma de coloração na via definem os diversos tipos de sinais.

4.3.4.2 PADRÃO DE TRAÇADO

Seu padrão de traçado pode ser:

CONTÍNUA: são as linhas sem interrupção pelo trecho da via onde estão demarcando; podem estar longitudinalmente ou transversalmente apostas à via.

TRACEJADA OU SECCIONADA: são linhas seccionadas com espaçamentos de extensão igual ou maior que o traço.

SÍMBOLOS E LEGENDAS: são informações escritas ou desenhadas no pavimento indicando uma situação ou complementando sinalização vertical existente.

4.3.4.3 CORES

A sinalização horizontal utilizada apresenta três cores:

AMARELA: para a regulação de fluxos de sentidos opostos;

VERMELHA: utilizada na regulação do espaço destinado ao deslocamento de bicicletas leves (ciclovias);

BRANCA: para a regulação de fluxos de mesmo sentido e na marcação de faixas de travessias de pedestres; na pintura de símbolos e legendas.

4.3.4.4 CLASSIFICAÇÃO

A sinalização horizontal é classificada em:



- Marcas longitudinais;
- Marcas transversais;
- Marcas de canalização;
- Inscrições no pavimento.

4.3.4.5 MARCAS LONGITUDINAIS

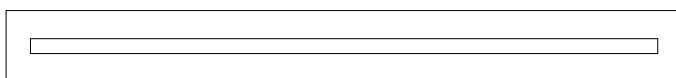
Separam e ordenam as correntes de tráfego, definindo a parte da pista destinada ao rolamento, a sua divisão em faixas, a divisão de fluxos opostos, as faixas de uso exclusivo de um tipo de veículo, as reversíveis, além de estabelecer as regras de ultrapassagem.

De acordo com a sua função as marcas longitudinais são subdivididas nos seguintes tipos:

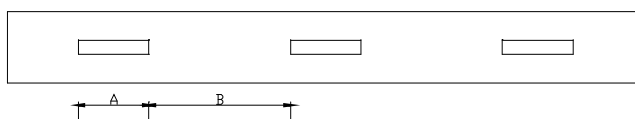
LINHAS DE DIVISÃO DE FLUXOS OPOSTOS

(cor amarela)

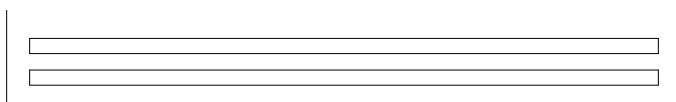
SIMPLES CONTÍNUA



SIMPLES SECCIONADA



DUPLA CONTÍNUA



Largura das linhas: 0,120m

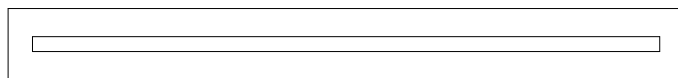
Distância entre as linhas: 0,120m

Relação entre A e B: 1:2

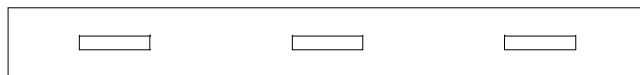


LINHAS DE DIVISÃO DE FLUXOS DE MESMO SENTIDO

(cor branca)



Largura da Linha: 0,120m



Relação entre A e B: 1:1

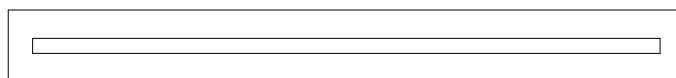
Dimensões: A = 4,000m

B = 4,000m

LINHAS DE BORDO

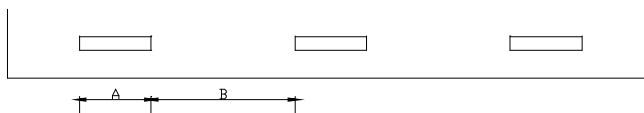
(cor branca, exceto em vias com canteiro central muito estreito quando então são amarelas separando fluxos opostos)

CONTÍNUA



Largura da Linha: 0,120m

SECCIONADA



Relação entre A e B: 1:2

Dimensões: A = 4,000m

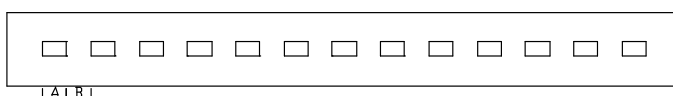
B = 4,000m

LINHA DE CONTINUIDADE



(cor branca quando dá continuidade a linhas brancas; cor amarela quando dá continuidade a linhas amarelas)

TRACEJADA



Largura da Linha: 0,120m

Relação entre A e B = 1:1

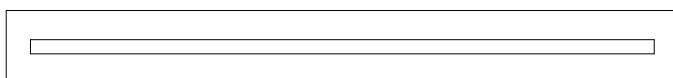
4.3.4.6 MARCAS TRANSVERSAIS

Ordenam os deslocamentos frontais dos veículos e os harmonizam com os deslocamentos de outros veículos e dos pedestres, ou seja, adverte os condutores relativamente sobre a necessidade de reduzir a velocidade e indica a posição de parada, de modo a garantir sua própria segurança e a dos demais usuários da via.

De acordo com a sua função, as marcas longitudinais são subdivididas nos seguintes tipos:

LINHAS DE RETENÇÃO

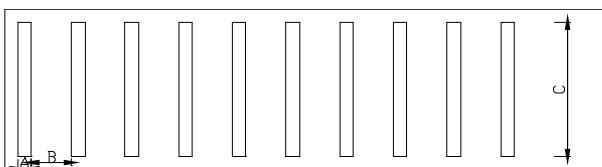
(cor branca)



Largura da Linha: 0,400m

FAIXAS DE TRAVESSIA DE PEDESTRES

(cor branca)



Largura da Linha A: 0,400m

Distância entre as linhas B: 0,400

Largura da Faixa C : 4,000m



4.3.5 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se no **Volume 02 – Projeto de Execução**, o Projeto de Sinalização (Planta e Projetos-tipo) em formato A1 e/ou A3 (ABNT).



4.4 PROJETO HIDRÁULICO DE OAE

As Obras de Arte Especiais (OAE) são estruturas que têm a finalidade de transpor obstáculos, tais como avenidas, vales, rios, entre outros. Quando construídas sobre cursos d'água são chamadas ponte ou pontilhões, a depender do porte, quando sobre avenidas ou vales secos, as OAE são chamadas viadutos.

No presente projeto identificou-se a necessidade de substituição de uma ponte sobre o Rio Pardinho, por um pontilhão no município de Irupi, ES.

4.4.1 TEMPO DE RECORRÊNCIA

O tempo de recorrência a adotar na determinação da descarga de projeto deve ser compatível com o porte da obra e sua vida útil, com a importância da obra e com o risco a temer de sua interrupção ou da destruição da obra, de vidas humanas e de propriedades adjacentes.

Por se tratar de área rural e pela largura máxima do canal existente ser menor que 30 m, definiu-se para o presente projeto, o TR de 50 anos, visando implantação de pontilhão.

