



**GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE  
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA  
RODOVIÁRIA DE SERGIPE – DER-SE**



***ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE OBRA D'ARTE ESPECIAL EM CONCRETO ARMADO SOBRE O RIO PIAUITINGA, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE ITAPORANGA, TRECHO SE-270(SALGADO)/SE-165(MOITA FORMOSA), EXTENSÃO APROXIMADA DE 15,00m x 9,80m DE LARGURA, NESTE ESTADO.***

**PROJETO EXECUTIVO  
VOLUME 03 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA**

Elaboração: RW – Engenheiros Consultores S/S

Processo: 026.203.00674/2018-8

Edital: Tomada de preço 01/2018

Contrato: PJ-004/2020JUNHO/2021

JULHO/2021

**RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S**

Av. Santos Dumont, 1343 - Sala 103 / Cep: 60.150-160 - Aldeota  
CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza - Ceará  
[rwconsultores@secrel.com.br](mailto:rwconsultores@secrel.com.br)





**GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE  
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA  
RODOVIÁRIA DE SERGIPE – DER-SE**

***ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE OBRA D'ARTE ESPECIAL EM CONCRETO ARMADO SOBRE O RIO PIAUITINGA, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE ITAPORANGA, RODOVIA SE-270(SALGADO)/SE-265(POV.MOITA FORMOSA, EXTENSÃO APROXIMADA DE 15,00m x 9,80m DE LARGURA, NESTE ESTADO.***

**PROJETO EXECUTIVO**

**VOLUME 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA**

Elaboração: RW – Engenheiros Consultores S/S  
Processo: 026.203.00491/2019-4  
Edital: Tomada de preço nº 02/2019  
Contrato: PJ-005/20201

JULHO/2021

---

---

## APRESENTAÇÃO

---

**RW** – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza –  
[rwconsultores@secrel.com.br](mailto:rwconsultores@secrel.com.br); [wconsultores1343@gmail.com](mailto:wconsultores1343@gmail.com)

## APRESENTAÇÃO

A empresa RW - Engenheiros Consultores S/S apresenta o **PROJETO EXECUTIVO, Volume 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA**, referente à **ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE OBRA D´ARTE ESPECIAL EM CONCRETO ARMADO SOBRE O RIO PIAUITINGA, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE ITAPORANGA D´AJUDA, TRECHO SE-270(SALGADO) / SE-165(POVOADO MOITA FORMOSO), EXTENSÃO APROXIMADA DE 15,00m x 9,80m DE LARGURA, NESTE ESTADO**, em decorrência do contrato, cujos principais elementos são fornecidos a seguir:

Empresa	: RW ENGENHEIROS CONSULTORES
Projeto	: PONTE DE CONCRETO SOBRE O RIO PIAUITINGA
Rodovia	: SE-270(SALGADO) /SE-165(MOITA FORMOSA)
Extensão	: 15,00m
Data da Assinatura	: 28 / 04 / 2021
Data Ordem de Serviço	: 01 / 06 / 2021
Prazo	: 60 dias corridos
Número do Edital	: Tomada de Preço Nº 02/2019
Número do Processo	: 491/2019-4
Número do Contrato	: Nº PJ – 005/2021

O **Projeto Executivo** está sendo apresentado em 02 (duas) vias, contendo as seguintes informações a saber:

- Volume 1 – Documentos para Licitação (tamanho A4);
- Volume 2 – Projeto de Execução (tamanho A3);
- **Volume 3 – Memória Justificativa (tamanho A4);**
- Volume 3A – Estudo Geotécnico (tamanho A4);


- Volume 3B – Projeto de Desapropriação (tamanho A4);
- Volume 3C – Memória de Cálculo Estrutural tamanho A4);
- Volume 3D – Relatório de Avaliação Ambiental (tamanho A4);
- Volume 4 – Plano de Execução da Obra/Critério de Medição (tamanho A4);
- Volume 5 – Orçamento/Composição de preços Unitário (tamanho A4);

Neste Volume está sendo apresentado o **Volume 3 – Memória Justificativa**, nele são apresentadas as justificativas das soluções adotadas expondo as metodologias utilizadas e os resultados encontrados, servindo posteriormente como elemento de consulta na fase de execução da obra, abordando seguintes tópicos:

- Mapa de Situação;
- Estudos topográficos;
- Estudos Geológicos e Geotécnicos;
- Estudos Hidrológicos;
- Descrição das Estruturas Projetadas;
- Projeto de Obras de Arte Especiais;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Drenagem;
- Projeto de Sinalização;
- Projeto de Obras Complementares;

- Projeto de Proteção Ambiental.

Fortaleza, julho de 2021

**RW-ENGENHEIROS CONSULTORES S/S**  
  
José de Ribamar Pinheiro Barbosa  
Engº Civil M. Sc. CREA/CE: 2918/D  
Sócio-Gerente

---

---

**ÍNDICE**

---

**RW** – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza –  
[rwconsultores@secel.com.br](mailto:rwconsultores@secel.com.br); [wconsultores1343@gmail.com](mailto:wconsultores1343@gmail.com)

## ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>1 MAPA DE SITUAÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....</b>	<b>12</b>
<b>3 ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 GEOLOGIA LOCAL E REGIONAL .....</b>	<b>15</b>
3.2.1 ITAPORANGA .....	15
3.2.1.1. GEOLOGIA LOCAL .....	15
3.2.1.2. GEOLOGIA REGIONAL.....	15
<b>3.3 SONDAAGEM A PERCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS.....</b>	<b>20</b>
<b>4.0 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 GENERALIDADES.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 COLETA DE DADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>4.3 DETERMINAÇÃO DA CHUVA EFETIVA DE PROJETO .....</b>	<b>30</b>
4.3.1 EXTRAÇÃO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS .....	30
4.3.2 TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	30
4.3.3 DETERMINAÇÃO DA CHUVA BRUTA DE 1 DIA PARA TR= 100 ANOS.....	36
4.3.4 TRANSFORMAÇÃO DA CHUVA BRUTA DE 1 DIA EM CHUVA BRUTA DE 24 HORAS PARA TR= 100 ANOS.....	36
4.3.5 DETERMINAÇÃO DA CURVA ALTURA DA CHUVA X DURAÇÃO X TEMPO DE RETORNO (PARA A CHUVA EFETIVA P X D X TR) .....	36
4.3.6 DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO DAS BACIAS .....	39
4.3.7 TRANSFORMAÇÃO DA CHUVA PONTUAL EM CHUVA UNIFORME SOBRE A ÁREA .....	39
4.3.8 DETERMINAÇÃO DA CHUVA EFETIVA PARA PROJETO .....	40
4.3.9 DETERMINAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DA ALTURA DA CHUVA EFETIVA (IETOGRAMA) .....	43
4.4.11 DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO .....	46
4.4.11.1 PARA BACIAS COM ÁREAS MENORES OU IGUAIS A 10,0 KM <sup>2</sup> .....	46
4.4.11.2 PARA BACIAS COM ÁREAS MAIORES QUE 10,0 KM <sup>2</sup> .....	47
4.4.11.3 DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS PROJETADAS .....	54
<b>5 PROJETOS ELABORADOS .....</b>	<b>56</b>
<b>5.1 PROJETO EXECUTIVO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAS .....</b>	<b>56</b>
5.1.1 INTRODUÇÃO.....	56
5.1.2 ESTUDOS PRELIMINARES.....	56
5.1.3 NORMAS TÉCNICAS A SEREM UTILIZADAS .....	56
<b>5.2 PROJETO GEOMÉTRICO DO ENCONTRO DO ATERRO COM AS     PONTES.....</b>	<b>57</b>



5.3 PROJETO EXECUTIVO DE TERRAPLENAGEM DO ENCONTRO DO ATERRO COM A PONTE .....	58
5.4 PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO DO ENCONTRO DO ATERRO COM A PONTE .....	58
5.5 PROJETO DE DRENAGEM DO ENCONTRO DO ATERRO COM A PONTE .....	59
5.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO .....	59
5.7 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES .....	59
5.8 PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO .....	60
5.9 PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL .....	60

---

---

**1 – MAPA DE SITUAÇÃO**

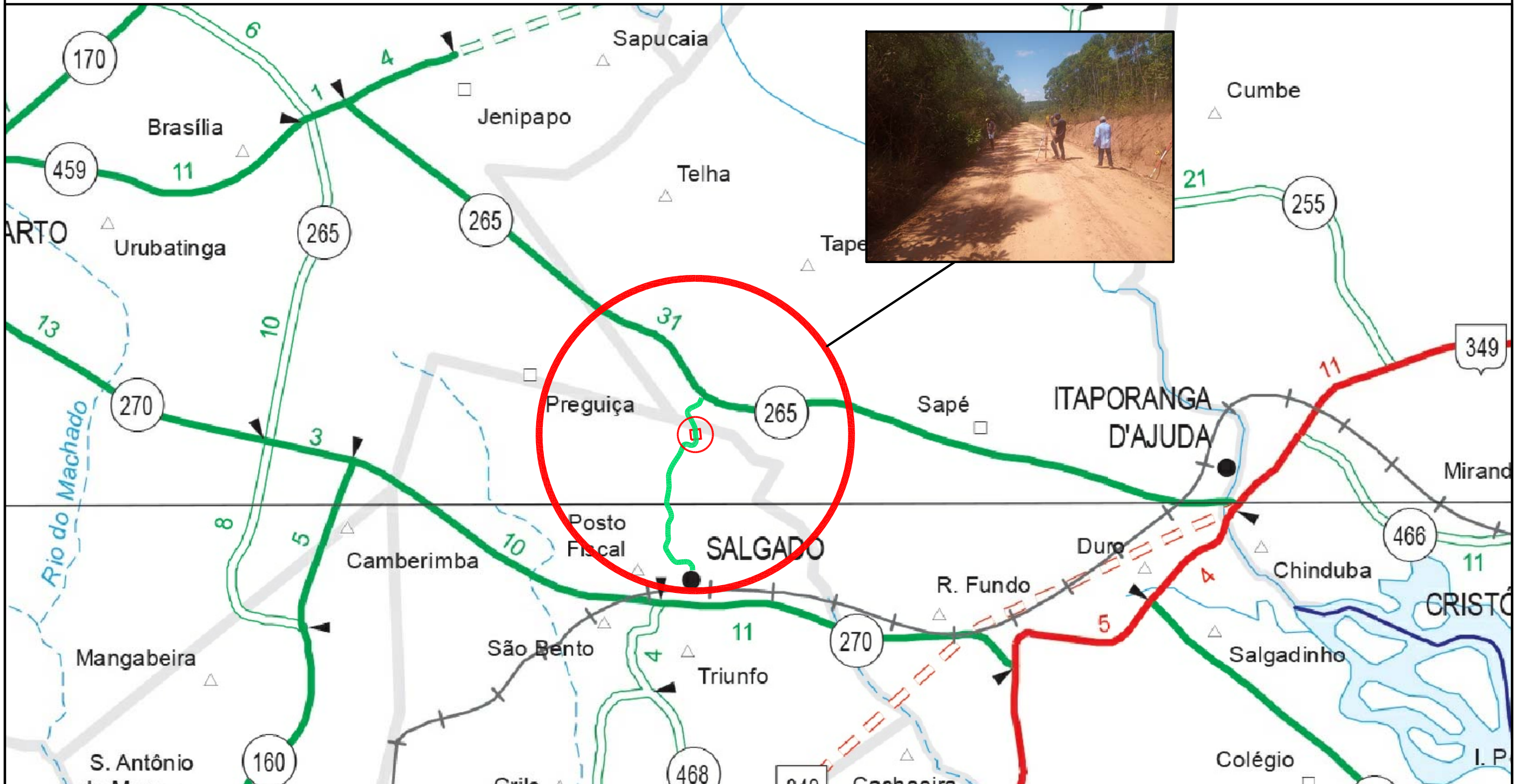
---

**RW** – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza –  
[rwconsultores@secel.com.br](mailto:rwconsultores@secel.com.br); [wconsultores1343@gmail.com](mailto:wconsultores1343@gmail.com)

# MAPA DE SITUAÇÃO DA OBRA



GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE  
 DEPARTAMENTO ESTADUAL DA INFRAESTRUTURA RODoviÁRIA DE SERGIPE - DER-SE

RODOVIA : SE(265) / SE(270)  
 TRECHO : MOITA FORMOSA/SALGADO



FASE:	PROJETO EXECUTIVO
TÍTULO:	MAPA DE SITUAÇÃO
ESCALA:	SEM ESCALA
DATA:	JULHO/2021
CONTRATO:	PJ-005/20201
PRANCHA:	MS-01
REVISÃO:	00

---

---

## 2 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

---

**RW** – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza –  
[rwconsultores@secrel.com.br](mailto:rwconsultores@secrel.com.br); [wconsultores1343@gmail.com](mailto:wconsultores1343@gmail.com)

## 2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

O levantamento topográfico foi elaborado conforme preconizado nas normas IS-204 e IS-205, das diretrizes Básicas do DNIT.

Os serviços foram executados de acordo com as normas e às especificações para levantamento planialtimétrico cadastral e planimétrica da poligonal do DNIT.

O levantamento foi realizado com uma estação total, partindo-se do RN-326U do IBGE, com as coordenadas N = 8.786.291,00 e E = 668.693 e cota 113,1919m. A partir desse RN foi materializado em campo uma poligonal para transporte de coordenadas e cotas. Além desses RN's foram implantados também dois marcos de concreto e batizados de MRW1 e MRW2. Apresentamos nos **ANEXOS I e II as Cadernetas de topografia e o Relatório geodésico do IBGE.**

O levantamento cadastral foi executado por processo de irradiação de pontos, com utilização de Estação Total, sendo levantados todos os pontos de interesse do projeto.

O levantamento das seções foi realizado com a utilização de níveis óticos, abrangendo uma faixa de levantamento adequada aos serviços previstos em cada local.

Para amarração dos levantamentos foi adotado estaqueamento com espaçamento de 20(vinte) metros entre as estacas, referenciando os pontos notáveis as estacas foram materializadas na estrada em revestimento primário ou em cercas de estacas de madeira, tendo ao lado a numeração correspondente.

Para realização dos estudos topográficos foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Estação Total Leica – TS-06, 5”;
- Estação Total Leica – TC-805, 5”;
- Acessórios para a Estação Total (prismas, bastões, etc).

Os desenhos referentes a estes serviços são apresentados no Volume 2 – Desenhos do Projeto.

TABELA 2.1 - PONTE EXISTENTE A SER PROJETADA NO MUNICÍPIO DE ITAPORANGA					
DISCRIMINAÇÃO	RIO/ RIACHO	MUNICÍPIO	LARGURA DE PROJETO (m)	COORDENADAS	
				N	E
PONTE ITAPORANGA	Rio PIAUITIN GA	ITAPORANGA	9,80	8.827.615	706.618

TABELA 2.2 - RELAÇÃO DE MARCOS IMPLANTADOS				
MARCO	DESCRIÇÃO	NORTE	ESTE	ALTIMETRIA
Ponte ITAPORANGA	MRW -01	706.621,14	8.827.592,32	57,43
Ponte ITAPOEANGA	MRW 02	706.754,79	8.828.301,40	81,47

---

---

### 3 – ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

---

---

---

**RW** – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza –  
[rwconsultores@secrel.com.br](mailto:rwconsultores@secrel.com.br); [wconsultores1343@gmail.com](mailto:wconsultores1343@gmail.com)

## **3 ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS**

### **3.1 INTRODUÇÃO**

Os estudos geológicos e geotécnicos foram desenvolvidos através de coletas e pesquisa de dados existentes e investigação de campo, objetivando subsidiar os estudos geotécnicos para o desenvolvimento do projeto para implantação e substituição da ponte.

### **3.2 GEOLOGIA LOCAL E REGIONAL**

#### **3.2.1 ITAPORANGA**

##### **3.2.1.1. GEOLOGIA LOCAL**

O contexto geológico do município (Figura 2), engloba sedimentos das Formações Superficiais Continentais (Cenozóico) e da Bacia de Sergipe (Mesozóico), além do domínio Neo a Mesoproterozóico da Faixa de Dobramentos Sergipana. Em toda a porção centro-sul, cerca de 70% do território, afloram areias finas e grossas com níveis argilosos e conglomeráticos do Grupo Barreiras, ao lado de depósitos aluvionares e coluvionares arenosos e argilo-arenosos recentes. Na área norte, afloram argilitos, siltitos, arenitos e conglomerados da Formação Lagarto (Grupo Estância), calcários, dolomitos metapelitos e metacherts da Formação Olhos D'Água (Grupo Vaza-Barris), filitos, metarenitos, metarritimitos, metagrauvas, metavulcanitos e metaconglomerados das Formações Frei Paulo (Grupo Simão Dias) e Ribeirópolis (Grupo Miabas). Os sedimentos da Bacia de Sergipe são representados por arenitos, siltitos, folhelhos e calcários da Formação Riachuelo (Grupo Sergipe).

##### **3.2.1.2. GEOLOGIA REGIONAL**

O Estado possui um relevo muito simples, uma vez que dominam altitudes modestas, onde largas porções foram aplainadas pelos agentes modificadores do relevo. A oeste dos tabuleiros arenosos, a planície se estende para o interior, ora sobre terrenos calcários, ora sobre o cristalino, seguindo o curso dos rios, sobretudo do São Francisco e do Real.