4.4.2 DIMENSIONAMENTO

Inicialmente foram obtidos os seguintes elementos:

- Descarga do projeto, obtida pelos estudos hidrológicos, levando em conta o tempo de recorrência adotado e os métodos de cálculo recomendados para o caso, que foi método chuva x vazão, uma vez que não há monitoramento de vazão na seção de interesse ou mesmo próximo;
- Declividade do leito do rio, determinada por meio do método das declividades equivalentes, visando obter um parâmetro representativo de um trecho de 100m a montante da seção e 100m a jusante, compreendendo 200m do curso d'água;
- Levantamento de seções transversais do curso d'água no local de sua travessia;
- Fixação do coeficiente de Manning a adotar para o curso d'água após inspeção local e exame de tabelas disponibilizadas no Manual de Drenagem do DNIT;



4.4.3 MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DA COTA DE MÁXIMA CHEIA E VÃO DA OBRA

O dimensionamento da seção hidráulica para implantação de OAE pode ser realizado através da aplicação da formulação de Manning, conforme recomenda o Manual de drenagem do DNIT (IPR-724, 2006) e dada a seguir:

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot I^{1/2}}{\eta}$$

Pela equação da continuidade:

$$Q = A \cdot \frac{R^{2/3} \cdot I^{1/2}}{\eta}$$

Para qualquer nível d'água, portanto, referente a uma travessia, verifica-se sempre:

$$AR^{2/3} = \frac{Q \cdot \eta}{I^{1/2}}$$

Sendo:

V = Velocidade média do escoamento (m/s);

R= Raio Hidráulico (m);

A = Área Molhada (m²);

I = Declividade do curso d'água (m/m);

n = Coeficiente de Manning (adimensional);

Para cada caso, adotou-se um coeficiente de Manning (Tabela 22) adequado para as condições locais averiguadas em campo.

Tabela 22 – Valores dos coeficientes de rugosidade de Manning para cursos d'água naturais - Largura da superfície no estágio de inundação menor que 30m.

Cursos d'água em região plana		
Limpo, regular, cheio e de fundo regular	0,025	0,030
Idem, mas com pedras e vegetação	0,030	0,035
Limpo, sinuoso, algumas piscinas e bancos de areia	0,033	0,040
Idem, alguma vegetação e pedras	0,035	0,045



Cursos d'água em região plana		
Alguma vegetação, plantas livres nas margens	0,040	0,048
Alguma vegetação, plantas pesadas nas margens	0,050	0,070
Correntes muito lentas, cheias de plantas e piscinas profundas	0,050	0,070
Alguma vegetação, densos salgueiros nas margens	0,060	0,080
Para árvores dentro do canal com ramos submersos no estágio alto todos os valores acima devem ser acrescidos de	0,01	0,02
Para seção irregular, com charcos, meandros suaves, aumente os valores acima de	0,01	0,02
Correntes montanhosas, sem vegetação no canal, margens íngremes, árvores e plantas ao longo das margens submersas no alto estágio		
Fundo de cascalho, seixo rolado e poucos matacões	0,040	0,050
Fundo de seixos com grandes matacões	0,050	0,070
Várzeas (adjacente ao curso d'água natural)		
Pasto sem arbustos:		
Capim baixo	0,025	0,030
Capim alto	0,030	0,040
Áreas cultivadas		
Semeadura	0,030	0,040
Vegetação rasteira alinhada	0,035	0,045
Vegetação rasteira não alinhada	0,040	0,050
Mato cerrado, arbustos dispersos	0,050	0,070
Arbustos pequenos e árvores	0,050	0,080
Vegetação de média a densa	0,070	0,110
Árvores de grande porte		
Salgueiros densos em verão	0,115	0,200
Terra limpa com tocos de árvores (250 a 400 por Ha sem renovos)	0,040	0,050
Idem, mas com grande crescimento de renovos	0,060	0,080
Arvoredo denso, algumas árvores baixas, pouca vegetação rasteira, estágio caudaloso sob os ramos	0,100	0,120
Idem, mas com o estágio caudaloso atingindo os ramos	0,120	0,160

Fonte: Manual de Drenagem do DNIT (2006)

4.4.4 DETERMINAÇÃO DO VÃO DA PONTE

Sendo l e n constantes e independentes da altura do nível d'água, verifica-se que V e Q são função apenas de h . Variando-se, então, os valores de h , é possível traçar duas curvas referidas a dois eixos cartesianos (Figura 25).

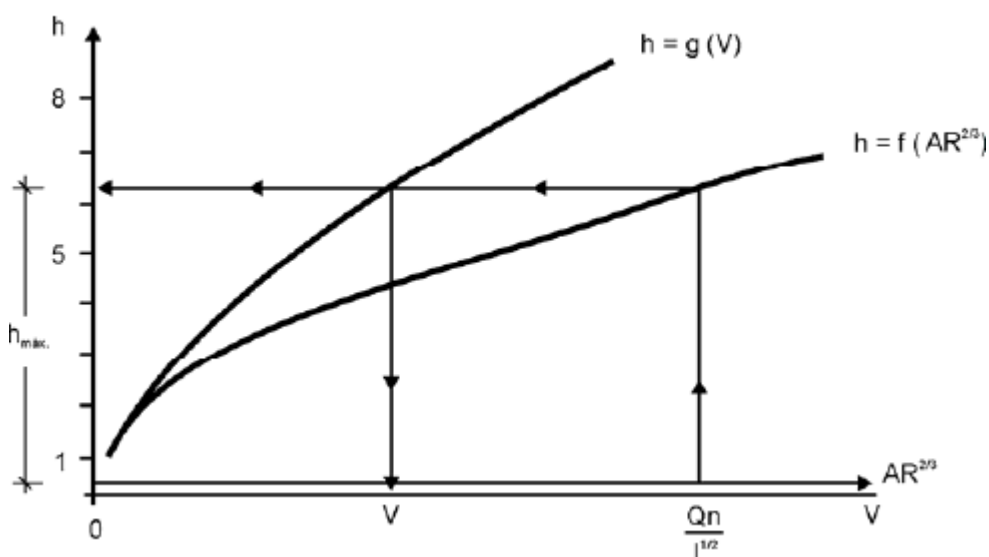


Figura 25 - Gráficos de $h = f(AR^{2/3})$ e $h = g(V)$

Com auxílio de planilha do Excel, realizou-se os cálculos hidráulicos com a fórmula de Manning, a partir da seção topográfica obtida para o local de interesse. Assim, a partir do ajuste de uma reta no gráfico plotado, foi possível definir a cota h para a vazão de projeto, bem como definição da cota de inundação no trecho.

4.4.5 RESULTADOS E APRESENTAÇÃO

A seguir, apresenta-se o resultado do dimensionamento hidráulico para a seção da Ponte do Centro sobre o rio Pardinho, na zona rural de Irupi, ES. Conforme evidenciado, a seção



hidráulica é insuficiente para atender a vazão de TR 50 anos. Para o presente projeto, recomenda-se a borda livre mínima a partir do nível de inundação de 1,30 m.

Os estudos elaborados na determinação das dimensões da ponte apontam que a conformação urbana da região e seção do curso d'água existente não comporta as condições definidas para implantação da OAE para o tempo de retorno de 50 anos. Para o atendimento desta vazão, seria necessário realizar o alteamento das ruas ao redor do local de projeto, o que é inviável, dado que a região já apresenta adensamento urbano consolidado. Diante disso, e em comum acordo com a contratante, optou-se por manter a ponte na cota atual, realizando apenas sua reconstrução, com o objetivo de garantir a integridade física da estrutura e prevenir eventuais problemas estruturais.