Por detrás da vasta planície desenvolvem-se baixos níveis de terraços quaternários e amplas áreas modeladas em sedimentos da formação Barreiras, sobrepostas a sedimentos Cretáceos.

A área sertaneja caracteriza-se pela existência de amplas superfícies aplainadas, dominadas por elevações que se assemelham a ilhas montanhosas de perfil íngreme e acidentado, ou nitidamente tabular. A desagregação de certas rochas, bem como a dos granitos, tem sido atribuída à diferença de aquecimento, fato que contribui para a evolução das superfícies arrasadas do sertão semiárido.

Do exposto, vale afirmar que a região oferece boas condições para a existência de jazidas de material de base e sub-base, devido às suas características litológicas, topografia, hidrografia e outros fatores.

### **3.3 SONDAGEM A PERCUSSÃO**

Foram realizadas duas sondagens a percussão. A RW contratou a empresa SS Geotécnia, conforme relatório descrito a seguir.

O presente relatório apresenta o estudo do subsolo realizado por meio de Sondagens SPT para a obra da Ponte sobre o Rio Piauitinga, localizada no Município de Itaporanga/SE.

Trata-se da execução de 02 (dois) furos de sondagem entre os dias 15/07/2019 A 24/07/2019, totalizando 45,18 metros analisados.

O presente estudo do subsolo tem como propósito fornecer subsídio para os projetos de engenharia

O presente estudo do subsolo tem como propósito fornecer subsídio para os projetos de engenharia da obra em epígrafe, ou simplesmente análise do terreno, com base nas seguintes informações:

=> Verificação da ocorrência do nível d'água;

=> Determinação das ocorrências e profundidades das camadas de materiais;

=> Verificação da resistência do solo por meio de ensaios SPT;

=> Classificação das camadas de materiais encontradas de acordo com sua resistência.

A execução dos furos de sondagens, os critérios de paralisação e classificação dos materiais e a confecção do relatório estão de acordo com as prescrições das normas brasileiras (ABNT), como se segue:

De forma resumida, segue os procedimentos/etapas desenvolvidos na execução das sondagens:

=> Execução dos furos, ensaios de resistência e classificação dos materiais: NBR 6484/2020;

=> Simbologia dos materiais: NBR-6502/1995.

De forma resumida, segue os procedimentos/etapas desenvolvidos na execução das sondagens:

- Perfuração: utilização de trado manual e/ou circulação de água - a perfuração/avanço do furo é iniciada com a utilização de trado manual, até se atingir o nível d'água do terreno ou camada de solo com resistência tal que inviabilize a sua utilização, ou ainda até a profundidade de 2,00m, caso não haja indicação contrária; a partir desse ponto a perfuração/avanço segue através da circulação de água ou fluido de perfuração, com emprego do trépano de lavagem.

- Verificação da Resistência do Solo: é obtida através de testes com a utilização do amostrador padrão do SPT, que é cravado no solo através de quedas sucessivas do peso batente com massa 65kg e uma altura de queda de 75cm, até se atingir a penetração de 45cm, registrando-se no boletim de sondagem de campo e número de

golpes necessários para a cravação de cada intervalo de 15cm do amostrador, ou conforme orientações indicadas na Norma de referência;

§ Verificação das Profundidades de Mudança de Materiais: realizada através de inspeções visuais, seja nas amostras coletadas no trado, amostrador ou na água de resultante do processo de avanço com a utilização do trépano;

§ Amostras para Identificação: são as amostras coletadas durante a execução da sondagem provenientes do amostrador, quando da realização dos ensaios, a cada metro para a verificação da resistência do solo ou da água de circulação (caso de amostra não recuperada);

§ Identificação das Amostras: efetuada por meio de testes tátil-visuais, no local da sondagem e posteriormente no laboratório da Central Sonda, para a elaboração do perfil definitivo;

§ Verificação do Nível D'Água: as determinações do nível d'água são realizadas conforme indicado no item 6.5 da Norma de referência;

§ Elaboração de Relatório Definitivo: elaborado conforme critérios estabelecidos na Norma de referência;

§ Disposição das Amostras: as amostras coletadas ficarão à disposição do cliente durante o período mínimo de 60 dias após a entrega do relatório.

As profundidades alcançadas e os resultados obtidos encontram-se descritos na forma de perfis individuais dos furos, em anexo. Sendo possível obter as características dos materiais atravessados e nível d'água, dentre outros aspectos.

### **Equipamentos Utilizados**

§ Torre/Tripé de Sondagem com Sarilho e Roldana;

§ Tubos de revestimento com diâmetro externo de 3";

§ Hastes de aço "roscável sem costura de 1";

§ Martelo Padronizado (Peso batente com haste guia com peso de 65kg);

§ Amostrador padrão completo (tipo Raymond) diâmetro externo de 50,8mm e diâmetro interno de 34,9mm;

§ Conjunto Motor-Bomba com os devidos acessórios indicados para o ensaio;

§ Trados tipo concha com diâmetro de 100 +/- 5mm;

§ Trépano ou lâmina da lavagem;

§ Sacos plásticos de 1Kg, para coleta dos materiais;

§ Etiquetas de identificação de material;

§ Medidor de nível d'água;

§ Bomba balde;

§ Cruzeta;

§ Trena de 3 ou 5m.

### **Conclusão**

O terreno em estudo apresentou, de forma simplificada, o(s) seguinte(s) material(is):

=> Areia fina siltosa;

=> Areia média a grossa com pedregulho;

=> Argila siltosa;

=> Argila siltosa com pedregulho;

=> Argila siltosa com presença de pedregulho;

=> Pedregulho arenoso.

Apresentamos a seguir os perfis de Sondagem a Percussão realizados pela RW.

Apresentamos a seguir os perfis de Sondagem a Percussão realizados pela RW, no **ANEXO IV**.

### **3.4 OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS**

Foram estudadas para os serviços de terraplenagem, pavimentação e concretos destinados a execução da Ponte sobre o rio Piauitinga 01 (um) Empréstimo denominado de E-01, 01 (uma) jazidas J-01, 01 (um) areal A-01 e 01 (uma) Pedreira P-01.

Os estudos Geotécnicos são apresentados no **Volume 3A – Estudos Geotécnicos**, Projeto Executivo.

## 4 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS

---

---

RW – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza –  
[rwconsultores@secrel.com.br](mailto:rwconsultores@secrel.com.br); [wconsultores1343@gmail.com](mailto:wconsultores1343@gmail.com)

#### 4.0 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

O município de Itaporanga D'Ajuda, está localizado na região leste do Estado de Sergipe, limitando-se a sul com os municípios de Estância, a oeste com Salgado, Lagarto e Campo do Brito, a norte com Areia Branca e Laranjeiras e a Leste com São Cristóvão e o Oceano Atlântico. A área municipal ocupa 757,3km<sup>2</sup>, e está inserida nas folhas SC. 24-Z-B-IV (Aracaju) e SC.24-ZD-II (Estância), escala 1:100.000, editadas pelo MINTER/SUDENE 1974. Os limites do município, podem ser observados no Mapa Rodoviário do Estado de Sergipe, escala 1:400.000 (DER-SE, 2001). A sede do município tem uma altitude de 38 metros e coordenadas geográficas de 10° 59'50" de latitude sul e 37°18'22" de longitude oeste.

O acesso a partir de Aracaju, é feito pelas rodovias pavimentadas BR-235 e BR-101, num percurso total de 29km.

Os dados socioeconômicos relativos ao município, foram obtidos a partir de publicações do Governo do Estado de Sergipe (SERGIPE.SEPLANTEC/SUPES, 1997/2010). O município foi criado pela Lei Estadual nº 150 de 15/12/1938.

A população total é de 25.373 habitantes, sendo 9.081 residentes na área urbana e 16.292 na zona rural, com uma densidade demográfica de 33,50hab/km<sup>2</sup>.

O município dispõe de infraestrutura bastante razoável, contando com 2 agências bancárias (Banco do Brasil e Banco do Estado de Sergipe), uma agência postal, estações repetidoras de TV, transportes rodoviários interurbanos, biblioteca, 14 estabelecimentos na área de saúde, terminais telefônicos com acessos DDD e DDI e celular e energia elétrica fornecida pela Empresa – ENERGISA.

O abastecimento de água é de responsabilidade da Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO. O número de estabelecimento ligados a rede de abastecimento é de 2.265 ligações, sendo 2.146 residenciais, 66 comerciais, 6 indústrias e 47 do poder público. A sede possui escoamento pluvial, e o esgotamento sanitário é feito através de fossas sépticas e comuns. As atividades de limpeza, transporte e acúmulo do lixo são efetuadas por varrição, coleta e transporte para depósito final em terreno baldio.

O sistema educacional, contava em 1990 com 53 estabelecimento de ensino, sendo 11 de educação infantil, 41 de educação fundamental e 1 de educação média, com 5.078 alunos matriculados. A taxa de alfabetização da população de 1991 era de 42,90%.

A economia do município tem como base a agricultura (laranja, maracujá, coco e mandioca), pecuária (bovinos, suínos e equinos), avicultura (galináceos), e mineração, com lavra e produção de areia, metarenito e calcário.

## **ASPECTOS FISIAGRÁFICOS**

O município tem um clima do tipo megatérmico úmido e subsumido com moderada deficiência no verão, temperatura média no ano de 25,2o C, precipitação pluviométrica anual de 1.463,3mm e período chuvoso de março a agosto.

O relevo da região, está representado basicamente, pelos domínios morfológicos dos Depósitos Sedimentares (planícies litorâneas e fluviais} e das Bacias e Coberturas Sedimentares (baixo planalto Palmares Estância/tabuleiros do Rio Real).

Os solos presentes são dos tipos Podzólicos Vermelho Amarelo, Indiscriminados de Mangue, Podzol, Gray pouco úmido, Aluviais Distróficos, Eutróficos e Latosol Vermelho Amarelo. A vegetação engloba tipos como Cerrado, Caatinga, Capoeira, vestígio de Mata e Higrófila.

O município apresenta clima do tipo megatérmico úmido e subsumido, temperatura média no ano de 24,8°C, precipitação pluviométrica média anual de 1.479,9mm e período chuvoso de março a agosto.

O relevo está representado pelas seguintes unidades geomorfológicas:

- Planície Litorânea, contendo as planícies marinhas, fluviomarinhas e fluviais;
- Tabuleiros Costeiros, englobando relevos dissecados em colinas e interflúvios tabulares;
- Superfície dos rios Cotinguiba - Sergipe, portando feições dissecadas em colinas, cristas e interflúvios tabulares.



Os solos são dos tipos Podzólico Vermelho Amarelo, Aluviais Eutróficos e Distróficos, Litólicos e Eutróficos, com uma vegetação de Capoeira e Caatinga.

## **GEOLOGIA**

O contexto geológico do município (Figura 2), engloba sedimentos das Formações Superficiais Continentais (Cenozóico) e da Bacia de Sergipe (Mesozóico), além do domínio Neo a Mesoproterozóico da Faixa de Dobramentos Sergipana. Em toda a porção centro-sul, cerca de 70% do território, afloram areias finas e grossas com níveis argilosos e conglomeráticos do Grupo Barreiras, ao lado de depósitos aluvionares e coluvionares arenosos e argilo-arenosos recentes. Na área norte, afloram argilitos, siltitos, arenitos e conglomerados da Formação Lagarto (Grupo Estância), calcários, dolomitos metapelitos e metacherts da Formação Olhos D'Água (Grupo Vaza-Barris), filitos, metarenitos, metarritimitos, metagrauvas, metavulcanitos e metaconglomerados das Formações Frei Paulo (Grupo Simão Dias) e Ribeirópolis (Grupo Miabas). Os sedimentos da Bacia de Sergipe são representados por arenitos, siltitos, folhelhos e calcários da Formação Riachuelo (Grupo Sergipe).

## **GEOLOGIA REGIONAL**

O Estado possui um relevo muito simples, uma vez que dominam altitudes modestas, onde largas porções foram aplainadas pelos agentes modificadores do relevo. A oeste dos tabuleiros arenosos, a planície se estende para o interior, ora sobre terrenos calcários, ora sobre o cristalino, seguindo o curso dos rios, sobretudo do São Francisco e do Real.

Por detrás da vasta planície desenvolvem-se baixos níveis de terraços quaternários e amplas áreas modeladas em sedimentos da formação Barreiras, sobrepostas a sedimentos Cretáceos.

A área sertaneja caracteriza-se pela existência de amplas superfícies aplainadas, dominadas por elevações que se assemelham a ilhas montanhosas de perfil íngreme e acidentado, ou nitidamente tabular. A desagregação de certas rochas, bem como a dos

granitos, tem sido atribuída à diferença de aquecimento, fato que contribui para a evolução das superfícies arrasadas do sertão semiárido.

Do exposto, vale afirmar que a região oferece boas condições para a existência de jazidas de material de base e sub-base, devido às suas características litológicas, topografia, hidrografia e outros fatores.

#### **4.1 GENERALIDADES**

Os estudos Hidrológicos têm como objetivo obter, através da caracterização hidroclimática e do comportamento das chuvas intensas da área de interesse do projeto, os elementos necessários para a verificação da capacidade hidráulica das obras existentes em estrutura de madeira, uma vez que o projeto em elaboração se trata da substituição destas.

#### **4.2 COLETA DE DADOS**

Para o desenvolvimento dos Estudos Hidrológicos, foram coletados dados existentes tais como os elementos de natureza e de pluviometria, e também consulta algumas publicações pertinentes e projetos existentes.

- Manual de Estudos Hidrológicos do DNIT;
- Classificação Climática de Wladimir Koppen;
- Elementos obtidos dos postos de Itaporanga;
- Cartas da SUDENE, na escala de 1:100.000 da área de interesse do projeto.
- Dentre outros.

Com relação às estações hidrológicas, é sabido que no nordeste brasileiro, face à sua característica de região semiárida, pouco são os rios que possuem locais medições fluviométricas. O que existe em quantidade bem satisfatória são locais com pluviômetro. E os estudos são feitos usando o artifício de transformar altura de chuva

em vazão. Examinandos os dados das fontes citadas, chegou-se a dois postos pluviométrico dentro da área de estudo. Considerando que os dois postos estão na bacia do Rio Itaporanga, para o desenvolvimento dos estudos hidrológicos foi feita a opção pelo posto situado no município de Itaporanga

Nos quadros mostrados a seguir estão os dados de precipitação desses dois postos.

DADOS		
POSTO ITAPORANGA		
ORDEM	ANO	MÁXIMA ANUAL
1	1998	35,0
2	1997	20,0
3	1996	15,0
4	1995	25,0
5	1994	70,5
6	1991	106,0
7	1984	73,0
8	1983	31,0
9	1982	26,0
10	1981	46,0
11	1980	80,0
12	1979	141,0
13	1978	60,5
14	1977	150,0
15	1976	100,0
16	1975	74,5
17	1974	90,0
18	1973	100,0
19	1972	100,1
20	1971	74,0
21	1970	50,8
22	1969	75,1
23	1968	79,6
24	1967	66,4
25	1966	116,4
26	1965	44,6

DADOS		
POSTO ITAPORANGA		
ORDEM	ANO	MÁXIMA ANUAL
27	1964	92,2
28	1963	91,0

DADOS		
POSTO ITAPORANGA		
ORDEM	ANO	MÁXIMA ANUAL
1	2000	75,3
2	1999	135,2
3	1998	53,3
4	1997	85,3
5	1996	45,5
6	1994	74,4
7	1991	100,0
8	1987	75,0
9	1986	67,0
10	1985	50,3
11	1984	57,3
12	1983	35,3
13	1982	70,4
14	1981	53,2
15	1980	45,4
16	1979	100,3
17	1978	64,2
18	1977	75,2
19	1976	71,1
20	1975	70,3
21	1974	111,1
22	1973	111,0
23	1972	40,0
24	1971	77,1
25	1970	70,0
26	1969	80,0
27	1968	75,0

DADOS POSTO ITAPORANGA		
ORDEM	ANO	MÁXIMA ANUAL
28	1967	51,7
29	1966	80,8
30	1965	74,0
31	1964	102,0
32	1963	74,3
33	1962	63,0
34	1961	50,4
35	1960	42,9
36	1959	53,2
37	1958	51,3
38	1957	86,3
39	1956	54,1
40	1955	60,3
41	1954	62,3
42	1953	65,3
43	1952	58,4
44	1951	58,3
45	1950	83,3
46	1949	83,5
47	1948	51,4

DADOS POATO ITAPORANGA		
ORDEM	ANO	MÁXIMA ANUAL
48	1947	79,5
49	1946	52,5
50	1945	68,2
51	1944	67,2
52	1943	46,2
53	1942	57,3
54	1941	30,4

DADOS POATO ITAPORANGA		
ORDEM	ANO	MÁXIMA ANUAL
55	1940	74,8
56	1939	55,4
57	1938	51,2
58	1937	50,0
59	1936	26,4
60	1935	146,2
61	1934	100,8
62	1933	66,0
63	1932	56,4
64	1931	51,1
65	1930	73,4
66	1929	66,5
67	1928	24,7
68	1927	34,5
69	1926	53,0
70	1925	16,6
71	1924	68,2
72	1923	53,0
73	1922	56,3
74	1921	70,3
75	1920	38,2
76	1919	40,5
77	1918	122,2
78	1917	68,7
79	1916	62,7
80	1915	69,1
81	1914	56,2
82	1913	38,6

### 4.3 DETERMINAÇÃO DA CHUVA EFETIVA DE PROJETO

#### 4.3.1 EXTRAÇÃO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Com base nos postos catalogados pela Agência Nacional de Águas – ANA. Foi observado que existem nas proximidades da futura obra dois postos pluviométrico. No município de Itaporanga, com 28 anos de observação, e o outro, com 82 anos de observação.