Consultoria



DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE OAE

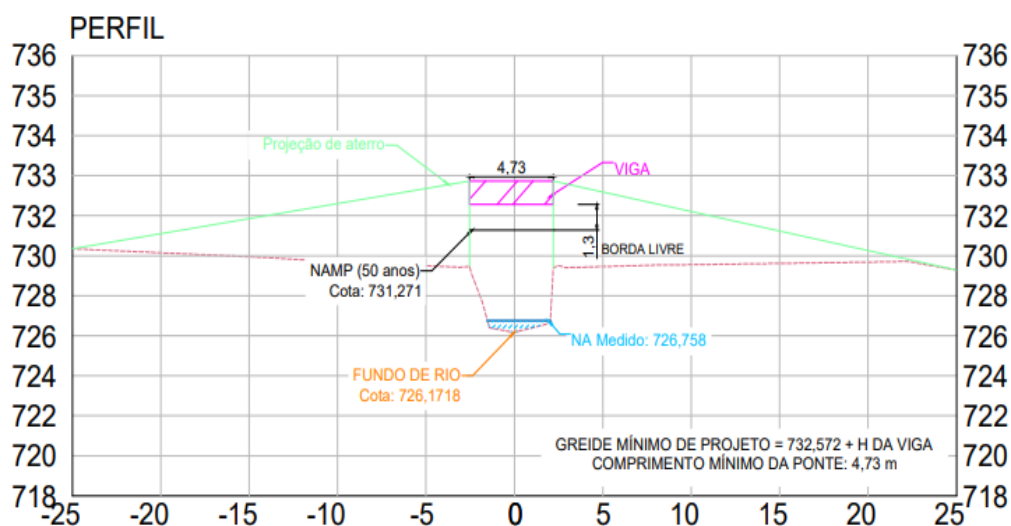
Estudos Hidrológicos

Sub-bacia	SB1
Estaca	-
Área (km²)	17,03
Comprimento (km)	6,55
Desnível (m)	220,00
Declividade da bacia (%)	3,36
TC médio (min)	93,29
CN	73

Vazão e Dados Hidráulicos

Declividade do Rio (m/m)	0,002
N manning	0,028
Vazão de Projeto TR=50 (m³/s)	59,500
Vazão de Projeto TR=100 (m³/s)	74,800

Geometria da Seção

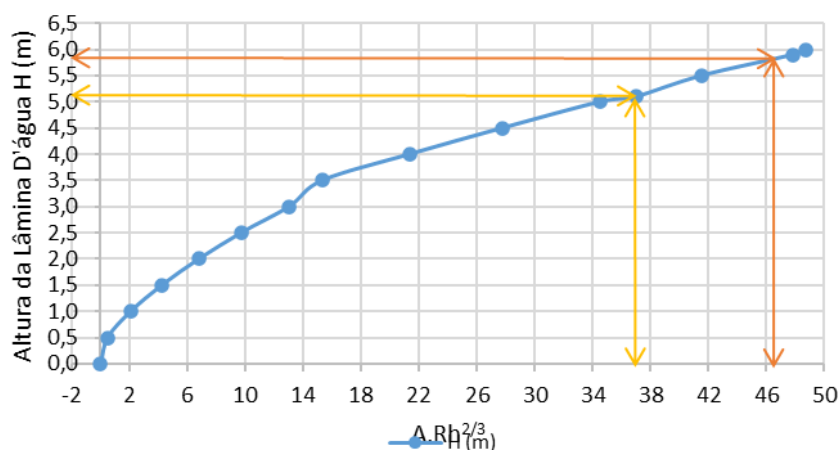




Cálculos Hidráulicos									
H(m)	A (m²)	L (m)	P (m)	Rh (m)	Rh ^{2/3}	A.Rh ^{2/3}	I ^{1/2}	V (m/s)	Q (m³/s)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,50	1,12	3,54	3,82	0,29	0,44	0,49	0,05	0,71	0,79
1,00	2,93	3,72	4,85	0,60	0,71	2,09	0,05	1,16	3,38
1,50	4,84	3,90	5,87	0,82	0,88	4,25	0,05	1,42	6,86
2,00	6,85	4,15	6,92	0,99	0,99	6,80	0,05	1,61	10,99
2,50	8,98	4,39	7,96	1,13	1,08	9,73	0,05	1,75	15,73
3,00	11,24	4,63	9,00	1,25	1,16	13,03	0,05	1,87	21,05
3,50	14,19	7,30	12,63	1,12	1,08	15,33	0,05	1,75	24,78
4,00	17,84	7,30	13,63	1,31	1,20	21,34	0,05	1,93	34,49
4,50	21,49	7,30	14,63	1,47	1,29	27,77	0,05	2,09	44,87
5,00	25,14	7,30	15,63	1,61	1,37	34,51	0,05	2,22	55,76
5,10	25,87	7,30	15,13	1,71	1,43	37,00	0,05	2,31	59,78
5,50	28,79	7,30	16,63	1,73	1,44	41,50	0,05	2,33	67,07
5,90	31,71	7,30	17,13	1,85	1,51	47,80	0,05	2,44	77,24
6,00	32,44	7,30	17,63	1,84	1,50	48,71	0,05	2,43	78,70

5,10		7,30				36,8	0,05		59,50
5,90		7,30				46,3	0,05		74,80

Representação Gráfica dos valores de A.Rh^{2/3} x H



Conclusões



Nível d'água máximo provável (NAMP) (m) TR = 50	5,10
Borda Livre	1,30
Altura da Ponte (NA máximo + Borda Livre) (m)	6,40
Vazão de Projeto / TR=50 anos (m³/s)	59,50
Cota do fundo do rio	726,172
Cota NAMP (TR=50 anos)	731,272
Cota do nível inferior da OAE:	732,572
Suficiência hidráulica ($Q_{Projeto} \leq Q_{hidraulica}$) TR 50 anos	Não
Suficiência hidráulica ($Q_{Projeto} \leq Q_{hidraulica}$) TR 100 anos	Não

Observações: A seção existente não atende as vazões calculadas. Indica-se o alteamento da ponte para ampliar a capacidade hidráulica para o atendimento da vazão de TR=50 anos.



4.5 PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

4.5.1 INTRODUÇÃO

Este memorial de cálculo faz referência ao projeto estrutural de Obra-de-arte Especial, do tipo ponte, que permite o trânsito sobre o Rio Pardinho, em Irupi no Espírito Santo. Como esperado para este tipo de estrutura, seu corpo é dividido em supra, meso e infraestrutura.

O projeto e seus principais elementos foram desenhados digitalmente com auxílio de software CAD e está apresentado adiante.

O projeto foi desenvolvido com base em projeto topográfico, estudo hidrológico de 2024 e recomendações das NBR 6118/14 (Projeto de Estruturas de Concreto), 7187/03 (Projeto de Pontes de Concreto Armado e de Concreto Protendido), (Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado), 7188/13 (Carga móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre), 6123/84 (Forças devidas ao Vento em Edificações), 6122/10 (Projeto e execução de Fundações), 11682/06 (Estabilidade de Encostas) e 8681/03 (Ações e Segurança nas estruturas).