Sabendo que o Rio Piauitinga passa no município de Itaporanga e em outros municípios vizinhos, foi escolhido de maior amostragem.

#### 4.3.2 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A distribuição de Gumbel é recomendada para ajustar séries de valores máximos anuais como chuva e vazão.

A equação é dada por:

$$P [X \leq x] = F(Y) = e^{-e^{-y}}$$

Onde:

$P$  = probabilidade do evento  $X$  ser superada;

$e$  = base dos logaritmos neperianos;

$Y$  = variável reduzida que depende do tempo de recorrência do evento  $TR$ .

Na prática, pode – se levar em conta o número real de anos de observação, utilizando se a fórmula devida a VEM TE CHOW, que demonstrou que a maioria das funções de frequência, aplicáveis à hidrologia, pode ser resolvida pela equação geral:

$$P_{TR} = P + \sigma \times K_{(n,TR)}$$

Onde:

$P_{TR}$  = precipitação máxima para o tempo de recorrência TR;

$P$  = precipitação média de série de observação;

$\sigma$  = desvio padrão da série de observações

$K_{TR}$  = fator de frequência, que do número de valores da amostra e do tempo de recorrência.

$n$  = número de anos de observação

$$P = \sum \frac{P_i}{n_i}$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (P_i - P)^2}}{N - 1}$$

$$K_{n,Tr} = Y - \frac{Y_N}{\sigma}$$

Onde:

$Y$  = variável reduzida

$Y_n$  = média aritmética da variável reduzida, para uma amostra de  $n$  elementos extremos.

$\sigma_n$  = desvio padrão da variável reduzida.

De acordo com a equação de Gumbel e considerando que o tempo de recorrência, TR, é inverso da probabilidade  $P$ , a variável reduzida pode ser calculada pela expressão:

$$Y = LN[\ln(TR) - \ln(TR - 1)]$$



Onde:

$$Y_n = \frac{\sum y}{n}$$

$$\sigma_n = \frac{\sqrt{\sum (y - y_n)^2}}{n}$$

Para dimensionamento de pontes, segundo recomendação do DNIT o tempo de recorrência TR= 100 anos.

**TABELA 4.4 – Tabela com os dados do Posto de Itaporanga**

<b>DADOS PLUVIOMÉTRICOS</b> Posto ITAPORANGA							
<b>ORDEM " n "</b>	<b>Precipitação máxima anual em ordem decrecente (mm)</b>	<b>Probabilidade acumulada p= m/(n + 1) , n=82</b>	<b>Período de retorno TR=1/p (anos)</b>	<b>Y</b>	<b>Yn</b>	<b>(Y - Yn)<sup>2</sup></b>	<b>Kt</b>
1	146,2	0,012	83,0	4,41	0,56	14,87	6,92
2	135,2	0,024	41,5	3,71	0,56	14,87	5,67
3	122,2	0,036	27,7	3,30	0,56	9,96	4,93
4	111,1	0,048	20,8	3,01	0,56	7,53	4,40
5	111,0	0,060	16,6	2,78	0,56	6,01	3,99
6	102,0	0,072	13,8	2,59	0,56	4,94	3,65
7	100,8	0,084	11,9	2,43	0,56	4,13	3,36
8	100,3	0,096	10,4	2,29	0,56	3,51	3,11
9	100,0	0,108	9,2	2,16	0,56	3,00	2,89
10	86,3	0,120	8,3	2,05	0,56	2,58	2,69
11	85,3	0,133	7,5	1,95	0,56	2,24	2,50
12	83,5	0,145	6,9	1,86	0,56	1,94	2,33
13	83,3	0,157	6,4	1,77	0,56	1,69	2,18

DADOS PLUVIOMÉTRICOS							
Posto ITAPORANGA							
ORDEM " n "	Precipitação máxima anual em ordem decrecente (mm)	Probabilidade acumulada $p = m/(n + 1)$ , n=82	Período de retorno TR=1/p (anos)	Y	Yn	(Y - Yn) <sup>2</sup>	Kt
14	80,8	0,169	5,9	1,69	0,56	1,47	2,03
15	80,0	0,181	5,5	1,61	0,56	1,28	1,90
16	79,5	0,193	5,2	1,54	0,56	1,11	1,77
17	77,1	0,205	4,9	1,47	0,56	0,97	1,64
18	75,3	0,217	4,6	1,41	0,56	0,84	1,53
19	75,2	0,229	4,4	1,35	0,56	0,73	1,42
20	75,0	0,241	4,2	1,29	0,56	0,62	1,31
21	75,0	0,253	4,0	1,23	0,56	0,53	1,21
22	74,8	0,265	3,8	1,18	0,56	0,46	1,11
23	74,4	0,277	3,6	1,13	0,56	0,39	1,02
24	74,3	0,289	3,5	1,07	0,56	0,32	0,93
25	74,0	0,301	3,3	1,03	0,56	0,27	0,84
26	73,4	0,313	3,2	0,98	0,56	0,22	0,76
27	71,1	0,325	3,1	0,93	0,56	0,18	0,67
28	70,4	0,337	3,0	0,89	0,56	0,14	0,59
29	70,3	0,349	2,9	0,84	0,56	0,11	0,52
30	70,3	0,361	2,8	0,80	0,56	0,08	0,44
31	70,0	0,373	2,7	0,76	0,56	0,06	0,36
32	69,1	0,386	2,6	0,72	0,56	0,04	0,29
33	68,7	0,398	2,5	0,68	0,56	0,03	0,22
34	68,2	0,410	2,4	0,64	0,56	0,02	0,15
35	68,2	0,422	2,4	0,60	0,56	0,01	0,08
36	67,2	0,434	2,3	0,56	0,56	0,00	0,01
37	67,0	0,446	2,2	0,53	0,56	0,00	-0,05
38	66,5	0,458	2,2	0,49	0,56	0,00	-0,12
39	66,0	0,470	2,1	0,45	0,56	0,00	-0,18

<b>DADOS PLUVIOMÉTRICOS</b>							
Posto ITAPORANGA							
ORDEM " n "	Precipitação máxima anual em ordem decrecente (mm)	Probabilidade acumulada $p = m/(n + 1)$ , n=82	Período de retorno TR=1/p (anos)	Y	Yn	(Y - Yn) <sup>2</sup>	Kt
40	65,3	0,482	2,1	0,42	0,56	0,01	-0,25
41	64,2	0,494	2,0	0,38	0,56	0,02	-0,31
42	63,0	0,506	2,0	0,35	0,56	0,03	-0,37
43	62,7	0,518	1,9	0,31	0,56	0,04	-0,43
44	62,3	0,530	1,9	0,28	0,56	0,06	-0,50
45	60,3	0,542	1,8	0,25	0,56	0,08	-0,56
46	58,4	0,554	1,8	0,21	0,56	0,10	-0,62
47	58,3	0,566	1,8	0,18	0,56	0,12	-0,68
48	57,3	0,578	1,7	0,15	0,56	0,14	-0,74
49	57,3	0,590	1,7	0,11	0,56	0,17	-0,80
50	56,4	0,602	1,7	0,08	0,56	0,20	-0,85
51	56,3	0,614	1,6	0,05	0,56	0,23	-0,91
52	56,2	0,627	1,6	0,02	0,56	0,26	-0,97
53	55,4	0,639	1,6	-0,02	0,56	0,29	-1,03
54	54,1	0,651	1,5	-0,05	0,56	0,33	-1,09
55	53,3	0,663	1,5	-0,08	0,56	0,37	-1,15
56	53,2	0,675	1,5	-0,12	0,56	0,41	-1,21
57	53,2	0,687	1,5	-0,15	0,56	0,45	-1,27
58	53,0	0,699	1,4	-0,18	0,56	0,50	-1,33
59	53,0	0,711	1,4	-0,22	0,56	0,55	-1,39
60	52,5	0,723	1,4	-0,25	0,56	0,60	-1,45
61	51,7	0,735	1,4	-0,28	0,56	0,65	-1,51
62	51,4	0,747	1,3	-0,32	0,56	0,71	-1,57
63	51,3	0,759	1,3	-0,35	0,56	0,77	-1,63
64	51,2	0,771	1,3	-0,39	0,56	0,83	-1,70
65	51,1	0,783	1,3	-0,42	0,56	0,89	-1,76

<b>DADOS PLUVIOMÉTRICOS</b>							
Posto ITAPORANGA							
ORDEM " n "	Precipitação máxima anual em ordem decrecente (mm)	Probabilidade acumulada $p= m/(n + 1) ,$ $n=82$	Período de retorno $TR=1/p$ (anos)	Y	Yn	$(Y - Yn)^2$	Kt
66	50,4	0,795	1,3	-0,46	0,56	0,96	-1,83
67	50,3	0,807	1,2	-0,50	0,56	1,04	-1,89
68	50,0	0,819	1,2	-0,54	0,56	1,11	-1,96
69	46,2	0,831	1,2	-0,58	0,56	1,20	-2,03
70	45,5	0,843	1,2	-0,62	0,56	1,28	-2,11
71	45,4	0,855	1,2	-0,66	0,56	1,38	-2,18
72	42,9	0,867	1,2	-0,70	0,56	1,48	-2,26
73	40,5	0,880	1,1	-0,75	0,56	1,59	-2,35
74	40,0	0,892	1,1	-0,80	0,56	1,71	-2,43
75	38,6	0,904	1,1	-0,85	0,56	1,84	-2,53
76	38,2	0,916	1,1	-0,91	0,56	1,98	-2,63
77	35,3	0,928	1,1	-0,97	0,56	2,14	-2,73
78	34,5	0,940	1,1	-1,03	0,56	2,32	-2,85
79	30,4	0,952	1,1	-1,11	0,56	2,53	-2,99
80	26,4	0,964	1,0	-1,20	0,56	2,78	-3,15
81	24,7	0,976	1,0	-1,32	0,56	3,09	-3,36
82	16,6	0,988	1,0	-1,49	0,56	3,51	-3,67

A partir dos dados da tabela exibida acima, foram calculados os elementos que são mostrados a seguir:

Valor médio da variável reduzida  $Y_n$ .....0,557

Desvio Padrão da variável reduzida  $S_n$ .....1,203

Valor da variável reduzida para TR=100 anos Y (100) .....	4,600
Fator de frequência para TR=100 anos K (100) .....	3,36
Tamanho da amostra estudada N.....	82 anos
Valor da Precipitação média P <sub>méd</sub> .....	65,50 mm
Desvio Padrão da série de Precipitações $\sigma$ .....	23,15 mm

#### 4.3.3 DETERMINAÇÃO DA CHUVA BRUTA DE 1 DIA PARA TR= 100 ANOS

Utilizando a equação de Ven Te Chow, determina-se a altura de chuva bruta para um dia de duração com tempo de recorrência de TR=100 anos.

$$P(\text{TR}=100) = 65,5 + 3,36 \times 23,15 = 143,28\text{mm.}$$

#### 4.3.4 TRANSFORMAÇÃO DA CHUVA BRUTA DE 1 DIA EM CHUVA BRUTA DE 24 HORAS PARA TR= 100 ANOS

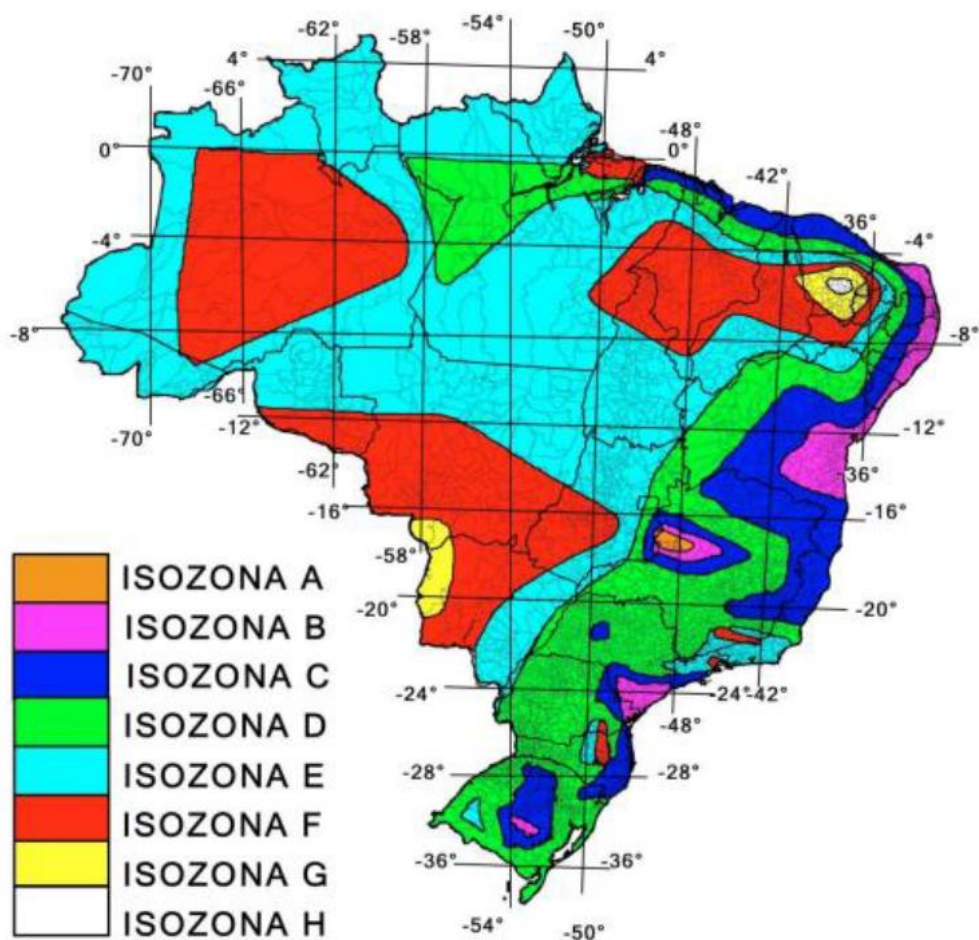
Segundo Taborga, conhecida a chuva de um dia, multiplica-se este por 1,10 para obter a chuva de 24 horas de duração, logo:

$$P_{24h} = 1,10 \times 143,28 = 157,61\text{mm}$$

#### 4.3.5 DETERMINAÇÃO DA CURVA ALTURA DA CHUVA X DURAÇÃO X TEMPO DE RETORNO (PARA A CHUVA EFETIVA P X D X TR)

Segundo o engenheiro Jaime Taborga Torrico, em seus estudos hidrológicos no Brasil, ele verificou que o país poderia ser dividido em Isozonas que constituem zonas geográficas nas quais a relação entre as alturas de chuva de 1 hora de duração e 24 horas de duração é constante para um dado tempo de retorno. Na figura abaixo é mostrado o mapa do Brasil com as suas respectivas delimitações das isozonas para determinação do gráfico P X D X TR, basta marcar dois pontos em um papel semilogaritmo e fazer a ligação entre eles, pois nesse papel a relação é linear.

**FIGURA 4.10**



Relação:	1h/24h										6min/24h		
	Tr	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5 ~ 50	100
ISOZONAS	A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
	B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5
	C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8
	D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
	E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
	F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
	G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
	H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,6	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

Fonte: adaptado de TORRICO (1974)

O município de Itaporanga está situado na isozona B.

Para essa isozona o fator K que relaciona as chuvas de 1 hora e a chuva de 24 horas para TR = 100 anos é igual a  $K = 0,366$ , portanto  $P_{1h} = 0,366 \times P_{24h}$ .