4.5.2 ELEMENTOS ESTRUTURAIS

4.5.2.1 SUPERESTRUTURA:

63,6 m² de laje em concreto armado;
21,2 metros de defesa tipo New Jersey;
05 longarinas em concreto armado;
02 transversinas em concreto armado;
10 aparelhos de apoio elastoméricos.

4.5.2.2 MESOESTRUTURA:

10 pilares em concreto armado.

4.5.2.3 INFRAESTRUTURA:



10 blocos sobre estacas;

20 estacas tipo raiz Ø310mm.

4.5.2.4 EXECUÇÃO

A execução do projeto, em sua totalidade, deverá ser realizada atendendo às normas da ABNT 10839/89 (Execução de Obras de Arte Especiais em Concreto Armado e Protendido), 14931/03 (Execução de Estruturas de Concreto), 9062/06 (Projeto e execução de estruturas de Concreto Pré-Moldado), 6122/10 (Projeto e execução de fundações), 12655/06 (Concreto – Preparo, Controle e Recebimento), 12654/00 (Controle tecnológico de materiais componentes do concreto) e todas as demais indicadas nas normas mencionadas, relativas a controle de qualidade de materiais utilizados e técnicas executivas.

De forma especial, o posicionamento das armaduras, ativas e passivas, deve ser cuidadosamente garantido na execução, bem como a qualidade dos materiais utilizados, especialmente os concretos. Devem ser observados inclusive, em relação a lançamento e adensamento.

Deve ser considerada a necessidade de realização de ensaios de controle de qualidade dos concretos utilizados, mesmo aqueles fornecidos por usinas, em conformidade com as recomendações da NBR 12655/06 e dos aços utilizados.

Quanto à execução de forma geral, todas as etapas devem atender às indicações do projeto, de todas as normas da ABNT relativas ao tema e às normas NR's do Ministério do Trabalho, em especial a relativa a trabalho em altura (NR-35).

4.5.2.5 CONCLUSÃO

A execução da ponte deverá ser integralmente supervisionada por profissional técnico experiente, visando o atendimento a todos os padrões de qualidade indicados nos projetos e nas normas técnicas da ABNT, necessários à garantia da segurança da obra e também à sua durabilidade. Torna-se definido que a obra está projetada para a Classe de Agressividade Ambiental II, e considerando que não haja alteração do ambiente de agressividade, além da



realização dos cuidados executivos, é garantido reduzida manutenção para uma Vida Útil de Projeto (VUP) de no mínimo 50 anos.

4.5.3 NORMATIVO

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NB-2C: Cálculo e Execução de Pontes de Concreto Armado. Rio de Janeiro, 1961;

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014;

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6123: Forças Devido ao Vento em Edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998;

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7187: Projeto de Pontes de Concreto Armado e de Concreto Protendido – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003b;

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7188: Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre – Procedimento. Rio de Janeiro, 2013;

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7480: Aço Destinado a Armadura para Estruturas de Concreto Armado – Especificação. Rio de Janeiro, 2007;

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8681: Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998;

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9062: Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado. Rio de Janeiro, 2017;

DIN – Deutsches Institut Für Normung. DIN 1072. Puentes de Carreteras y Caminhos: Hipóteses de Carga. Balzola, 1973;

DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. Manual de Projeto de Obras-de-arte Especiais. Rio de Janeiro, 1996;

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Norma DNIT 091. Tratamento de Aparelhos de Apoio: Concreto, Neoprene e Metálicos – Especificações de Serviço. Rio de Janeiro, 2006.



4.5.4 APRESENTAÇÃO

No **Volume 02 – Projeto de Execução** apresenta-se o Projeto de Obras de Arte Especiais em formato A1 e/ou A3 (ABNT).



5 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Apresenta-se a seguir as ART dos responsáveis técnicos pelo presente projeto.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do ES

CREA-ES

Página 1/1

ART de Obra ou Serviço

0820250150856

ART Individual

1. Responsável Técnico

THIAGO GOMES BONOMO

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL, ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO - CIVIL**

RNP: 0807119334

Registro: ES-018427/D

Empresa contratada: AVANTEC ENGENHARIA LTDA

Registro: 9950



2. Dados do Contrato

Contratante: **PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI**

CPF/CNPJ: **36403954000192**

Rua: RUA JALMAS GOMES DE FREITAS

Nº: 151

Complemento:

CEP: 29398000

Cidade: IRUPI

UF: ES

Bairro: CENTRO

Telefone:

Contrato: 033/2025

Nº do Aditivo: 0

Valor do Contrato/Honorários: R\$1,00

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: RUA AZELINA MACHADO FERNANDES

Nº: S/N

Complemento:

Bairro: CENTRO

Quadra Lote

Cidade: IRUPI

UF: ES

CEP: 29398000

Data de início: 08/05/2025

Prev. Término: 08/05/2026

Coord. Geogr.: ,

Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI

CPF/CNPJ: 36403954000192

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0

Nº Pavimento(s): 0

Dimensão/Quantidade: 63,6

Unidade de medida: M2

ATIVIDADE(S) TÉCNICA(S): 59 - 23.1 - ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 100 - RESPONSABILIDADE TÉCNICA

NÍVEL: 104 - EXECUÇÃO

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 1109 - PONTES E GRANDES ESTRUTURAS, 9111 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 201 - SONDAGEM, 222 - ESTRUTURAS DE CONCRETO, 306 - PONTES E VIADUTOS, 2001 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 100 - NENHUM

Após a conclusão das atividades técnicas, o profissional deverá proceder a baixa desta ART.

5. Observações

ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE IMPLANTAÇÃO DE PONTE NO BAIRRO CENTRO, CONFORME CONTRATO Nº 033/2025, FIRMADO COM O MUNICÍPIO DE IRUPI.

6. Declarações

Profissional

Contratante

Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.>

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

_____, de _____ de _____
Local Data

THIAGO GOMES BONOMO - CPF: 05772065750

PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI - CPF/CNPJ: 36403954000192

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, podendo sua conferência ser realizada no site do CREA.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creaes.org.br ou www.confes.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creaes.org.br
tel: (27)3134-0046

creaes@creaes.org.br
art@creaes.org.br



CREA-ES
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo

Valor ART: R\$ 103,03

Registrada em: 21/07/2025

Data de pagamento: 22/07/2025

Valor Pago: R\$ 103,03

Nosso Número: 36328400000129561



1. Responsável Técnico

THIAGO GOMES BONOMO

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL, ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO - CIVIL**

RNP: 0807119334

Registro: ES-018427/D

Empresa contratada: AVANTEC ENGENHARIA LTDA

Registro: 9950



2. Dados do Contrato

Contratante: **PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI**

CPF/CNPJ: **36403954000192**

Rua: RUA JALMAS GOMES DE FREITAS

Nº: 151

Complemento:

CEP: 29398000

Cidade: IRUPI

UF: ES

Bairro: CENTRO

Telefone:

Contrato: 033/2025

Nº do Aditivo: 0

Valor do Contrato/Honorários: R\$1,00

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: RUA AZELINA MACHADO FERNANDES

Nº: S/N

Complemento:

Bairro: CENTRO

Quadra Lote

Cidade: IRUPI

UF: ES

CEP: 29398000

Data de início: 08/05/2025

Prev. Término: 08/05/2026

Coord. Geogr.: ,

Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI

CPF/CNPJ: 36403954000192

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0

Nº Pavimento(s): 0

Dimensão/Quantidade: 63,6

Unidade de medida: M2

ATIVIDADE(S) TÉCNICA(S): 35 - 5.1 - ELABORAÇÃO DE PROJETO

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 103 - AUTORIA

NÍVEL: 104 - EXECUÇÃO

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 1109 - PONTES E GRANDES ESTRUTURAS, 9111 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 201 - SONDAGEM, 222 - ESTRUTURAS DE CONCRETO, 306 - PONTES E VIADUTOS, 2001 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 9 - ESTUDO GEOTÉCNICO, 17 - PROJETO DE SINAL VERTICAL, HORIZONTAL, 10 - ESTUDO TOPOGRÁFICO, 18 - OUTROS PROJETOS/SERVIÇOS

Após a conclusão das atividades técnicas, o profissional deverá proceder a baixa desta ART.

5. Observações

ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE IMPLANTAÇÃO DE PONTE NO BAIRRO CENTRO, CONFORME CONTRATO Nº 033/2025, FIRMADO COM O MUNICÍPIO DE IRUPI.

6. Declarações

Profissional

Contratante

Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.>

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

_____, de _____ de _____
Local Data

THIAGO GOMES BONOMO - CPF: 05772065750

PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI - CPF/CNPJ: 36403954000192

9. Informações


- A ART é válida somente quando quitada, podendo sua conferência ser realizada no site do CREA.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creaes.org.br ou www.confes.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.


www.creaes.org.br
tel: (27)3134-0046


creaes@creaes.org.br
art@creaes.org.br





CREA-ES
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI OBRA: PONTE DO BAIRRO CENTRO, IRUPI/ES ÁREA: 63,60 m² LOCAL: MUNICÍPIO DE IRUPI/ES ORÇAMENTISTA: THIAGO GOMES BONOMO CREA: ES-018427/D			GOMES BONOMO:05772065750 Assinado de forma digital por THIAGO GOMES BONOMO:05772065750 Dados: 2025.07.30 14:17:24 -03'00'		SEM DESONERAÇÃO BDI: 23,32% BDI DIF: 15,57% BONIFICAÇÃO: 15,28%			CONSULTORIA:  Soluções em Engenharia		DATA-BASE: JUN/2025	
					LEIS SOCIAIS: SICRO: VARIÁVEL COM A MÃO DE OBRA DER/ES: 157,27% e 84,04% LABOR: 157,27% e 72,95% SINAPI: 116,89% e 72,95%						
ITEM	ORGÃO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	BDI	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)		
01			SERVIÇOS PRELIMINARES						36.193,65		
01.01	SINAPI	103689	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE PLACA DE OBRA COM CHAPA GALVANIZADA E ESTRUTURA DE MADEIRA. AF_03/2022 PS	M2	6,48	470,20	23,32%	579,85	3.757,43		
01.02	DER-ES	41579	ALUGUEL DE CONTAINER PARA ALMOXARIFADO	MES	6,00	783,90	23,32%	966,70	5.800,20		
01.03	DER-ES	41580	ALUGUEL DE CONTAINER TIPO SANITÁRIO COM 3 VASOS SANITÁRIOS, LAVATÓRIO, MICTÓRIO, 5 CHUVEIROS, 2 VENEZIANAS E PISO ESPECIAL	MES	6,00	1.216,21	23,32%	1.499,83	8.998,98		
01.04	DER-ES	41501	REDE DE ÁGUA C/ PADRÃO DE ENTRADA D'ÁGUA DIÂM. 3/4" CONF. CESAN, INCL. TUBOS E CONEXÕES P/ ALIMENT., DISTRIB., EXTRAVAS. E LIMP., CONS. O PADRÃO A 25M	M	25,00	54,35	23,32%	67,03	1.675,75		
01.05	DER-ES	41499	REDE DE ESGOTO, CONTENDO FOSSA E FILTRO, INCL. TUBOS E CONEXÕES DE LIGAÇÃO ENTRE CAIXAS, CONSIDERANDO DISTÂNCIA DE 25M	M	25,00	424,57	23,32%	523,58	13.089,50		
01.06	SINAPI	101506	ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA, AÉREA, TRIFÁSICA, COM CAIXA DE SOBREPOR, CABO DE 16 MM2 E DISJUNTOR DIN 50A (NÃO INCLUSO O POSTE DE CONCRETO). AF_07/2020 PS	UN	1,00	2.328,73	23,32%	2.871,79	2.871,79		
02			DEMOLIÇÕES E RETIRADAS						12.226,85		
02.01	SICRO	1619003	DEMOLIÇÃO MECÂNICA DE CONCRETO ARMADO COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	M³	19,19	62,74	23,32%	77,37	1.484,73		
02.02	SINAPI	104790	DEMOLIÇÃO DE PISO DE CONCRETO SIMPLES, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	M3	10,01	122,33	23,32%	150,86	1.510,11		
02.03	SINAPI	97636	DEMOLIÇÃO PARCIAL DE PAVIMENTO ASFÁLTICO, DE FORMA MECANIZADA, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	M2	186,45	25,33	23,32%	31,24	5.824,70		
02.04	SICRO	1600441	REMOÇÃO DE PARALELEPÍPEDOS	M²	186,45	4,13	23,32%	5,09	949,03		
02.05	COMP	DEM-18	RETIRADA DE GUARDA-CORPO EM TUBOS C/ PEÇAS E CONEXÕES FERRO GALVANIZADO (SEM REAPROVEITAMENTO)	M	17,74	45,00	23,32%	55,50	984,57		
02.06	SINAPI	100998	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M³ / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: T). AF_07/2020	T	124,49	6,33	23,32%	7,81	972,27		
02.07	SINAPI	95878	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	236,53	1,72	23,32%	2,12	501,44		
03			TERRAPLENAGEM						1.801,91		
03.01	SICRO	5501706	ESCAVAÇÃO MECÂNICA COM RETROESCAVADEIRA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	M³	75,65	6,94	23,32%	8,56	647,56		
03.02	SINAPI	100994	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	T	141,84	4,86	23,32%	5,99	849,62		
03.03	SINAPI	95878	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	143,74	1,72	23,32%	2,12	304,73		
04			PAVIMENTAÇÃO						101.063,04		
			PISTA DE ROLAMENTO								