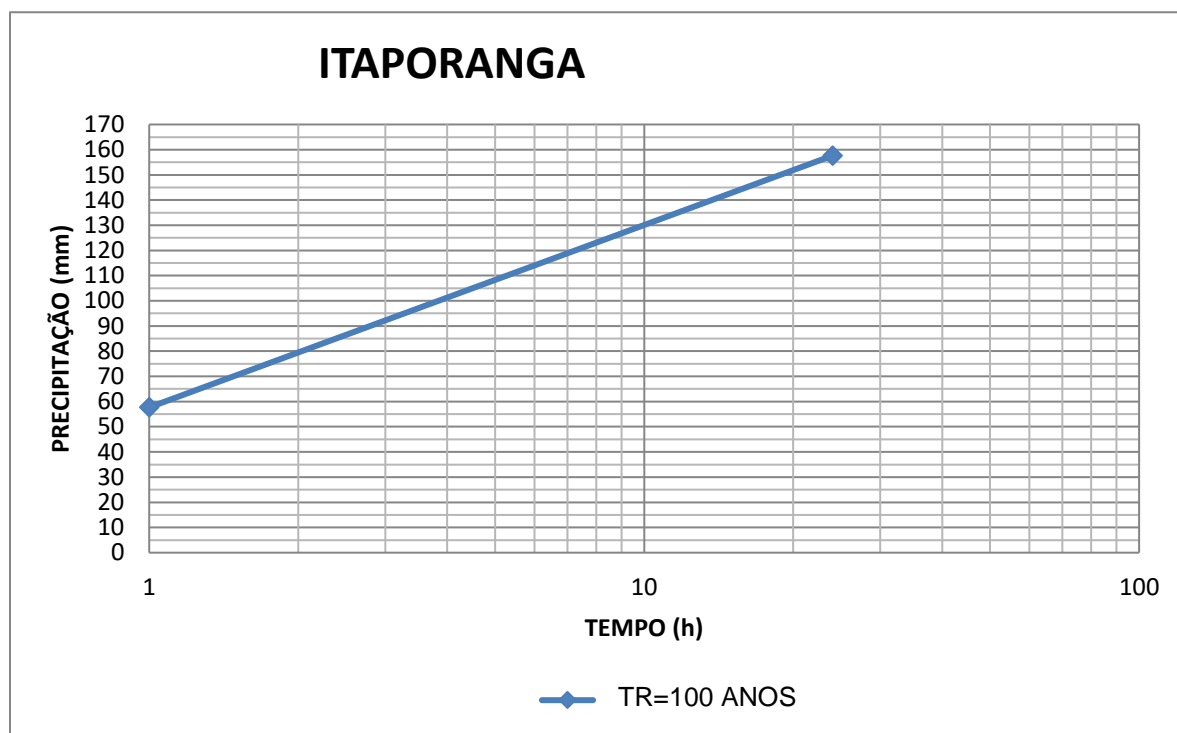
Para Itaporanga

$$P_{1h} = 0,366 \times 157,61 = 57,68\text{mm}$$

A seguir, é mostrada a curva P x D x TR, para o posto de ITAPORANGA. Usando dois pontos em papel semilogarítmico Ponto-01 (1h; 57,68mm) e

Ponto-02 (24h; 157,61mm)

**FIGURA 4.11 – CURVAS P x D x TR – ITAPORANGA**



#### 4.3.6 DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO DAS BACIAS

O tempo de concentração das bacias foi determinado pela expressão desenvolvida por KIRPICH e depois modificada pelo próprio autor sendo denominada de KIRPICH MODIFICADA conforme expressão a seguir:

$$t_c = 1,42 \times \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Sendo:

$t_c$  = tempo de concentração, em horas

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

$H$  = desnível máximo, em m

Com os dados geométricos do curso do Rio Piauitinga, e aplicando a expressão acima foi obtido o tempo de concentração da bacia. No quadro abaixo é mostrado esse valor, juntamente os elementos geométricos da bacia.

<b>TABELA – 4.6 - RESULTADO DOS CÁLCULOS NA PONTE SOBRE O RIO PIAUITINGA</b>					
<b>NOME DA PONTE</b>	<b>L (Km)</b>	<b>H (m)</b>	<b>ÁREA (km<sup>2</sup>)</b>	<b>TC (horas)</b>	<b>CHUVA BRUTA (P) (mm)</b>
<b>PONTE SOBRE O RIO PIAUITINGA</b>	<b>19,70</b>	<b>140,00</b>	<b>103,60</b>	<b>5,38</b>	<b>157,61</b>

#### 4.3.7 TRANSFORMAÇÃO DA CHUVA PONTUAL EM CHUVA UNIFORME SOBRE A ÁREA

O Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE), adota para área maior que 25Km<sup>2</sup>, a equação de Paulhus (linsley et.al.1975). Para área menor ou igual a 25Km<sup>2</sup>, adota-se K= 1,0.

$$P_{(área)} = K \times P_{(PONTO)}$$

Onde:



$P_{(área)}$  = precipitação uniforme na área A

$P_{(ponto)}$  = precipitação no ponto

$$K = 1,0 - \left[ 0,1 \times \log \left( \frac{A}{A_0} \right) \right]$$

A bacia da Ponte no rio Piauitinga tem uma área de contribuição de 103,60km<sup>2</sup>, desta forma o valor de K é igual K=0,94, portanto a precipitação bruta, uniforme, sobre a bacia será:

$$P_{(ponto)}=157,61\text{mm}$$

$$A_{(bacia)}=103,60\text{km}^2$$

$$K=0,94$$

$$P_{(área)}=0,94 \times 157,61= 148,2\text{mm}.$$

#### 4.3.8 DETERMINAÇÃO DA CHUVA EFETIVA PARA PROJETO

A chuva efetiva  $P_e$  é a parcela da chuva total  $P$  que escoa após todas as perdas, chamada de Relação Chuva-Deflúvio.

A sequência das diversas intensidades de chuva no tempo, isto é, o histograma das precipitações, atua em conjunto com o processo de infiltração, de modo que só ocorre excesso de precipitação ou deflúvio superficial nos intervalos em que a intensidade de chuva exceda a taxa de infiltração e as depressões do solo começarem a transbordar.

A absorção capilar na superfície do solo colabora de modo apreciável com as depressões superficiais para a retenção temporária das precipitações, distinguindo-se das perdas por infiltração nas camadas mais profundas, que são mais lentas.

A taxa de infiltração decresce lentamente durante a chuva, vindo a se reabilitar nos períodos secos.

O coeficiente do deflúvio é definido pelo quociente entre a precipitação efetiva e a chuva vertida numa tempestade, dependendo da permeabilidade do solo, da sua cobertura vegetal e da umidade antecedente do solo, no início da chuva considerada.

Outros fatores como o depósito de detritos vegetais na superfície e a textura superficial do solo também influem no valor do coeficiente de deflúvio, variando para cada tempestade de acordo com o histograma das precipitações, mas, de modo geral, é possível dizer que são crescentes com as precipitações.

Ao procurar a relação entre chuvas e deflúvios deve-se recorrer de preferência à expressão de Mockus que define os deflúvios  $P_e$  (mm), ou seja, a parte da chuva que escorre, em função das precipitações  $P$ , segundo a relação:

$$P_e = \frac{(P - 0,2 * S)^2}{P + 0,8S}$$

Onde  $S$  é um índice que traduz a capacidade de infiltração máxima do solo. Segundo extenso levantamento feito pelo U.S. Soil Conservation Service, pode-se relacionar o valor de  $S$ , expresso em milímetro, com o número de curva  $CN$ , através da expressão:

$$S = 254 \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

O valor de  $0,2 * S$ , na expressão anterior do deflúvio  $P_e$ , fornece o valor mínimo da precipitação,  $P$  para qual se inicia o escoamento superficial. Para chuvas fracas esse valor de  $0,2 * S$  tem efeito predominante, mas, para chuvas mais fortes predomina a influência do parâmetro  $0,8 * S$  no denominador dessa expressão.

Escolhe-se o valor de  $CN$ , variável de 0 a 100, conforme a permeabilidade do solo, a cobertura vegetal, a textura da superfície e a umidade antecedente do solo que fornece a orientação para a escolha do  $CN$ , para diversos tipos de cobertura vegetal, tratamento agrícola e para diversos grupos hidrológicos de solos, classificados de acordo com a sua permeabilidade.

Em razão das obras de engenharia não dependerem essencialmente da forma de utilização dos solos na produção agrícola, adota-se uma classificação simplificada para exprimir a influência da superfície do terreno na formação dos deflúvios. Apresenta-se a seguir na **Tabela 4.7** – Número de curva para diferentes condições do complexo hidrológico. Para o caso em estudo foi adotado CN=77

<b>Tabela 4.7 - Número de curva (CN) para diferentes condições do complexo hidrológico</b>					
Solo - Cobertura Vegetal para condição de umidade antecedente II(média) e Ia = 0,2 s					
Cobertura Vegetal	Condição de retenção superficial	Grupo Hidrológico do Solo			
		A	B	C	D
Terreno não cultivado	Pobre	77	86	91	94
Terreno Cultivado	Pobre	72	81	88	91
	Boa	51	67	76	80
Pasto	Pobre	68	79	86	89
	Boa	39	61	74	80
Mata ou Bosque	Pobre	45	66	77	83
	Boa	25	55	70	77
Área Urbana	Pobre	74	80	87	90
	Boa	70	76	83	86

#### 4.4.9 DETERMINAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO EFETIVA (Pe)

$$S = 254 \times \left( \frac{100}{77} - 1 \right) = 75,9 \text{ mm}$$

$$P_e = \frac{(157,61 - 0,20 \times 75,9)^2}{(157,61 + 0,80 \times 75,9)} = 92,9 \text{ mm}$$

#### 4.3.9 DETERMINAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DA ALTURA DA CHUVA EFETIVA (IETOGRAMA)

Foi adotado o Histograma de HUFF (1990) que recomenda o seguinte:

- Primeiro Quartil para chuvas menores ou igual a 6 horas;
- Segundo quartil para chuvas entre 6,1 a 12 horas;
- Terceiro quartil para chuvas entre 12,1 a 24 horas;
- Quarto quartil para chuvas maiores que 24 horas.

A **Tabela 4.8**, a seguir, mostra as curvas acumuladas de HUFF para os quartis: I, II, III e IV.

<b>TABELA 4.8 CURVAS ACUMULADAS DE HUFF PARA OS QUARTIS: I, II, III E IV</b>				
<b>% DA CHUVA NO TEMPO</b>	<b>QI</b>	<b>QII</b>	<b>QIII</b>	<b>QIV</b>
0	0	0	0	0
5	16	3	3	2
10	33	8	6	5
15	43	12	9	8
20	52	16	12	10
25	60	22	15	13
30	66	29	19	16
35	71	39	23	19
40	75	51	27	22
45	79	62	32	25
50	82	70	38	28
55	84	76	45	32
60	86	81	57	35
65	88	85	70	39
70	90	88	79	45
75	92	91	85	51
80	94	93	89	59
85	96	95	92	72
90	97	97	95	84
95	98	98	97	92
100	100	100	100	100

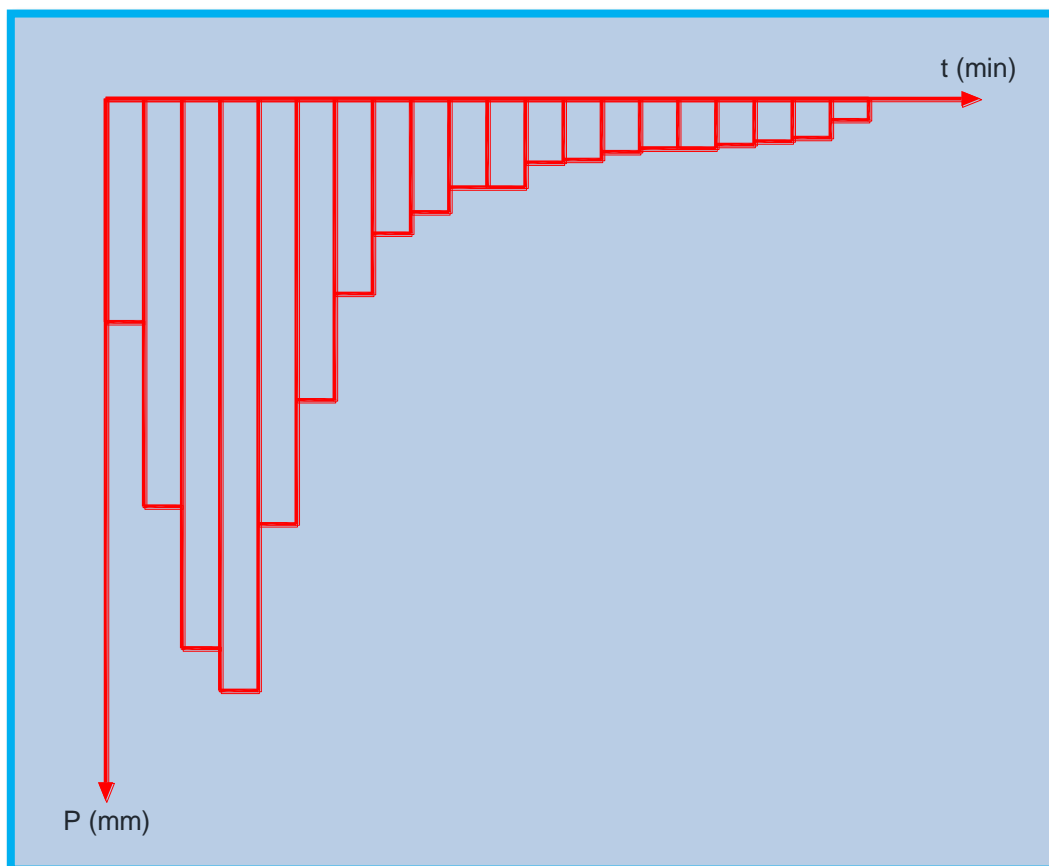
A duração da Chuva é de 5,38 horas. Portanto a distribuição temporal da precipitação será na forma dos percentuais estabelecidos no primeiro quartil proposto por HUFF (1967).

#### 4.4.10 DETERMINAÇÃO DO IETOGRAMA DA PRECIPITAÇÃO DE PROJETO

A duração da chuva em geral é considerada igual ao tempo de concentração. Na tabela mostrada a seguir, pode ser visto o valor das ordenadas do Histograma da chuva de projeto, para intervalos de tempo de 16,14 minutos. A soma de todas as alturas de chuvas de cada bloco fornece a chuva total, que é de 92,90mm.

**TABELA – DISTRIBUIÇÃO DE HUFF NO PRIMEIRO QUARTIL**

<b>P (mm)</b>	<b>92,9</b>		<b>D (min)</b>	<b>322,8</b>	
t/td	t (min)	P/Pd	P(t)	t(i+1) - t(i)	P(t(i+1)) - P(t(i)) (mm)
0,00	0,000	0,000	0,000		0,000
0,05	16,140	0,063	5,853	16,140	5,853
0,10	32,280	0,178	16,536	16,140	10,684
0,15	48,420	0,333	30,936	16,140	14,400
0,20	64,560	0,500	46,450	16,140	15,514
0,25	80,700	0,620	57,598	16,140	11,148
0,30	96,840	0,705	65,495	16,140	7,897
0,35	112,980	0,760	70,604	16,140	5,110
0,40	129,120	0,798	74,134	16,140	3,530
0,45	145,260	0,830	77,107	16,140	2,973
0,50	161,400	0,855	79,430	16,140	2,323
0,55	177,540	0,880	81,752	16,140	2,323
0,60	193,680	0,898	83,424	16,140	1,672
0,65	209,820	0,915	85,004	16,140	1,579
0,70	225,960	0,930	86,397	16,140	1,394
0,75	242,100	0,944	87,698	16,140	1,301
0,80	258,240	0,958	88,998	16,140	1,301
0,85	274,380	0,971	90,206	16,140	1,208
0,90	290,520	0,983	91,321	16,140	1,115
0,95	306,660	0,994	92,343	16,140	1,022
1,00	322,800	1,000	92,900	16,140	0,557
				<b>SOMA</b>	<b>92,900</b>

**IETOGRAMA DA CHUVA COMPLEXA**

#### 4.4.11 DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO

##### 4.4.11.1 PARA BACIAS COM ÁREAS MENORES OU IGUAIS A 10,0 KM<sup>2</sup>

Para as bacias hidrográficas com área dentro dos limites citados acima, as vazões foram determinadas pelo Método Racional. Nesse método a vazão é dada pela expressão abaixo:

$$Q = \frac{C \times P \times A}{3,6 \times t_c} \times N$$

Onde:

$Q$  = vazão em m<sup>3</sup>/s

$P$  = precipitação bruta em mm

$C$  = coeficiente de deflúvio que já incorpora as perdas por evaporação e infiltração adotado.

$C = 0,25$

$A$  = área da bacia hidrográfica em km<sup>2</sup>

$t_c$  = tempo de concentração da bacia em horas

O tempo de concentração foi determinado pela fórmula de KIRPICK MODIFICADA, mostrada a seguir:

$$t_c = 1,42 \times \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Sendo:

$t_c$  = tempo de concentração, em horas

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

$H$  = desnível máximo, em m

$N$  = coeficiente de distribuição, dado pela expressão abaixo, adimensional,

$$N = A^{-0,10}$$

Onde:

$A$  = área da bacia hidrográfica, em km<sup>2</sup>

O coeficiente  $N$  tem a função de corrigir os efeitos da distribuição das chuvas nas bacias hidrográficas, consideradas uniformes no Método Racional.

Nesse projeto a bacia hidrográfica que contribui para o local onde será construída a ponte tem área de  $A = 103,80\text{km}^2$ . Portanto a teoria exibida acima não será aplicada.

#### **4.4.11.2 PARA BACIAS COM ÁREAS MAIORES QUE 10,0KM<sup>2</sup>**

Para as bacias hidrográficas cujas áreas estão dentro do domínio citado acima terão suas vazões determinadas pelo Método do Hidrograma Unitário desenvolvido pelo SCS – Soil Conservation Service.

Segundo o Soil Conservation Service, deve-se usar o histograma adimensional curvilíneo, representado na figura 4.13 que foi desenvolvido por Victor Mockus. Este Hidrograma foi deduzido da média de um grande número de hidrogramas unitários naturais de bacias com tamanhos muito variados e situações geográficas diversas. Dividindo as ordenadas do Hidrograma adimensional cujo ponto de inflexão no ramo de descida fica  $1,70 \cdot T_p$  após o início da chuva unitária e a base é igual a  $5 \cdot T_p$ .