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA				SEM DESONERAÇÃO			CONSULTORIA:		
PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI				BDI: 23,32%					
OBRA: PONTE DO BAIRRO CENTRO, IRUPI/ES				BDI DIF: 15,57%					
ÁREA: 63,60 m²				BONIFICAÇÃO: 15,28%			DATA-BASE: JUN/2025		
LOCAL: MUNICÍPIO DE IRUPI/ES				LEIS SOCIAIS:			SICRO: VARIÁVEL COM A MÃO DE OBRA DER/ES: 157,27% e 84,04% LABOR: 157,27% e 72,95% SINAPI: 116,89% e 72,95%		
ORÇAMENTISTA: THIAGO GOMES BONOMO CREA: ES-018427/D									
ITEM	ORGÃO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	BDI	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
04.01	SINAPI	100576	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE SUBLEITO DE SOLO PREDOMINANTEMENTE ARGILOSO, PARA OBRAS DE CONSTRUÇÃO DE PAVIMENTOS. AF_09/2024	M2	176,80	3,09	23,32%	3,81	673,61
04.02	SINAPI	105730	CONSTRUÇÃO DE BASE E SUB-BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE BRITA GRADUADA SIMPLES, COM ESPESSURA DE 20 CM - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_09/2024	M3	70,72	235,37	23,32%	290,26	20.527,19
04.03	SINAPI	100994	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	T	155,58	4,86	23,32%	5,99	931,92
04.04	SINAPI	95878	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	1.664,75	1,72	23,32%	2,12	3.529,27
04.05	SINAPI	93594	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA EM LEITO NATURAL (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	513,43	2,14	23,32%	2,64	1.355,46
04.06	SICRO	4011352	IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA	M²	176,80	0,42	23,32%	0,52	91,94
04.07	SICRO	4011353	PINTURA DE LIGAÇÃO	M²	176,80	0,29	23,32%	0,36	63,65
04.08	SICRO	4011463	CONCRETO ASFÁLTICO - FAIXA C-12,5 - AREIA E BRITA COMERCIAIS	T	24,87	179,33	23,32%	221,15	5.500,00
04.09	SINAPI	101860	REASSENTAMENTO DE BLOCOS SEXTAVADO PARA PISO INTERTRAVADO, ESPESSURA DE 10 CM, EM VIA/ESTACIONAMENTO, COM REAPROVEITAMENTO DOS BLOCOS SEXTAVADO - INCLUSO RETIRADA E COLOCAÇÃO DO MATERIAL. AF_12/2020	M2	344,53	40,20	23,32%	49,57	17.078,35
			AQUISIÇÃO DE MATERIAIS BETUMINOSOS						
04.10	COMP	PAV-01	FORNECIMENTO DE EMULSÃO ASFÁLTICA PARA IMPRIMAÇÃO (EAI), INCLUSIVE BONIFICAÇÃO DE 15,28% SOBRE MATERIAL BETUMINOSO	T	0,23	2.546,68	15,28%	2.935,81	675,24
04.11	COMP	PAV-02	FORNECIMENTO DE EMULSÃO ASFÁLTICA RR-1C, INCLUSIVE BONIFICAÇÃO DE 15,28% SOBRE MATERIAL BETUMINOSO	T	0,08	3.094,26	15,28%	3.567,06	285,36
04.12	COMP	PAV-03	FORNECIMENTO DE CIMENTO ASFÁLTICO CAP 50-70, INCLUSIVE BONIFICAÇÃO DE 15,28% SOBRE MATERIAL BETUMINOSO	T	1,38	4.061,55	15,28%	4.682,15	6.461,37
04.13	SICRO	5914622	TRANSPORTE DE MATERIAL BETUMINOSO COM CAMINHÃO TANQUE DISTRIBUIDOR - RODOVIA PAVIMENTADA	TKM	599,95	1,80	23,32%	2,22	1.331,89
			CALÇADAS						
04.14	SINAPI	94993	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, USINADO, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 6 CM, ARMADO. AF_08/2022	M2	182,94	89,14	23,32%	109,93	20.110,59
04.15	SINAPI	100324	LASTRO COM MATERIAL GRANULAR (PEDRA BRITADA N.1 E PEDRA BRITADA N.2), APLICADO EM PISOS OU LAJES SOBRE SOLO, ESPESSURA DE *10 CM*. AF_01/2024	M3	18,29	238,42	23,32%	294,02	5.377,63
04.16	SINAPI	100994	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 1,20 M³ / 155 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: T). AF_07/2020	T	27,44	4,86	23,32%	5,99	164,37
04.17	SINAPI	95878	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	293,61	1,72	23,32%	2,12	622,45
04.18	SINAPI	93594	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA EM LEITO NATURAL (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	90,55	2,14	23,32%	2,64	239,05

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA				SEM DESONERAÇÃO			CONSULTORIA:		
PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI				BDI: 23,32%					
OBRA: PONTE DO BAIRRO CENTRO, IRUPI/ES				BDI DIF: 15,57%					
ÁREA: 63,60 m²				BONIFICAÇÃO: 15,28%			DATA-BASE: JUN/2025		
LOCAL: MUNICÍPIO DE IRUPI/ES				LEIS SOCIAIS:			SICRO: VARIÁVEL COM A MÃO DE OBRA DER/ES: 157,27% e 84,04% LABOR: 157,27% e 72,95% SINAPI: 116,89% e 72,95%		
ORÇAMENTISTA: THIAGO GOMES BONOMO CREA: ES-018427/D									
ITEM	ORGÃO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	BDI	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
04.19	SINAPI	94273	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	105,75	57,70	23,32%	71,16	7.525,17
04.20	SINAPI	94274	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO CURVO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA). AF_01/2024	M	20,65	61,08	23,32%	75,32	1.555,36
04.21	SINAPI	100952	TRANSPORTE COM CAMINHÃO CARROCERIA COM GUINDAUTO (MUNCK), MOMENTO MÁXIMO DE CARGA 11,7 TM, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	367,82	2,90	23,32%	3,58	1.316,80
04.22	SINAPI	100953	TRANSPORTE COM CAMINHÃO CARROCERIA COM GUINDAUTO (MUNCK), MOMENTO MÁXIMO DE CARGA 11,7 TM, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	4,29	1,15	23,32%	1,42	6,09
04.23	SINAPI	100950	TRANSPORTE COM CAMINHÃO CARROCERIA COM GUINDAUTO (MUNCK), MOMENTO MÁXIMO DE CARGA 11,7 TM, EM VIA URBANA EM LEITO NATURAL (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	10,42	3,66	23,32%	4,51	46,99
04.24	SINAPI	104658	PISO PODOTÁTIL DE ALERTA OU DIRECIONAL, DE CONCRETO, ASSENTADO SOBRE ARGAMASSA. AF_03/2024	M2	24,90	182,15	23,32%	224,63	5.593,29
05			OBRA DE ARTE ESPECIAL						829.368,55
			SUPERESTRUTURA						
05.01	SINAPI	92801	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM. AF_06/2022	KG	197,00	11,31	23,32%	13,95	2.748,15
05.02	SINAPI	92802	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM. AF_06/2022	KG	142,00	11,18	23,32%	13,79	1.958,18
05.03	SINAPI	92803	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_06/2022	KG	3.819,00	10,30	23,32%	12,70	48.501,30
05.04	SINAPI	92804	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12,5 MM. AF_06/2022	KG	1.223,00	8,81	23,32%	10,86	13.281,78
05.05	SINAPI	92805	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 16,0 MM. AF_06/2022	KG	547,00	8,72	23,32%	10,75	5.880,25
05.06	SICRO	1107900	CONCRETO FCK = 30 MPA - CONFEÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS	M³	158,29	495,62	23,32%	611,20	96.746,85
05.07	SICRO	1107908	CONCRETO FCK = 40 MPA - CONFEÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS	M³	9,54	544,80	23,32%	671,85	6.409,45
05.08	SINAPI	92514	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	810,00	60,50	23,32%	74,61	60.434,10
05.09	SINAPI	92455	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	98,00	176,07	23,32%	217,13	21.278,74
05.10	SINAPI	100341	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA CORTINA DE CONTENÇÃO, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, E = 18 MM, 10 UTILIZAÇÕES. AF_11/2024	M2	180,00	47,25	23,32%	58,27	10.488,60
05.11	COMP	JNT-06	JUNTA DE MOVIMENTAÇÃO PARA ESTRUTURA DE CONCRETO DE 20 X 40 MM (TIPO JUNTA JEENE 20/30 VV OU SIMILAR)	M	12,00	595,67	23,32%	734,58	8.814,96