Nessa metodologia, o tempo de concentração da bacia é igual ao tempo entre o fim da chuva e o ponto de inflexão no ramo descendente do Hidrograma unitário. O atraso da onda ou “Lag” é aqui definido pelo tempo entre o centro da chuva unitária e o pico do Hidrograma unitário, valendo  $0,6 \cdot T_c$  para condições médias de bacias hidrográficas e deflúvios com distribuição aproximadamente uniforme sobre a área. Também, recomenda-se que a duração unitária da chuva usada para o desenho do mesmo seja  $0,20 \cdot T_p$ , não devendo ter valores maiores que  $0,25 \cdot T_p$ . Recomenda-se a adoção de durações unitárias até um quinto do tempo de concentração, para reduzir o



trabalho de cálculo. Este valor é bem maior que um tempo de pico e a análise comparativa dos resultados para durações unitárias iguais a um quinto do tempo de concentração demonstrou que as diferenças entre as descargas máximas correspondentes geralmente não excedem 10% de seu valor médio, a não ser para números de curva de infiltração CN muito baixos, quando os erros relativos são mais altos, mas, seu valor absoluto é pequeno, em consequência dos baixos coeficientes de deflúvio.

Desse modo, os erros consequentes do emprego de uma duração unitária diferente de um quinto do tempo de ponta,  $T_p$ , são pequenos, comparados com as incertezas na escolha do número de curvas CN, e do tempo de concentração  $T_c$ . Deve-se, no entanto, procurar uma duração unitária inteira múltipla de 5 minutos ou de 7,5 minutos mais próxima de um quinto do tempo de ponta  $T_p$  para uniformidade dos resultados do tempo de concentração  $T_c$ . Deve-se, no entanto, procurar usar uma duração unitária inteira múltipla de 5 minutos ou de 7,5 minutos mais próxima de um quinto do tempo de ponta  $T_p$ , para uniformidade dos resultados.

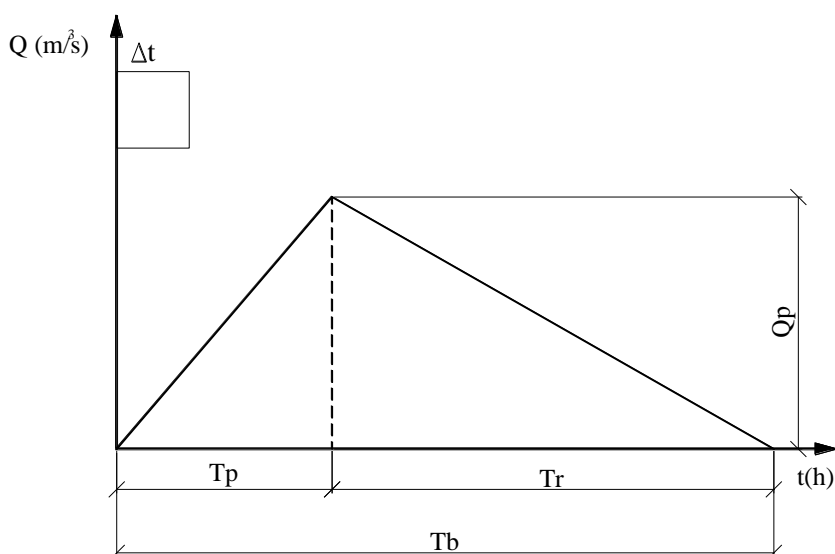
O próprio Soil Conservation Service recomenda a substituição do Hidrograma adimensional curvilíneo por um Hidrograma triangular cuja forma se adapta razoavelmente ao primeiro, conforme mostra a *Figura 4.13*. O tempo de base  $T_b$  desse Hidrograma triangular é igual a  $8/3$  do tempo de ponta  $T_p$ , e sua forma mais simplificada não necessita da apresentação adimensional sendo obtida a partir do tempo de concentração  $T_c$ , e da duração unitária  $D_u$ , dados por:

$$T_p = \frac{D_u}{2} + 0,6 \cdot T_c$$

$$T_b = 8 \times \frac{T_p}{3}$$

Nesse método o hidrograma tem formato triangular conforme a figura a seguir:

FIGURA 4.13



Obtém-se a descarga de ponta  $Q_p$ , ou a ordena da máxima do Hidrograma unitário observando-se que a área do triângulo representa o volume escoado da bacia para um deflúvio de 1,0mm.

Daí, resulta a seguinte expressão:

$$Q_p = \frac{A_R}{0,03 \times T_p}$$

Onde:

$Q_p$  = descarga máxima, em  $m^3/s$  por mm do deflúvio,

$A_R$  = área da bacia, em  $Km^2$

$T_b$  = base do fluviograma unitário, em minutos

0,03 = coeficiente de compatibilidade de unidades.

A imprecisão introduzida na área de descargas altas do Hidrograma total é decorrente da substituição do Hidrograma unitário curvilíneo pelo triângulo, mas é desprezível, comparada com a incerteza de avaliar o tempo de concentração correto da bacia.

A depleção excepcional normalmente observada no fim dos hidrogramas naturais não é reproduzida com fidelidade quando se emprega o Hidrograma unitário triangular, o que não tem importância no estudo das enchentes, quando o principal objetivo é a definição do seu pico.

Usando uma duração unitária  $D_u$ , igual a um quinto do tempo de ponta  $T_p$ , a expressão adequada é:

$$T_p = \frac{D_u}{2} + 0,6 * T_c = 5D_u$$

Sendo,

$$T_c = 7,5 * D_u$$

Baseado nas fórmulas citadas, procedeu-se os seguintes cálculos:

Adotando

$$D_u = \frac{1}{5} T_p$$

Obtém-se:

$$T_p = 218,68 \text{ minutos}$$

$$T_B = 583,88 \text{ minutos}$$

Logo:

$$Q_P = 15,79 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$$

Para a obtenção da vazão de pico, ou de dimensionamento, deve ser feita a aplicação do método da Convolução que é a operação matemática onde duas funções: KP da chuva excedente e U do diagrama unitário formando uma terceira função devido ao runoff. Neste processo temos: multiplicação, translação e adição.

Para obter-se a vazão de pico usado no dimensionamento, determina-se, a partir do diagrama unitário sintético as ordenadas deste em m<sup>3</sup>/s/mm. O tempo do intervalo dos blocos devem ser o mesmo, tanto para o letograma da precipitação complexa, como já dito, obtida com base na recomendação de HUFF (1967), no primeiro quartil e para o Hidrograma Unitário. Adotou-se  $\Delta t = 16,14\text{min}$

Adotando DU igual a 0,20 de T<sub>P</sub> e aplicando as equações já mostradas determina-se os seguintes valores T<sub>P</sub>=215,20 min; T<sub>B</sub>=573,87 min; DU=43,04 min e Q<sub>P</sub>=

Em seguida, foi calculada o valor das vazões da hidrógrafa de projeto, desenvolvendo a equação mostrada a seguir

$$Q_N = \sum_{m=1}^{N \leq M} P_m * U_{n-M+1}$$

Como n = 1,2,3.....N e m = 1,2,3, .....M, obtém-se as seguintes equações.

$$Q_1 = P_1 U_1$$

$$Q_2 = P_2 U_1 + P_1 U_2$$

$$Q_3 = P_3 U_1 + P_2 U_2 + P_1 U_3$$

.

.

$$Q_M = P_M U_1 + P_{M-1} U_2 + \dots + P_1 U_M$$

$$Q_{M+1} = 0 + P_M U_2 + \dots + P_2 U_{M+1} + P_1 U_{M+1}$$

.

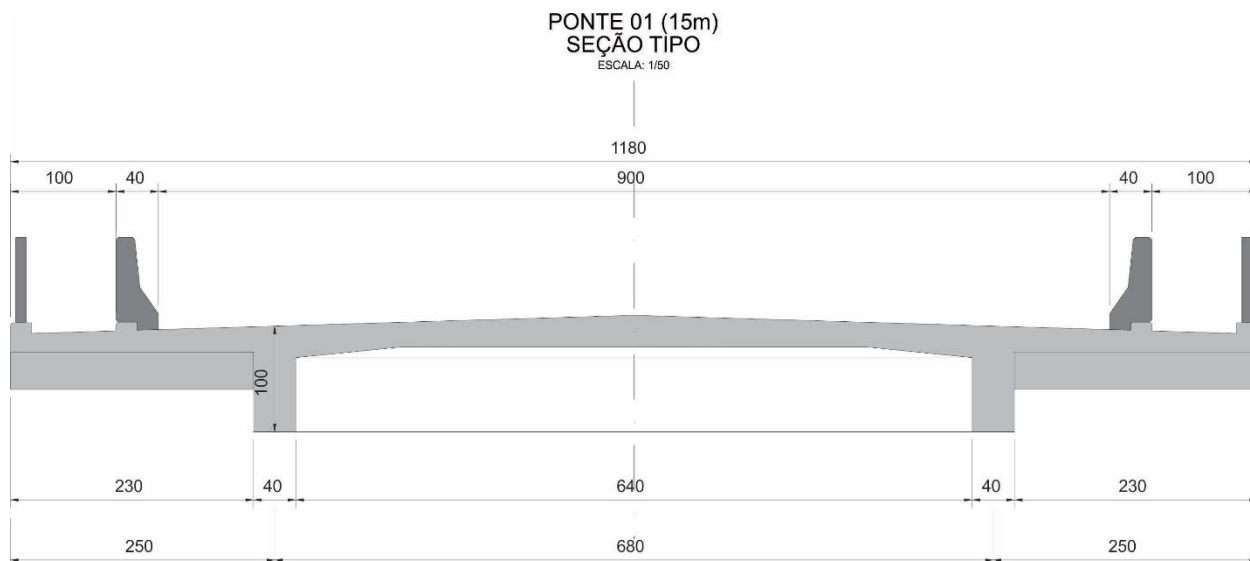
.

$$Q_{N+1} = 0 + 0 + \dots + 0 + 0 + \dots + P_M U_{N-M}$$

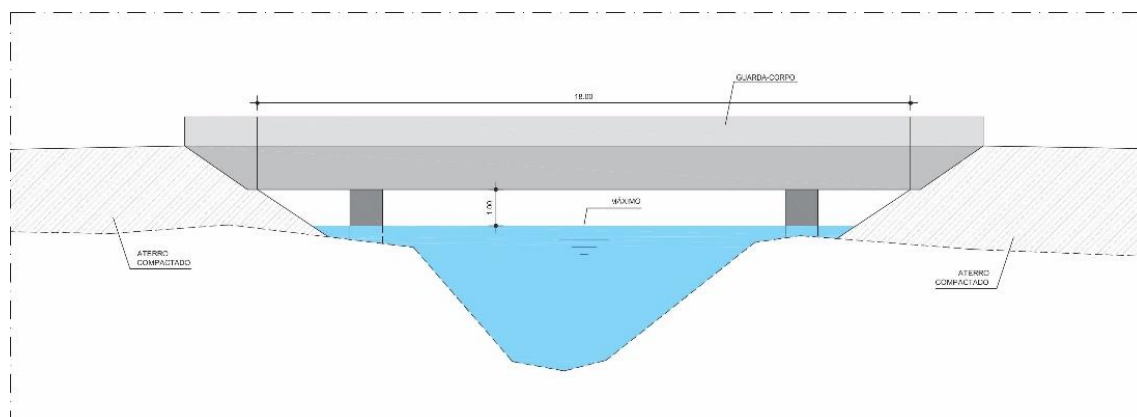
$$Q_N = 0 + 0 + \dots + 0 + 0 + \dots + P_M U_{N-M-1}$$

**PLANILHA DA MULTIPLICAÇÃO DAS MATRIZES**

INTERVALO DE TEMPO	CHUVA EFETIVA (mm)	ORDENADAS DO HIDROGRAMA UNITÁRIO										Q (m³/s)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		3,95	7,90	11,84	15,79	13,42	11,06	8,69	6,33	3,96	1,60	
1	32,45	128,10										128,10
2	34,04	134,37	256,19									390,57
3	11,29	44,57	268,75	384,29								697,60
4	6,25	24,67	89,13	403,12	512,39							1029,31
5	4,29	16,93	49,34	133,70	537,49	435,62						1173,09
6	3,57	14,09	33,87	74,02	178,27	456,96	358,85					1116,05
7			28,19	50,80	98,69	151,56	376,43	282,07				987,74
8				42,28	67,74	83,90	124,85	295,89	205,30			819,96
9					56,37	57,59	69,12	98,14	215,36	128,53		625,11
10						47,92	47,44	54,33	71,43	134,83	51,76	407,71
11							39,48	37,29	39,54	44,72	54,30	215,33
12								31,03	27,14	24,76	18,01	100,94
13									22,59	16,99	9,97	49,55
14										14,14	6,84	20,98
15											5,69	5,69



### DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO BACIA DA PONTE



### PONTE (1.173,09m<sup>3</sup>/s) 18m

h m	A m <sup>2</sup>	P m	R <sub>h</sub> M	R <sub>h</sub> <sup>2/3</sup> m	I M	I <sup>1/2</sup> m	n	V m/s	Q m <sup>3</sup> /s	AR <sub>h</sub> <sup>2/3</sup> m <sup>3</sup>
0,50	0,66	2,57	0,26	0,40	0,0030	0,05	0,025	0,89	0,58	0,27
1,00	2,23	5,96	0,37	0,52	0,0030	0,05	0,025	1,14	2,54	1,16
1,50	7,48	19,68	0,38	0,52	0,0030	0,05	0,025	1,15	8,60	3,92
2,00	21,84	48,86	0,45	0,58	0,0030	0,05	0,025	1,28	27,97	12,77
2,50	62,91	124,11	0,51	0,64	0,0030	0,05	0,025	1,39	87,62	39,99
3,00	135,18	166,55	0,81	0,87	0,0030	0,05	0,025	1,91	257,70	117,62
3,50	237,29	226,86	1,05	1,03	0,0030	0,05	0,025	2,26	535,69	244,51
4,00	406,38	418,64	0,97	0,98	0,0035	0,06	0,025	2,32	942,80	398,41
4,20	492,35	440,93	1,12	1,08	0,0035	0,06	0,025	2,55	1254,02	529,92

#### **4.4.11.3 DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS PROJETADAS**

O contrato prevê a elaboração do projeto de uma obra de Arte Especial a ser implantada no município de Itaporanga.

Na elaboração do seu Plano de Execução da Obra, as firmas concorrentes devem levar em consideração as informações contidas neste capítulo.

Os materiais de jazidas a ser empregado na ponte está discriminado no Volume 3A - Estudos Geotécnicos.

O termo de referência, do edital, prevê a largura da seção transversal da ponte com 9,8m, incluindo os guarda corpos, ou seja, 9,00m livres.

A obra será construída em Concreto Armado.

A avaliação do comprimento da ponte foi feita a partir dos estudos topográficos, hidrológicos que foram apresentados no relatório da primeira fase, Estudos Preliminares.

#### **- Ponte sobre o Rio Piauitinga**

Rodovia: SE - 265

Localização: Itaporanga

Coordenadas: E: 668.791/N: 8.786.211

Vazão de Dimensionamento Tr = 100 anos:

Área de Escoamento: 42,03m<sup>2</sup>

Cota do N.A Máximo: 58,76m

Altura de Folga: 1,00m

Altura da Viga: 1,20m

Cota do Tabuleiro no Eixo Da Viga: 60,36

Cota do Tabuleiro no Topo Da Viga: 60,96m

Tamanho total da ponte: 18,00m

01 vão, entre pilares, de: 12,00m

Passeios: 2 x 1,00m

---

---

**PROJETOS ELABORADOS**

---

**RW** – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza –  
[rwconsultores@secrel.com.br](mailto:rwconsultores@secrel.com.br); [wconsultores1343@gmail.com](mailto:wconsultores1343@gmail.com)



## 5 PROJETOS ELABORADOS

Tendo em vista que a Ponte Projetada, para atender uma vazão com recorrência de 100 anos, forçosamente terão as cotas dos tabuleiros acima do greide das vias atuais, principalmente, porque, a Norma do DNIT requer uma folga de 1,0m entre o fundo da viga e a cota da cheia máxima. Por esta razão torna - se imperativo fazer um aterro que sirva de acesso à futura ponte, em cada local.

### 5.1 PROJETO EXECUTIVO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAS

#### 5.1.1 INTRODUÇÃO

O trabalho aqui apresentado refere-se ao projeto Executivo da seguinte obra de arte especial:

- Ponte sobre o Rio Piauitinga – Município de Itaporanga

#### 5.1.2 ESTUDOS PRELIMINARES

O projeto Executivo da obra de Arte Especial foi desenvolvido apoiado nas informações dos estudos topográficos, estudos hidrológicos, estudos geotécnicos (sondagens à percussão) e na fixação das dimensões acabadas do tabuleiro das pontes, que foram impostas pelo DER/SE – Departamento Estadual de Infraestrutura Rodoviária de Sergipe.

A memória de cálculo, ao nível de Projeto Executivo, é mostrada no Volume **3C – Memória de Cálculo Estrutural**. Os desenhos desta fase estão apresentados no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

#### 5.1.3 NORMAS TÉCNICAS A SEREM UTILIZADAS

O projeto será desenvolvido em conformidade com as normas técnicas da ABNT relativas ao assunto:

- NBR 6118/2007 - Projeto de estruturas de concreto
- NBR 6122/2010 - Projeto e execução de fundações
- NBR 7187/2003 - Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido

- NBR 7188/1984 - Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre
- NBR 7480/2007 - Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado
- NBR 8681/2003 - Ações e segurança nas estruturas

As ações consideradas no projeto foram as previstas na NBR 7187:

- peso próprio dos elementos estruturais;
- sobrecargas permanentes (barreiras e guarda-corpo);

## 5.2 PROJETO GEOMÉTRICO DO ENCONTRO DO ATERRO COM AS PONTES

O **projeto em planta** é apresentado na escala de 1:500 com indicação do eixo estaqueado de 20m em 20m, marcação da delimitação dos limites da plataforma, indicação dos RN'S, amarrações e implantação de dois marcos de concreto em cada ponte.