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA				SEM DESONERAÇÃO			CONSULTORIA:		
PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI				BDI: 23,32%			 avantec Soluções em Engenharia		
OBRA: PONTE DO BAIRRO CENTRO, IRUPI/ES				BDI DIF: 15,57%					
ÁREA: 63,60 m²				BONIFICAÇÃO: 15,28%			DATA-BASE: JUN/2025		
LOCAL: MUNICÍPIO DE IRUPI/ES				LEIS SOCIAIS:			SICRO: VARIÁVEL COM A MÃO DE OBRA DER/ES: 157,27% e 84,04% LABOR: 157,27% e 72,95% SINAPI: 116,89% e 72,95%		
ORÇAMENTISTA: THIAGO GOMES BONOMO CREA: ES-018427/D									
ITEM	ORGÃO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	BDI	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
05.12	SICRO	3719529	BARREIRA SIMPLES DE CONCRETO, ARMADA, PRÉ-MOLDADA (PERFIL NEW JERSEY) - L > 3,00 M E H = 810 MM	M	21,20	208,52	23,32%	257,15	5.451,58
05.13	SICRO	307732	APARELHO DE APOIO DE NEOPRENE FRETADO PARA ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	DM³	360,00	120,99	23,32%	149,20	53.712,00
05.14	SICRO	3806386	GUARDA-CORPO E CORRIMÃO METÁLICO PARA PASSARELAS PARA PEDESTRES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M	54,04	689,49	23,32%	850,28	45.949,13
05.15	COMP	EST-01	VIGA PRÉ-MOLDADA, CONCRETO ARMADO, MODELO "I", VÃO DE 6M DE COMPRIMENTO POR 0,90M DE ALTURA. TRANSPORTE INCLUÍDO.	UND	5,00	20.026,77	23,32%	24.697,01	123.485,05
05.16	SICRO	3806420	LANÇAMENTO DE VIGA PRÉ-MOLDADA DE ATÉ 500 KN COM UTILIZAÇÃO DE GUINDASTE	UN	5,00	5.195,71	23,32%	6.407,35	32.036,75
05.17	SICRO	3806426	LANÇAMENTO DE PRÉ-LAJE COM UTILIZAÇÃO DE GUINDAUTO	T	9,54	60,25	23,32%	74,30	708,82
			MESOESTRUTURA						
05.18	SINAPI	92801	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM. AF_06/2022	KG	359,00	11,31	23,32%	13,95	5.008,05
05.19	SINAPI	92804	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12,5 MM. AF_06/2022	KG	612,00	8,81	23,32%	10,86	6.646,32
05.20	SICRO	1107908	CONCRETO FCK = 40 MPA - CONFECÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS	M³	9,75	544,80	23,32%	671,85	6.550,54
05.21	SINAPI	92419	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	72,00	102,73	23,32%	126,69	9.121,68
			INFRAESTRUTURA						
05.22	SINAPI	92801	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM. AF_06/2022	KG	321,00	11,31	23,32%	13,95	4.477,95
05.23	SINAPI	92803	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_06/2022	KG	42,00	10,30	23,32%	12,70	533,40
05.24	SINAPI	92804	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12,5 MM. AF_06/2022	KG	1.574,00	8,81	23,32%	10,86	17.093,64
05.25	SINAPI	92806	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 20,0 MM. AF_06/2022	KG	418,00	10,27	23,32%	12,66	5.291,88
05.26	SICRO	1107908	CONCRETO FCK = 40 MPA - CONFECÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS	M³	5,72	544,80	23,32%	671,85	3.842,98
05.27	SINAPI	96540	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_01/2024	M2	23,00	152,73	23,32%	188,35	4.332,05
05.28	SICRO	2306070	ESTACA RAIZ PERFURADA NA ROCHA COM D = 31 CM - CONFECÇÃO	M	40,00	1.365,37	23,32%	1.683,77	67.350,80
05.29	SICRO	2306065	ESTACA RAIZ PERFURADA NO SOLO COM D = 31 CM - CONFECÇÃO	M	200,00	173,85	23,32%	214,39	42.878,00
05.30	SICRO	5501706	ESCAVAÇÃO MECÂNICA COM RETROESCAVADEIRA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	M³	60,04	6,94	23,32%	8,56	513,94
05.31	SICRO	4815671	REATERRO E COMPACTAÇÃO COM SOQUETE VIBRATÓRIO	M³	12,86	17,48	23,32%	21,56	277,26
05.32	SINAPI	100994	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	T	112,58	4,86	23,32%	5,99	674,35
05.33	SINAPI	95878	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	163,49	1,72	23,32%	2,12	346,60