Nas curvas circulares estão destacados os pontos notáveis tais como PC e PT. As curvas são apresentadas em planta, contendo todos os elementos necessários à sua implantação.

O **projeto em perfil** foi desenvolvido levando-se em consideração a implantação das pontes em cotas superiores ao corpo estradal atual, havendo necessidade de se projetar aterros com greides na cota mínima do tabuleiro para servir de acesso a futura ponte.

O projeto em perfil é apresentado nas escalas 1:500 (Horizontal) e 1:500 (Vertical), mostrando o greide de terraplenagem e o terreno natural com indicação dessas cotas.

O projeto geométrico é apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

### 5.3 PROJETO EXECUTIVO DE TERRAPLENAGEM DO ENCONTRO DO ATERRO COM A PONTE

O Projeto de Terraplenagem do encontro do aterro com a ponte foi desenvolvido seguindo as orientações da IS-209 do DNIT. Para desenvolvimento desse projeto, foram usadas como subsídio as seguintes informações:

- a) Estudos Geotécnicos: Os estudos geotécnicos são usados normalmente para fornecer o índice de suporte do subleito e as características dos materiais da região para definição dos taludes;
- b) Dimensões da seção Transversal Acabada;
- c) Projeto geométrico: fornece os dados de entrada para geração das notas de serviços e quadros de cubação;

O projeto Executivo de terraplenagem é apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

### 5.4 PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO DO ENCONTRO DO ATERRO COM A PONTE

O Projeto Executivo de Pavimentação do encontro do aterro com a ponte prevê a implantação de uma camada de revestimento primário, conforme discriminado.

- a) Camada de revestimento primário com solo granular estabilizada granulometricamente sem mistura de solo da jazida J-01, para a ponte, com 15,0 cm de espessura;

O Projeto Executivo de Pavimentação é apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

## 5.5 PROJETO DE DRENAGEM DO ENCONTRO DO ATERRO COM A PONTE

O projeto de drenagem foi desenvolvido com a finalidade de apresentar os dispositivos responsáveis pelo escoamento das águas pluviais que atingem o encontro do aterro com as pontes e as águas dos cursos d'água perenes, ou não, cortados pelo traçado.

O sistema de drenagem superficial será constituído basicamente de banquetas de aterro, sarjetas de corte trapezoidais, valetas de pé de aterro, descidas d'água e dispositivos de energia.

O Projeto Executivo de Drenagem é apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

## 5.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O projeto, ora elaborado, obedece às instruções contidas no Contran e no Manual de Sinalização de Trânsito do Departamento Nacional de Trânsito, cujo texto, juntamente com o Código Nacional de Trânsito, normatizou esse projeto. O projeto de sinalização é composto de sinalização vertical.

A sinalização vertical é realizada através dos sinais de trânsito, cuja finalidade essencial é transmitir na via pública, normas específicas, mediante símbolos e legendas padronizadas, com o objetivo de indicar (sinais de indicação) a forma correta e segura para a movimentação de veículos e de pedestres.

As placas de sinalização vertical serão confeccionadas em chapa de aço zincado nº16, revestidas com película refletiva constituída por microesferas de vidro aderidas em resina sintética, fincadas em suportes de madeira.

## 5.7 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

As defensas metálicas previstas serão implantadas nas cabeceiras de pontes. As defensas serão metálicas, semi-maleáveis simples, com barramento em perfil W e

suportes com perfil C. Os suportes serão instalados por cravação pneumática e serão de acordo com as Especificações Gerais do DNIT-ES 144/85 e DNIT-EM 370/97.

A cerca indicada no projeto é constituída por estacas de concreto com quatro fios de arame farpado, padrão DNIT. Os mourões e estacas deverão ter leves ranhuras horizontais de 1,0cm de largura, na face de contato com os fios de arame farpado, separadas de 0,40m (4 fios), a partir de 0,10m da extremidade superior.

As estacas serão de seção quadrada de 11cm de lado e altura de 2,10m, e os mourões terão seção quadrada de 15cm de lado e 2,20m de altura.

A execução das cercas deverá obedecer às especificações do DNIT 099/2099-ES, DNIT-EM 174/94 e DNIT-EM 366/97.

Os projetos relativos a este capítulo são encontrados no Volume 02 – Projeto de Execução.

## **5.8 PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO**

O projeto de Desapropriação é desenvolvido a partir do levantamento cadastral efetuado de todas as áreas cortadas pelo projeto das pontes, com cadastramento detalhado, indicando a localização exata de áreas passíveis de desapropriação, com a devida correção.

Apresentamos no **Volume 3B - O Projeto de Desapropriação**, o levantamento cadastral às áreas atingidas pelo projeto da Ponte.

## **5.9 PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL**

O Projeto de Proteção Ambiental levou em consideração, as características do meio ambiente na área de influência do empreendimento, o cadastro do passivo ambiental, bem como as exigências da Legislação Ambiental vigente. Este projeto consolida os estudos ambientais para fundamentarem a solicitação das licenças e autorizações ambientais.

Os passivos ambientais relacionados com erosões no aterro serão absorvidos nos projetos de drenagem superficial, razão porque não são contemplados neste projeto ambiental.

Na restauração da obra rodoviária, deste trecho em estudo, as áreas mais impactadas serão aquelas onde ocorrerão à exploração de jazidas e empréstimos, as quais deverão ser submetidas a um processo de reabilitação.

A reabilitação ambiental das áreas exploradas deverá seguir as especificações gerais do DNIT, a seguir:

- DNIT 102/2009 – ES Proteção do Corpo Estradal – Proteção Vegetal;
- DNIT 018/2006 – ES Sarjetas e Valetas de drenagem;
- DNIT 071/2006 – ES Tratamento Ambiental de áreas de uso de obras e do passivo ambiental de áreas consideradas planas ou de pouca declividade por vegetação herbácea.

Nas áreas indicadas para exploração são observadas ações antrópicas, necessitando, portanto, que a firma a ser contratada para a execução das obras de Implantação, solicite aos proprietários das jazidas e dos empréstimos as licenças ambientais da CPRH e DNPM. Caso não tenha deverão ser submetidas ao processo de licenciamento.

O areal e a pedreira a serem exploradas são comerciais, razão pela qual não se previu serviços de reabilitação.

As defensas metálicas previstas serão implantadas nas cabeceiras de pontes.

Os projetos relativos a este capítulo são encontrados no Volume 02 – Projeto de Execução e Volume 3D - O Projeto de Avaliação Ambiental.

---

---

**ANEXO 01 – CADERNETAS DE TOPOGRAFIA**

---

---

---

**RW** – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza –  
[rwconsultores@secrel.com.br](mailto:rwconsultores@secrel.com.br); [wconsultores1343@gmail.com](mailto:wconsultores1343@gmail.com)

Nome	Descrição	Norte	Este	Cota
1	BD	8.786.548,9741	668.905,2901	124,688
10	BD	8.786.403,5800	668.865,0532	119,827
100	RIO	8.786.176,2729	668.841,4513	110,771
101	RIO	8.786.176,6132	668.843,1127	110,759
102	NA	8.786.176,6748	668.843,1529	110,880
11	BD	8.786.403,6295	668.865,0586	119,828
12	BD	8.786.404,3346	668.860,7534	119,741
13	CERCA	8.786.378,3578	668.848,6016	119,010
14	PO	8.786.366,6781	668.845,7527	118,803
140	RIO	8.786.153,4630	668.839,0047	111,244
141	RIO	8.786.152,5721	668.835,2263	111,128
142	RIO	8.786.118,3209	668.851,6258	110,253
143	RIO	8.786.117,1121	668.854,0974	110,096
144	RIO	8.786.114,0978	668.858,4796	110,461
145	RIO	8.786.117,1164	668.859,1504	110,410
146	RIO	8.786.118,4208	668.855,0388	110,468
147	TN	8.786.119,2798	668.858,4596	110,671
148	TN	8.786.117,2504	668.851,2554	111,383
149	RIO	8.786.117,9014	668.853,4113	110,297
15	BD	8.786.332,3876	668.839,5939	116,672
150	TN	8.786.230,9485	668.764,9411	111,428
151	TN	8.786.233,3227	668.764,5496	111,390
152	TN	8.786.237,5346	668.763,4905	111,563
153	TN	8.786.244,4121	668.761,3137	112,094
154	RIO	8.786.233,7691	668.764,3425	111,060
155	RIO	8.786.235,2349	668.764,0279	111,080
156	RIO	8.786.238,5820	668.764,1547	110,291
157	TN	8.786.242,0456	668.752,3577	111,867
158	RIO	8.786.240,6134	668.750,0967	111,066
159	RIO	8.786.238,0878	668.752,1514	110,159
16	BD	8.786.331,2697	668.843,4539	116,808
160	RIO	8.786.237,7085	668.749,0744	110,820
161	TN	8.786.237,5495	668.748,6858	111,414
162	TN	8.786.235,5457	668.746,4757	112,572
163	TN	8.786.249,4820	668.734,9502	112,053
164	TN	8.786.251,2458	668.735,7659	111,615
165	RIO	8.786.251,4686	668.735,9237	111,017
166	RIO	8.786.253,5305	668.736,6519	111,171
167	TN	8.786.251,7336	668.739,3490	111,384
168	TN	8.786.252,8956	668.741,9471	111,588
169	TN	8.786.268,5322	668.725,7919	112,205



Nome	Descrição	Norte	Este	Cota
17	BD	8.786.307,8915	668.833,0415	115,513
170	RIO	8.786.267,2607	668.724,8278	110,450
171	TN	8.786.263,1456	668.719,7452	111,891
172	TN	8.786.263,3346	668.722,3338	111,775
173	RIO	8.786.263,4794	668.722,7545	111,045
174	RIO	8.786.266,6602	668.723,6701	109,864
175	RIO	8.786.276,1819	668.717,8571	110,469
176	RIO	8.786.274,3766	668.715,4727	110,664
177	TN	8.786.272,6844	668.706,0315	112,790
178	TN	8.786.274,4323	668.706,4469	112,706
179	RIO	8.786.275,1345	668.706,6689	110,840
18	BD	8.786.307,0814	668.836,8764	115,705
180	RIO	8.786.277,5355	668.710,8236	110,271
181	TN	8.786.286,2325	668.713,8700	112,407
182	TN	8.786.279,7550	668.710,2679	111,770
19	CERCA	8.786.301,5885	668.825,9510	116,550
2	BD	8.786.550,2531	668.900,3141	124,551
20	CERCA	8.786.296,9313	668.840,3285	116,739
21	PO	8.786.286,3070	668.834,6178	117,965
22	BD	8.786.288,8839	668.830,1866	114,933
23	BD	8.786.290,9204	668.826,1746	114,644
24	BD	8.786.244,9533	668.801,2057	113,218
25	BD	8.786.242,7896	668.805,4618	113,047
26	PONTE	8.786.223,7936	668.795,7799	113,209
27	PONTE	8.786.226,8095	668.791,0500	113,165
28	PONTE	8.786.217,3710	668.791,9591	113,175
29	PONTE	8.786.219,8724	668.787,0344	113,264
3	CERCA	8.786.551,5796	668.898,5766	124,717
30	REDE	8.786.311,1663	668.837,0837	124,242
31	REDE	8.786.310,8717	668.837,8162	124,190
32	REDE	8.786.309,3897	668.837,7772	123,367
33	REDE	8.786.310,5878	668.838,7300	124,216
34	CERCA	8.786.230,3529	668.804,6148	112,809
35	CERCA	8.786.210,6314	668.792,6793	113,240
36	BD	8.786.214,1713	668.784,9590	113,541
37	BD	8.786.212,1530	668.788,3495	113,530
38	PO	8.786.191,1836	668.780,3073	114,138
39	CERCA	8.786.102,6051	668.730,8593	118,942
4	PO	8.786.550,4939	668.899,0204	124,535
40	PO	8.786.097,8431	668.727,5690	119,738
41	BD	8.786.102,0880	668.728,1850	118,059

Nome	Descrição	Norte	Este	Cota
42	BD	8.786.104,5247	668.724,1506	118,177
43	BD	8.786.011,8529	668.677,3083	124,934
44	BD	8.786.014,5073	668.672,8475	125,037
45	BD	8.786.006,5489	668.668,0023	125,492
46	BD	8.786.000,0533	668.664,2518	125,992
47	BD	8.785.996,8915	668.668,8630	125,967
48	BD	8.786.000,1456	668.671,4276	125,710
49	BD	8.786.001,1967	668.676,3304	125,247
5	BD	8.786.490,2881	668.884,6729	122,514
50	BD	8.785.998,9352	668.680,9485	124,884
51	BD	8.786.001,8058	668.684,2562	124,853
52	BD	8.786.009,2702	668.676,7262	125,251
53	CERCA	8.786.010,5809	668.678,2995	125,432
54	CERCA	8.786.004,5714	668.683,3064	125,074
55	CERCA	8.785.997,9563	668.681,1377	125,273
56	CERCA	8.785.999,8116	668.676,5619	125,469
57	CERCA	8.785.999,8099	668.672,6579	125,798
58	CERCA	8.785.993,2952	668.667,6498	126,412
59	CASA	8.786.006,7798	668.689,7510	124,623
6	BD	8.786.454,9391	668.879,9918	121,655
60	CASA	8.786.014,7744	668.703,0358	123,612
61	CASA	8.786.011,5078	668.705,7010	123,524
62	RIO	8.786.220,5318	668.788,6639	110,408
63	RIO	8.786.225,1947	668.791,4005	111,013
64	RIO	8.786.223,5731	668.794,5181	110,620
65	RIO	8.786.218,6475	668.791,5956	111,005
66	NA	8.786.221,8558	668.791,5798	111,099
67	COTA	8.786.221,9676	668.791,6051	113,054
68	RIO	8.786.218,2070	668.802,2717	110,386
69	TN	8.786.217,6635	668.802,0811	112,013
7	BD	8.786.456,5113	668.875,9738	121,541
70	TN	8.786.214,9883	668.800,8539	112,337
71	RIO	8.786.220,6149	668.803,8415	110,570
72	TN	8.786.221,2112	668.803,7132	112,090
73	TN	8.786.223,6986	668.803,9910	112,409
74	TN	8.786.216,9066	668.814,9879	111,748
75	TN	8.786.216,5462	668.814,4073	111,476
76	TN	8.786.211,5579	668.811,6765	112,136
77	TN	8.786.213,1981	668.813,1471	111,746
78	RIO	8.786.213,7788	668.813,3665	110,554
79	RIO	8.786.216,4476	668.814,0184	110,585

Nome	Descrição	Norte	Este	Cota
8	PO	8.786.442,7120	668.867,5974	122,320
80	RIO	8.786.215,4595	668.812,5373	110,600
81	RIO	8.786.198,7032	668.830,0165	110,941
82	RIO	8.786.197,7053	668.828,8889	110,998
83	RIO	8.786.199,3628	668.830,7097	110,901
84	TN	8.786.197,7943	668.826,8466	111,778
85	TN	8.786.199,7509	668.831,5613	111,496
86	TN	8.786.201,6224	668.833,0749	111,650
87	TN	8.786.196,9140	668.824,7466	112,100
88	TN	8.786.188,0371	668.835,1709	111,720
89	TN	8.786.188,6383	668.837,6826	111,658
9	CERCA	8.786.443,1236	668.867,3107	122,342
90	RIO	8.786.189,4366	668.838,5520	110,890
91	RIO	8.786.190,0048	668.839,3744	110,815
92	RIO	8.786.189,9287	668.840,2808	110,754
93	TN	8.786.190,4678	668.840,6030	111,230
94	TN	8.786.191,2713	668.842,5089	112,066
95	TN	8.786.177,2111	668.837,4845	111,662
96	TN	8.786.176,7438	668.839,9138	111,694
97	TN	8.786.177,9080	668.846,4573	111,904
98	TN	8.786.178,3472	668.848,5234	112,188
99	RIO	8.786.176,8080	668.844,1798	110,872
E1		8.786.226,3176	668.791,1871	113,200
E2		8.786.299,0000	668.834,0000	115,397
E3		8.786.227,6822	668.770,1733	112,709
E4		8.786.191,1582	668.830,0019	112,175
E5		8.786.174,8503	668.839,1601	111,741
E6		8.786.152,1545	668.829,6699	112,849
E7		8.786.113,1835	668.829,4860	111,738
E8		8.786.237,0034	668.744,1344	112,360
E9		8.786.266,2191	668.720,0439	111,801
LIMIMA		8.786.238,2437	668.764,5803	113,906
M1		8.786.038,3794	668.694,7665	124,271
M2		8.786.097,0812	668.728,8915	119,614