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA				SEM DESONERAÇÃO			CONSULTORIA:				
PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI				BDI: 23,32%							
OBRA: PONTE DO BAIRRO CENTRO, IRUPI/ES				BDI DIF: 15,57%			Soluções em Engenharia				
ÁREA: 63,60 m²				BONIFICAÇÃO: 15,28%					DATA-BASE: JUN/2025		
LOCAL: MUNICÍPIO DE IRUPI/ES				LEIS SOCIAIS:			SICRO: VARIÁVEL COM A MÃO DE OBRA DER/ES: 157,27% e 84,04% LABOR: 157,27% e 72,95% SINAPI: 116,89% e 72,95%				
ORÇAMENTISTA: THIAGO GOMES BONOMO CREA: ES-018427/D											
ITEM	ORGÃO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	BDI	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)		
05.34	DER-ES	42876	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE CAVAS EM ESTACA PRANCHA DE LARGURA ATÉ 400 MM	M2	35,25	157,57	23,32%	194,32	6.849,78		
05.35	DER-ES	40333	ENSECADEIRA SIMPLES DE MADEIRA ESP.= 5 CM COM 1 REAPROVEITAMENTO, INCLUSIVE TRANSPORTE DAS MADEIRAS	M2	115,44	344,17	23,32%	424,43	48.996,20		
05.36	DER-ES	43332	ESGOTAMENTO DE ESCAVAÇÕES PARA REBAIXAMENTO DO NÍVEL DÁGUA NOS SERVIÇOS DE BUEIROS, GALERIAS E OUTROS, COM CONJ. MOTO BOMBA	MES	6,00	8.203,24	23,32%	10.116,24	60.697,44		
06			SINALIZAÇÃO						6.386,24		
06.01	SICRO	5213403	PINTURA DE FAIXA COM TINTA ACRÍLICA EMULSIONADA EM ÁGUA - ESPESSURA DE 0,5 MM	M²	58,62	17,62	23,32%	21,73	1.273,81		
06.02	SICRO	5213416	PLACA EM AÇO Nº 16 GALVANIZADO COM PELÍCULA RETRORREFLETIVA TIPO I + I - CONFECÇÃO	M²	2,57	423,62	23,32%	522,41	1.342,59		
06.03	SICRO	5216111	SUPORTE PARA PLACA DE SINALIZAÇÃO EM MADEIRA DE LEI TRATADA 8 X 8 CM - FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO	UN	4,00	127,12	23,32%	156,76	627,04		
			SINALIZAÇÃO DE OBRAS								
06.04	SICRO	5213835	CONE PLÁSTICO PARA CANALIZAÇÃO DE TRÂNSITO - UTILIZAÇÃO DE 150 CICLOS - FORNECIMENTO, 01 IMPLANTAÇÃO E 01 RETIRADA DIÁRIA	UN.DIA	1.080,00	0,80	23,32%	0,99	1.069,20		
06.05	SICRO	5212556	PLACA PARA SINALIZAÇÃO DE OBRAS MONTADA EM CAVALETE METÁLICO - 1,00 X 1,00 M - UTILIZAÇÃO DE 600 CICLOS - FORNECIMENTO, 01 IMPLANTAÇÃO E 01 RETIRADA DIÁRIA	UN.DIA	360,00	1,98	23,32%	2,44	878,40		
06.06	SICRO	5213349	DISPOSITIVO DE DIRECIONAMENTO OU BLOQUEIO TIPO TELA PLÁSTICA COM SUPORTE FIXO - UTILIZAÇÃO DE 150 CICLOS - FORNECIMENTO, 01 IMPLANTAÇÃO E 01 RETIRADA DIÁRIA	M².DIA	1.440,00	0,67	23,32%	0,83	1.195,20		
07			ADMINISTRAÇÃO LOCAL						51.911,19		
07.01	COMP	ADM-01	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	UND	1,00	42.094,70	23,32%	51.911,19	51.911,19		
TOTAL GERAL									1.038.951,43		

ITEM	DESCRIÇÃO		VALORES (R\$)	DIAS					
				30	60	90	120	150	180
01	SERVIÇOS PRELIMINARES	Físico (%)	36.193,65	78,50%	4,30%	4,30%	4,30%	4,30%	4,30%
		Financeiro (R\$)		28.410,88	1.556,55	1.556,55	1.556,55	1.556,55	1.556,55
02	DEMOLIÇÕES E RETIRADAS	Físico (%)	12.226,85	50,00%	50,00%				
		Financeiro (R\$)		6.113,43	6.113,43				
03	TERRAPLENAGEM	Físico (%)	1.801,91	30,00%	70,00%				
		Financeiro (R\$)		540,57	1.261,34				
04	PAVIMENTAÇÃO	Físico (%)	101.063,04			25,00%	25,00%	25,00%	25,00%
		Financeiro (R\$)				25.265,76	25.265,76	25.265,76	25.265,76
05	OBRA DE ARTE ESPECIAL	Físico (%)	829.368,55	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%
		Financeiro (R\$)		138.228,09	138.228,09	138.228,09	138.228,09	138.228,09	138.228,09
06	SINALIZAÇÃO	Físico (%)	6.386,24	8,20%	8,20%	8,20%	8,20%	33,60%	33,60%
		Financeiro (R\$)		523,80	523,80	523,80	523,80	2.145,52	2.145,52
07	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	Físico (%)	51.911,19	17,61%	14,96%	16,77%	16,77%	16,94%	16,94%
		Financeiro (R\$)		9.141,51	7.767,07	8.708,01	8.708,01	8.793,30	8.793,30
Total Parcial (%)			R\$ 1.038.951,43	17,61%	14,96%	16,77%	16,77%	16,94%	16,94%
Total Acumulado (%)				17,61%	32,57%	49,35%	66,12%	83,06%	100,00%
Total Financeiro (R\$)				182.958,28	155.450,28	174.282,21	174.282,21	175.989,22	175.989,22
Total Acumulado (R\$)				182.958,28	338.408,55	512.690,77	686.972,98	862.962,21	1.038.951,43

THIAGO
GOMES
BONOMO:05
772065750

Assinado de forma
digital por THIAGO
GOMES

BONOMO:05772065750

Dados: 2025.07.30
14:15:45 -03'00'



1. Responsável Técnico

THIAGO GOMES BONOMO

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL, ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO - CIVIL**

RNP: 0807119334

Registro: ES-018427/D

Empresa contratada: AVANTEC ENGENHARIA LTDA

Registro: 9950



2. Dados do Contrato

Contratante: **PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI**

CPF/CNPJ: **36403954000192**

Rua: RUA JALMAS GOMES DE FREITAS

Nº: 151

Complemento:

CEP: 29398000

Cidade: IRUPI

UF: ES

Bairro: CENTRO

Telefone:

Contrato: 033/2025

Nº do Aditivo: 0

Valor do Contrato/Honorários: R\$1,00

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: RUA AZELINA MACHADO FERNANDES

Nº: S/N

Complemento:

Bairro: CENTRO

Quadra Lote

Cidade: IRUPI

UF: ES

CEP: 29398000

Data de início: 08/05/2025

Prev. Término: 08/05/2026

Coord. Geogr.: ,

Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI

CPF/CNPJ: 36403954000192

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0

Nº Pavimento(s): 0

Dimensão/Quantidade: 63,6

Unidade de medida: M2

ATIVIDADE(S) TÉCNICA(S): 59 - 23.1 - ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 100 - RESPONSABILIDADE TÉCNICA

NÍVEL: 104 - EXECUÇÃO

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 1109 - PONTES E GRANDES ESTRUTURAS, 9111 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 201 - SONDAGEM, 222 - ESTRUTURAS DE CONCRETO, 306 - PONTES E VIADUTOS, 2001 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 100 - NENHUM

Após a conclusão das atividades técnicas, o profissional deverá proceder a baixa desta ART.

5. Observações

ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE IMPLANTAÇÃO DE PONTE NO BAIRRO CENTRO, CONFORME CONTRATO Nº 033/2025, FIRMADO COM O MUNICÍPIO DE IRUPI.

6. Declarações

Profissional

Contratante

Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.>

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Local

BONOMO:05772065750

Dados: 2025.07.30 14:19:47 -03'00'

THIAGO GOMES BONOMO - CPF: 05772065750

PREFEITURA MUNICIPAL DE IRUPI - CPF/CNPJ: 36403954000192

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, podendo sua conferência ser realizada no site do CREA.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creaes.org.br ou www.confrea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creaes.org.br
tel: (27)3134-0046

creaes@creaes.org.br
art@creaes.org.br



CREA-ES
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo

Valor ART: R\$ 103,03

Registrada em: 21/07/2025

Data de pagamento: 22/07/2025

Valor Pago: R\$ 103,03

Nosso Número: 36328400000129561

PAULINO
LOURENCO DA
SILVA:9057765578

Assinado digitalmente por PAULO LOURENCO DA SILVA
CPF: 9057765578
Data: 2025.07.30 14:19:47 -03'00'