Nome	Descrição	Norte	Este	Cota
1	EST00	8.786.548,2873	668.907,2945	124,507
10	EST00	8.786.554,1682	668.883,4139	122,062
100	EST9	8.786.377,6633	668.850,6411	119,103
101	EST9	8.786.378,2999	668.848,5289	118,914
102	EST9	8.786.379,9098	668.843,1893	118,803
103	EST9	8.786.381,9221	668.836,5141	118,361
104	EST10	8.786.356,3411	668.852,1509	117,507
105	EST10	8.786.358,3564	668.845,6680	117,153
106	EST10	8.786.358,7548	668.844,3865	118,262
107	EST10	8.786.359,1745	668.843,0372	118,191
108	EST10	8.786.360,8343	668.837,6993	118,094
109	EST10	8.786.362,8288	668.831,2842	117,742
11	EST1	8.786.530,9179	668.894,9657	123,311
110	EST10	8.786.355,3012	668.855,4950	119,350
111	EST10	8.786.354,8775	668.856,8576	119,290
112	EST10	8.786.353,6252	668.860,8865	118,695
113	EST10	8.786.351,7238	668.867,0017	119,000
12	EST1	8.786.531,3986	668.893,1120	123,186
13	EST1	8.786.533,4531	668.885,1891	122,306
14	EST1	8.786.534,7727	668.878,9754	121,691
144	EST11	8.786.339,1510	668.839,8785	116,573
145	EST11	8.786.339,5070	668.838,6543	117,607
146	EST11	8.786.339,8882	668.837,3436	117,667
147	EST11	8.786.341,5204	668.831,7311	117,534
148	EST11	8.786.343,6113	668.824,5409	117,191
149	EST11	8.786.337,0880	668.846,9727	116,718
15	EST1	8.786.529,4595	668.900,5897	123,590
150	EST11	8.786.336,7311	668.848,1998	117,364
151	EST11	8.786.336,2525	668.849,8456	118,317
152	EST11	8.786.335,8434	668.851,2524	118,552
153	EST11	8.786.334,7556	668.854,9934	118,570
154	EST11	8.786.332,7574	668.861,8648	118,666
155	EST12	8.786.315,7372	668.850,5833	116,683
156	EST12	8.786.316,8843	668.846,0182	117,906
157	EST12	8.786.318,0221	668.841,4899	115,938
158	EST12	8.786.317,3746	668.844,0668	117,797
159	EST12	8.786.312,9602	668.861,6357	118,015
16	EST1	8.786.526,9867	668.910,1253	124,004
160	EST12	8.786.319,6998	668.834,8125	115,607
161	EST12	8.786.320,1490	668.833,0261	117,239
162	EST12	8.786.320,5156	668.831,5674	117,189

Nome	Descrição	Norte	Este	Cota
163	EST12	8.786.321,7730	668.826,5640	117,086
164	EST12	8.786.324,4157	668.816,0480	115,834
165	EST13	8.786.298,7511	668.835,5277	115,157
166	EST13	8.786.298,0850	668.837,7051	116,451
167	EST13	8.786.297,3039	668.840,2583	116,686
168	EST13	8.786.296,1677	668.843,9724	116,915
169	EST13	8.786.294,2080	668.850,3784	116,845
17	EST1	8.786.526,2847	668.912,8317	123,932
170	EST13	8.786.300,7687	668.828,9032	114,911
171	EST13	8.786.301,2851	668.827,1997	116,555
172	EST13	8.786.301,6692	668.825,9337	116,490
173	EST13	8.786.303,4598	668.820,0282	116,165
174	EST13	8.786.306,6562	668.809,4872	115,863
175	EST14	8.786.280,0259	668.827,0791	114,384
176	EST14	8.786.278,8558	668.829,5024	115,920
177	EST14	8.786.277,6861	668.831,9248	116,032
178	EST14	8.786.275,5229	668.836,4048	116,132
179	EST14	8.786.273,2187	668.841,4228	115,832
18	EST1	8.786.525,3323	668.916,5042	124,871
180	EST14	8.786.283,1145	668.820,6828	114,166
181	EST14	8.786.283,8572	668.819,1447	115,504
182	EST14	8.786.284,5568	668.817,6958	115,659
183	EST14	8.786.287,5676	668.811,4606	115,577
184	EST14	8.786.291,3598	668.803,6072	114,777
185	EST15	8.786.262,6651	668.816,6928	113,274
186	EST15	8.786.262,4332	668.817,1050	113,992
187	EST15	8.786.260,1326	668.821,1943	114,590
188	EST15	8.786.257,7787	668.825,3786	115,207
189	EST15	8.786.254,5935	668.831,0413	115,329
19	EST2	8.786.511,7798	668.889,5027	122,761
190	EST15	8.786.265,9973	668.810,7698	113,330
191	EST15	8.786.266,7436	668.809,4433	114,479
192	EST15	8.786.267,5865	668.807,9451	114,745
193	EST15	8.786.271,0859	668.801,7249	114,638
194	EST15	8.786.276,1814	668.792,4788	114,252
195	EST16	8.786.244,8406	668.807,6741	113,166
196	EST16	8.786.242,9171	668.811,1767	113,884
197	EST16	8.786.239,2401	668.817,8725	113,957
198	EST16	8.786.236,9217	668.822,0938	114,220
199	EST16	8.786.249,0717	668.799,9695	113,252
2	EST00	8.786.546,3693	668.914,2675	128,957

Nome	Descrição	Norte	Este	Cota
20	EST2	8.786.512,1933	668.888,0151	122,524
200	EST16	8.786.249,1612	668.799,8064	113,405
201	EST16	8.786.250,9784	668.796,4976	113,686
202	EST16	8.786.254,1785	668.790,6705	113,499
203	EST16	8.786.260,5576	668.779,0549	113,118
204	EST17	8.786.226,8387	668.799,2503	112,689
205	EST17	8.786.224,6149	668.803,6782	112,508
206	EST17	8.786.227,8450	668.797,2457	113,250
207	EST17	8.786.220,1965	668.812,4772	112,107
208	EST17	8.786.230,1205	668.792,7139	113,209
209	EST17	8.786.230,7922	668.791,3761	112,592
21	EST2	8.786.512,8936	668.885,4956	121,751
210	EST17	8.786.233,0131	668.786,9534	113,041
211	EST17	8.786.235,0518	668.782,6099	111,085
212	EST18	8.786.209,1472	668.789,6942	113,431
213	EST18	8.786.205,3053	668.796,7080	113,017
214	EST18	8.786.202,5016	668.801,8264	112,586
215	EST18	8.786.213,8408	668.781,1255	113,678
216	EST18	8.786.214,3472	668.780,2011	114,078
217	EST18	8.786.215,0187	668.778,9750	113,333
218	EST18	8.786.218,4192	668.772,7674	112,914
219	EST18	8.786.221,6644	668.766,8429	112,275
22	EST2	8.786.514,7831	668.878,6973	121,484
220	EST19	8.786.192,0144	668.779,2990	113,534
221	EST19	8.786.189,5485	668.783,8157	112,930
222	EST19	8.786.186,4328	668.789,5215	112,711
223	EST19	8.786.183,5260	668.794,8457	112,707
224	EST19	8.786.196,1105	668.771,7963	113,768
225	EST19	8.786.197,1209	668.769,9463	114,204
226	EST19	8.786.197,7487	668.768,7965	113,477
227	EST19	8.786.201,5522	668.761,8302	113,290
228	EST19	8.786.207,1567	668.751,5656	112,928
229	EST20	8.786.174,4045	668.769,8525	113,866
23	EST2	8.786.516,6079	668.872,1322	121,381
230	EST20	8.786.174,2870	668.770,0675	114,280
231	EST20	8.786.173,4123	668.771,6692	113,630
232	EST20	8.786.170,6461	668.776,7341	113,370
233	EST20	8.786.165,6362	668.785,9071	112,311
234	EST20	8.786.178,3900	668.762,5549	114,148
235	EST20	8.786.179,5011	668.760,5205	114,897
236	EST20	8.786.179,7589	668.760,0484	114,410

Nome	Descrição	Norte	Este	Cota
237	EST20	8.786.183,7381	668.752,7621	114,155
238	EST21	8.786.157,0672	668.759,8644	114,364
239	EST21	8.786.156,0875	668.761,6310	114,719
24	EST2	8.786.509,9969	668.895,9176	122,704
240	EST21	8.786.153,1473	668.766,9333	114,118
241	EST21	8.786.150,2841	668.772,0966	113,473
242	EST21	8.786.160,5948	668.753,5031	114,603
243	EST21	8.786.161,9943	668.750,9792	115,477
244	EST21	8.786.163,4774	668.748,3048	115,337
245	EST21	8.786.167,6824	668.740,7217	115,783
246	EST22	8.786.139,7300	668.750,0000	115,187
247	EST22	8.786.139,0300	668.751,2756	116,690
248	EST22	8.786.136,3064	668.756,2383	116,016
249	EST22	8.786.132,8967	668.761,7838	115,006
25	EST2	8.786.509,6094	668.897,3117	123,587
250	EST22	8.786.143,0396	668.743,9695	115,371
252	EST22	8.786.143,9922	668.742,2337	116,312
253	EST22	8.786.144,6551	668.741,0256	116,679
254	EST22	8.786.146,4525	668.737,7504	116,981
255	EST22	8.786.149,2949	668.732,5711	117,066
256	EST23	8.786.125,5536	668.734,3851	116,432
257	EST23	8.786.127,2528	668.731,3242	118,423
258	EST23	8.786.130,5104	668.725,4557	118,512
259	EST23	8.786.132,4771	668.721,9130	118,514
26	EST2	8.786.509,3025	668.898,4158	123,137
260	EST23	8.786.121,3719	668.741,9183	117,701
261	EST23	8.786.122,3721	668.740,1163	116,342
262	EST23	8.786.118,0314	668.747,9353	117,279
263	EST23	8.786.115,0990	668.753,2180	117,568
264	EST24	8.786.108,3225	668.724,3608	117,760
265	EST24	8.786.110,1677	668.721,0985	119,729
266	EST24	8.786.112,6632	668.716,6863	119,525
267	EST24	8.786.114,9175	668.712,7006	119,635
268	EST24	8.786.104,7425	668.730,6906	117,748
269	EST24	8.786.104,3201	668.731,4374	119,000
27	EST2	8.786.508,2749	668.902,1127	123,203
270	EST24	8.786.101,5402	668.736,3527	118,659
271	EST24	8.786.097,4263	668.743,6270	118,165
272	EST25	8.786.087,7963	668.720,1390	119,063
273	EST25	8.786.086,9699	668.721,5637	120,078
274	EST25	8.786.084,5706	668.725,7002	119,868

Nome	Descrição	Norte	Este	Cota
275	EST25	8.786.081,3359	668.731,2770	119,586
276	EST25	8.786.091,1228	668.714,4039	119,149
277	EST25	8.786.092,0724	668.712,7675	120,223
278	EST25	8.786.093,5210	668.710,2703	120,972
279	EST25	8.786.096,8450	668.704,5406	120,809
28	EST2	8.786.506,5301	668.908,3897	123,382
280	EST26	8.786.070,4900	668.710,2105	120,413
281	EST26	8.786.069,6258	668.711,7011	122,087
282	EST26	8.786.067,0593	668.716,1268	121,281
283	EST26	8.786.064,3323	668.720,8235	120,958
284	EST26	8.786.073,6688	668.704,7273	120,360
285	EST26	8.786.074,8927	668.702,6165	121,531
286	EST26	8.786.075,8542	668.700,9580	122,464
287	EST26	8.786.077,4527	668.698,2009	122,056
288	EST26	8.786.080,0469	668.693,7265	121,424
289	EST27	8.786.056,1844	668.695,0655	121,710
29	EST2	8.786.506,0951	668.909,9543	123,415
290	EST27	8.786.057,3666	668.692,9470	122,898
291	EST27	8.786.058,2280	668.691,4042	124,198
292	EST27	8.786.060,2153	668.687,8432	123,631
293	EST27	8.786.063,6623	668.681,6670	123,698
294	EST27	8.786.053,0637	668.700,6576	121,863
295	EST27	8.786.052,3775	668.701,8871	123,221
296	EST27	8.786.049,5428	668.706,9667	122,456
297	EST27	8.786.046,8436	668.711,8035	122,258
298	EST28	8.786.035,6696	668.690,8137	123,141
299	EST28	8.786.035,0196	668.691,9453	124,178
3	EST00	8.786.547,3516	668.910,6961	124,927
30	EST3	8.786.492,6057	668.883,9021	122,212
300	EST28	8.786.029,8586	668.700,9294	123,530
301	EST28	8.786.039,1052	668.684,8332	123,155
302	EST28	8.786.040,2155	668.682,9005	124,293
303	EST28	8.786.041,2974	668.681,0171	125,180
304	EST28	8.786.043,7770	668.676,7006	124,732
305	EST28	8.786.046,8793	668.671,3003	125,038
306	EST29	8.786.018,2961	668.681,0203	124,280
307	EST29	8.786.017,6731	668.682,1017	125,103
308	EST29	8.786.013,3469	668.689,6106	124,565
309	EST29	8.786.021,8201	668.674,9039	124,399
31	EST3	8.786.492,9018	668.882,8416	122,295
310	EST29	8.786.023,0860	668.672,7076	125,681



Nome	Descrição	Norte	Este	Cota
311	EST29	8.786.023,8588	668.671,3663	126,050
312	EST29	8.786.026,2398	668.667,2342	125,777
313	EST29	8.786.029,4211	668.661,7131	126,061
314	EST30	8.786.002,6377	668.672,0614	125,641
315	EST30	8.786.002,6376	668.676,4154	126,628
316	EST30	8.786.002,6376	668.683,0814	126,973
317	EST30	8.786.002,6375	668.687,8974	127,255
318	EST30	8.786.002,6379	668.664,0364	125,653
319	EST30	8.786.002,6380	668.663,0934	125,792
32	EST3	8.786.493,4834	668.880,7593	121,713
320	EST30	8.786.002,5601	668.647,2856	124,910
33	EST3	8.786.494,6691	668.876,5117	121,437
34	EST3	8.786.497,9606	668.864,7205	121,149
35	EST3	8.786.490,6607	668.890,8728	122,093
36	EST3	8.786.490,2932	668.892,1895	122,822
37	EST3	8.786.489,8259	668.893,8645	122,630
38	EST3	8.786.489,4077	668.895,3633	122,864
39	EST3	8.786.487,4486	668.902,3840	123,192
4	EST00	8.786.545,5004	668.917,4261	129,644
40	EST3	8.786.487,1078	668.903,6054	123,240
41	EST4	8.786.473,1504	668.879,0345	121,628
42	EST4	8.786.473,2874	668.878,4843	122,282
43	EST4	8.786.473,6870	668.876,8803	122,167
44	EST4	8.786.474,7921	668.872,4469	121,846
45	EST4	8.786.477,1274	668.864,1968	121,061
46	EST4	8.786.471,4943	668.885,6813	121,607
47	EST4	8.786.471,1636	668.887,0087	122,433
48	EST4	8.786.470,9572	668.887,8363	123,376
49	EST4	8.786.470,3994	668.890,0749	123,038
5	EST00	8.786.544,3348	668.921,6638	130,361
50	EST4	8.786.469,3334	668.894,3521	123,142
51	EST4	8.786.468,3786	668.898,1839	123,340
52	EST5	8.786.453,8213	668.874,1730	120,943
53	EST5	8.786.454,1786	668.872,8318	122,531
54	EST5	8.786.454,6622	668.871,0161	122,255
55	EST5	8.786.455,8121	668.866,6997	121,812
56	EST5	8.786.457,6262	668.859,8891	121,108
57	EST5	8.786.452,1739	668.880,3574	121,004
58	EST5	8.786.451,3011	668.883,6342	123,412
59	EST5	8.786.450,2288	668.887,6598	123,509
6	EST00	8.786.550,5631	668.899,0218	124,119

Nome	Descrição	Norte	Este	Cota
60	EST5	8.786.449,4361	668.890,6360	123,828
61	EST5	8.786.448,9822	668.892,3406	124,038
62	EST5	8.786.448,4560	668.894,4337	123,992
63	EST6	8.786.434,6817	668.868,7680	120,388
64	EST6	8.786.435,1023	668.867,3053	122,364
65	EST6	8.786.435,7466	668.865,0651	123,185
66	EST6	8.786.437,6040	668.858,6069	120,666
67	EST6	8.786.438,6949	668.854,8126	120,639
68	EST6	8.786.432,8846	668.875,0167	120,263
69	EST6	8.786.432,6803	668.875,7269	121,083
7	EST00	8.786.550,4620	668.898,1489	124,249
70	EST6	8.786.432,2978	668.877,0570	123,591
71	EST6	8.786.431,7774	668.878,8667	123,724
72	EST6	8.786.431,0871	668.881,2674	123,774
73	EST6	8.786.429,6886	668.886,5222	123,762
74	EST7	8.786.415,6050	668.863,0811	119,694
75	EST7	8.786.416,0706	668.861,5232	121,740
76	EST7	8.786.416,6416	668.859,6127	121,604
77	EST7	8.786.417,8182	668.855,6800	121,261
78	EST7	8.786.420,1914	668.847,7432	120,229
79	EST7	8.786.411,5363	668.877,9163	121,004
8	EST00	8.786.551,9405	668.892,5823	123,741
80	EST7	8.786.413,8216	668.869,3975	119,675
81	EST7	8.786.413,2419	668.870,9865	121,789
82	EST7	8.786.412,4765	668.873,4055	121,785
83	EST7	8.786.410,8710	668.880,9602	121,079
84	EST8	8.786.396,5492	668.857,1493	119,124
85	EST8	8.786.396,8369	668.856,2010	120,171
86	EST8	8.786.397,4935	668.854,0364	119,945
87	EST8	8.786.399,7456	668.846,6114	119,503
88	EST8	8.786.401,3257	668.841,4029	119,074
89	EST8	8.786.394,0077	668.865,5284	120,204
9	EST00	8.786.552,2381	668.891,5903	123,085
90	EST8	8.786.394,4783	668.863,9751	119,203
91	EST8	8.786.393,2338	668.868,0691	120,379
92	EST8	8.786.391,9167	668.872,4212	120,530
93	EST8	8.786.390,5562	668.876,9064	120,541
94	EST9	8.786.375,2793	668.858,5506	118,445
95	EST9	8.786.374,7471	668.860,3161	119,531
96	EST9	8.786.374,1382	668.862,3364	119,773
97	EST9	8.786.372,9841	668.866,1652	119,832

Nome	Descrição	Norte	Este	Cota
98	EST9	8.786.371,1237	668.872,3369	119,983
99	EST9	8.786.377,3790	668.851,5842	118,133
E1		8.786.226,3197	668.791,1883	113,249
E2		8.786.299,0000	668.834,0000	115,397
EST00		8.786.549,4946	668.902,9055	124,388
EST1		8.786.530,1590	668.897,8919	123,603
EST10		8.786.357,4736	668.848,5079	117,703
EST11		8.786.338,2658	668.842,9224	116,977
EST12		8.786.318,8857	668.838,0528	116,064
EST13		8.786.299,7534	668.832,2516	115,324
EST14		8.786.281,7304	668.823,5491	114,608
EST15		8.786.264,3185	668.813,7539	113,651
EST16		8.786.246,7886	668.804,1268	113,389
EST17		8.786.228,9000	668.795,1447	113,394
EST18		8.786.211,4094	668.785,5643	113,606
EST19		8.786.193,8329	668.775,9681	113,948
EST2		8.786.510,9333	668.892,5483	123,026
EST20		8.786.176,2954	668.766,3902	114,271
EST21		8.786.158,8218	668.756,7004	114,711
EST22		8.786.141,3230	668.747,0975	115,475
EST23		8.786.123,8738	668.737,4112	116,604
EST24		8.786.106,4989	668.727,5848	118,058
EST25		8.786.089,2729	668.717,5933	119,398
EST26		8.786.072,0117	668.707,5857	120,708
EST27		8.786.054,6153	668.697,8773	122,107
EST28		8.786.037,3194	668.687,9418	123,415
EST29		8.786.020,0434	668.677,9877	124,613
EST3		8.786.491,6914	668.887,1789	122,402
EST30		8.786.002,6377	668.668,2734	125,937
EST4		8.786.472,3236	668.882,3530	121,935
EST5		8.786.453,0125	668.877,2092	121,343
EST6		8.786.433,8398	668.871,6954	120,656
EST7		8.786.414,7370	668.865,9852	120,031
EST8		8.786.395,6273	668.860,1886	119,439
EST9		8.786.376,5213	668.854,4297	118,538

---

---

**ANEXO 02 – RELATÓRIO GEODÉSICO**

---

**RW** – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza –  
[rwconsultores@secel.com.br](mailto:rwconsultores@secel.com.br); [wconsultores1343@gmail.com](mailto:wconsultores1343@gmail.com)

Estação :	326U	Nome da Estação :	326U	Tipo :	Referência de Nível - RN
Município :	ITAPORANGA D'AJUDA			UF :	SE
Última Visita:	13/07/2009	Situação Marco Principal :	NÃO ENCONTRADO	Última Atualização :	30/07/2018

DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	10° 58' 32" S	Altitude Normal(m)	113,1919	Gravidade(mGal)	
Longitude	37° 27' 22" W	Fonte	Nivelamento Geométrico	Datum	
Fonte	Carta 1:100000	Sigma Altitude(m)	0,086	Data Medição	
Origem	Transformada	Datum	Imbituba	Data Cálculo	
Datum	SIRGAS2000	Data Medição	07/08/1956		
Data Medição	07/08/1956	Data Cálculo	30/07/2018		
Data Cálculo		Número Geopotencial (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	1.107,246		
Sigma Latitude(m)					
Sigma Longitude(m)					
UTM(N)	8.786.291				
UTM(E)	668.693				
MC	-39				

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2018 - REALT 2018 2ª edição disponível em : <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101666.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em : [ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_sobre\\_posicionamento\\_geodesico/rede\\_planialtimetrica/relatorio/rel\\_sirgas2000.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatorio/rel_sirgas2000.pdf)
- Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2015 disponível em : <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie/10855-modelo-de-ondulacao-geoidal.html>
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015 disponível em : [ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos\\_e\\_outros\\_documentos\\_de\\_referencia/normas/rpr\\_01\\_2015\\_sirgas2000.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf)

### Localização

Trecho: Salgado - Itaporanga D'Ajuda

No lado esquerdo do pontilhão de concreto e madeira sobre o Riacho Queimadas, divisa entre os municípios de Salgado e Itaporanga D'Ajuda; 5,9 km além do entroncamento para Lagarto.

### Descrição

Chapa padrão IBGE.

---

---

**ANEXO 03 – PERFIS DE SONDAGEM**

---

---

---

**RW** – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza –  
[rwconsultores@secrel.com.br](mailto:rwconsultores@secrel.com.br); [wconsultores1343@gmail.com](mailto:wconsultores1343@gmail.com)

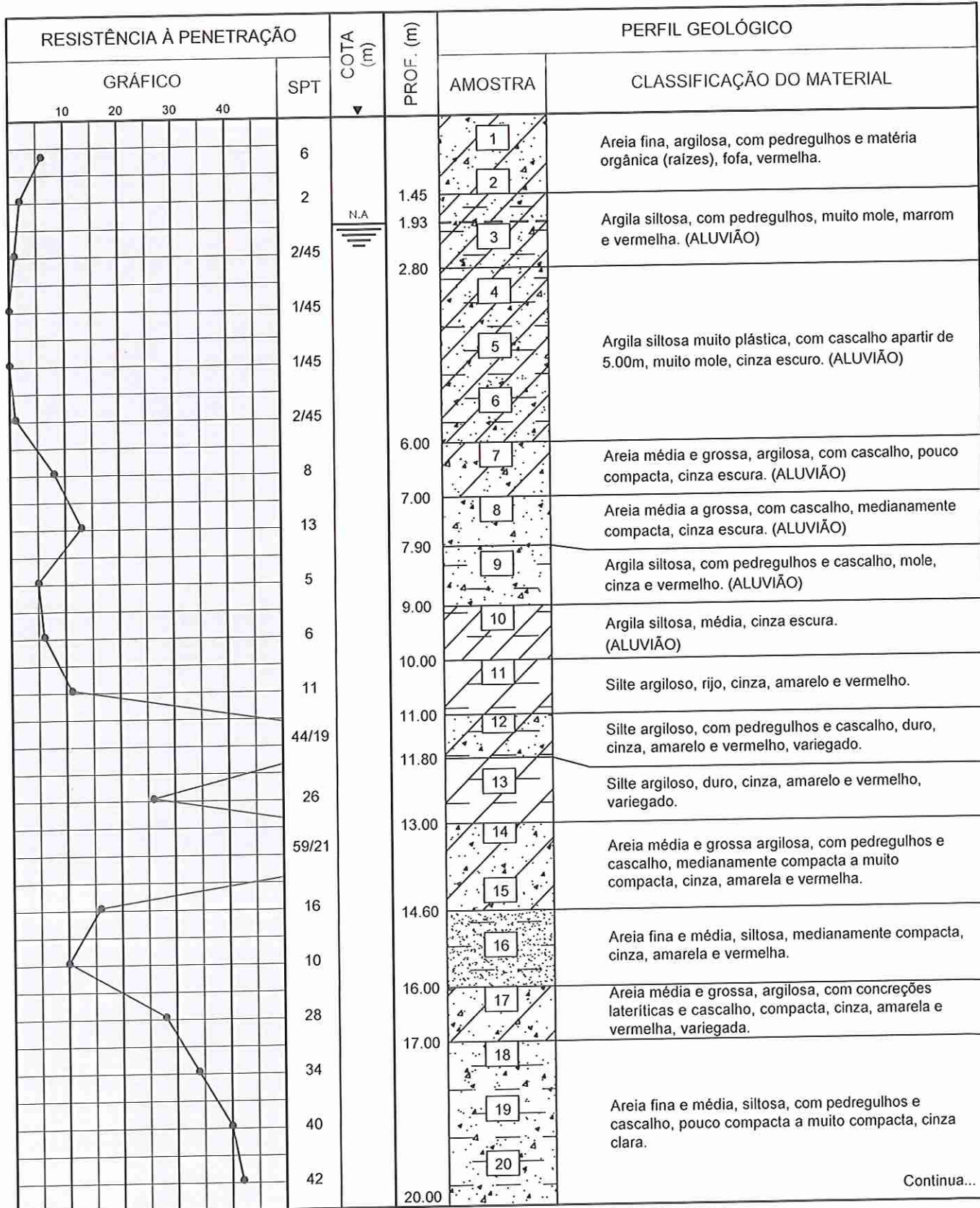
# PERFIL DE SONDAGEM SP-01

COORDENADAS - (UTM)

E- 0668794 | N- 8786214

AMOSTRADOR PADRÃO - SPT	
Ø EXTERNO - 50,8 mm	MARTELO 65 Kg
Ø INTERNO 34,9 mm	QUEDA 75 cm

PROCESSO EXECUTIVO	
A TRADO ATÉ 1.96 m	LAVAGEM - 8.20 m À 24.73 m
REVESTIDO DE 1.96 m À 8.20 m	



**LEGENDA**

1 Nº DA AMOSTRA

NA NÍVEL D'ÁGUA

IMPENETRÁVEL

Cliente: RW ENGENHEIROS CONSULTORES S/S

Obra: PONTE RIACHO QUEBRADO 02 Local: ITAPORANGA - SE

DATA 19/07/2019 SONDAGEM SP - 01 ESC. - 1:100

DESENHO 02

ENGENHEIROS CONSULTORES S/S

# PERFIL DE SONDAGEM SP-01

COORDENADAS - (UTM)

E- 0668794 | N- 8786214

AMOSTRADOR PADRÃO - SPT	
Ø EXTERNO - 50,8 mm	MARTELO 65 Kg
Ø INTERNO 34,9 mm	QUEDA 75 cm

PROCESSO EXECUTIVO	
A TRADO ATÉ 1.96 m	LAVAGEM - 8.20 m À 24.73 m
REVESTIDO DE 1.96 m À 8.20 m	

RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO		COTA (m)	PROF. (m)	PERFIL GEOLÓGICO	
GRÁFICO	SPT			AMOSTRA	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
	6	20.00	20.00	21	Areia fina e média, siltosa, com pedregulhos e cascalho, pouco compacta a muito compacta, cinza clara.
	23	20.80	20.80	22	Silte argiloso, duro, cinza claro.
	26			23	
	23			24	
	32	23.80	23.80	25	Areia média e grossa, com cascalho, compacta, cinza clara.
		24.73		(*)	

OBS.:

1) (\*) Impenetrável ao trépano de lavagem.

(\*) ENSAIO DE LAVAGEM

ESTAGIO	TEMPO (min)	AVANÇO DO TRÉPANO (cm)
1'	10	1
2'	10	1
3'	10	1

### LEGENDA

- 1 N° DA AMOSTRA
- NÍVEL D'ÁGUA
- IMPENETRÁVEL

Cliente: RW ENGENHEIROS CONSULTORES S/S

Obra: PONTE RIACHO QUEBRADO 02 Local: ITAPORANGA - SE

DATA 19/07/2019

SONDAGEM SP - 01

ESC. - 1:100

DESENHO 03

VISTO



ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



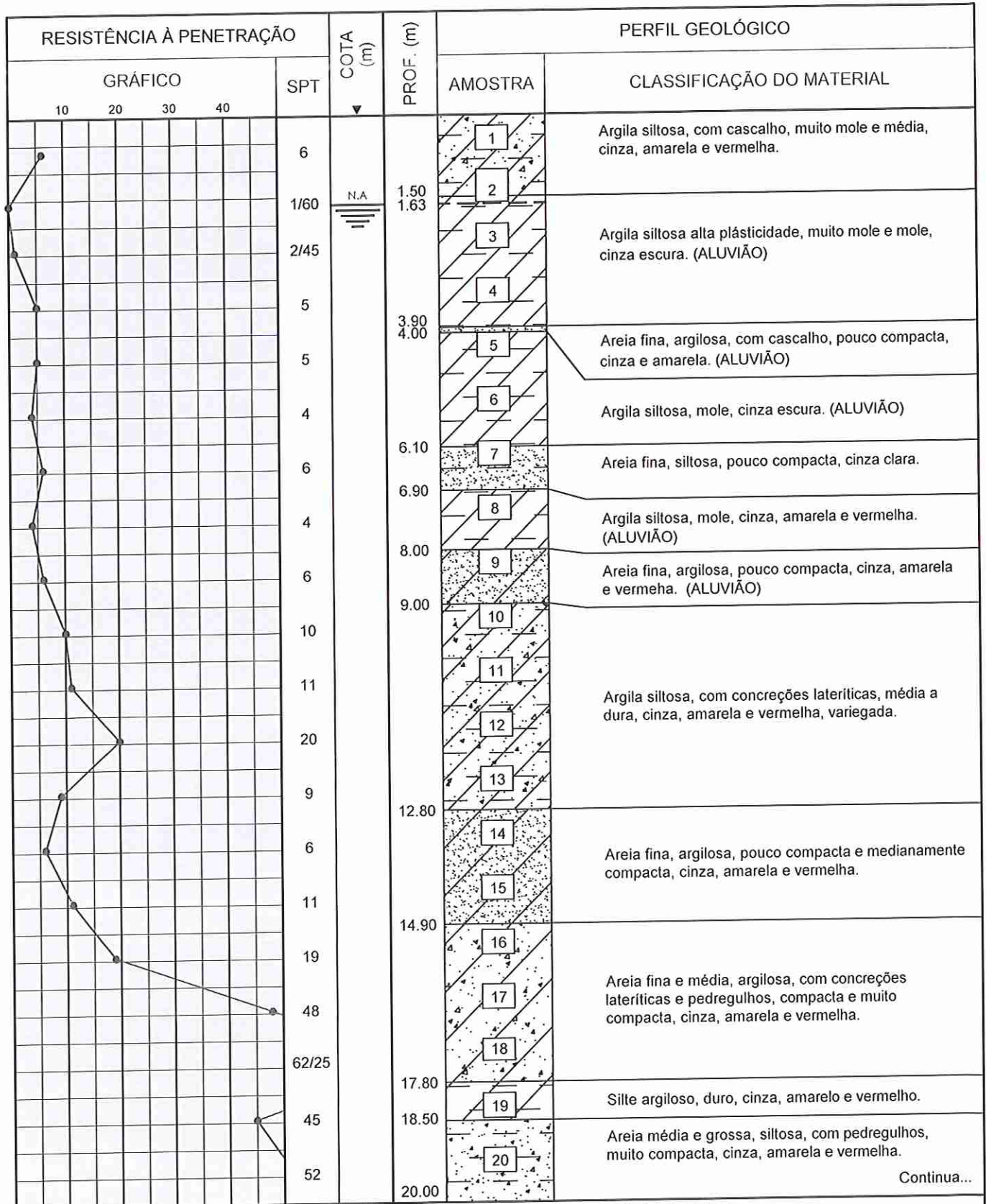
# PERFIL DE SONDAGEM SP-02

COORDENADAS - (UTM)

E- 0668790 | N- 8786217

AMOSTRADOR PADRÃO - SPT	
Ø EXTERNO - 50,8 mm	MARTELO 65 Kg
Ø INTERNO 34,9 mm	QUEDA 75 cm

PROCESSO EXECUTIVO	
A TRADO ATÉ 1.63 m	LAVAGEM - 3.72 m À 20.00 m
REVESTIDO DE 1.63 m À 3.72 m	



**LEGENDA**

	Nº DA AMOSTRA
	NÍVEL D'ÁGUA
	IMPENETRÁVEL

Ciente: RW ENGENHEIROS CONSULTORES S/S

Obra: PONTE RIACHO QUEBRADO 02 Local: ITAPORANGA - SE

DATA 24/07/2019	SONDAGEM SP - 02	ESC. - 1:100
-----------------	------------------	--------------

DESENHO 04

VISTO



---

---

**ANEXO 05– DOCUMENTARIO FOTOGRÁFICO**

---

---

---

**RW** – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza –  
[rwconsultores@secrel.com.br](mailto:rwconsultores@secrel.com.br); [wconsultores1343@gmail.com](mailto:wconsultores1343@gmail.com)





Levantamento topográfico sendo realizado, transporte de coordenadas a partir do RN do IBGE



Vista da ponte existente em péssimas condições.



Vista do areal de rio várzea barris



Levantamento das seções transversais



Levantamento das seções transversais.



Área do empréstimo





Levantamento das seções transversais



Levantamento das seções transversais



Marco implantado MRW-2



Marco MRW-1



Vista do segmento em revestimento primário



Marco MRW-1

---

---

**ANEXO 06 - CANTEIRO DE OBRA**

---

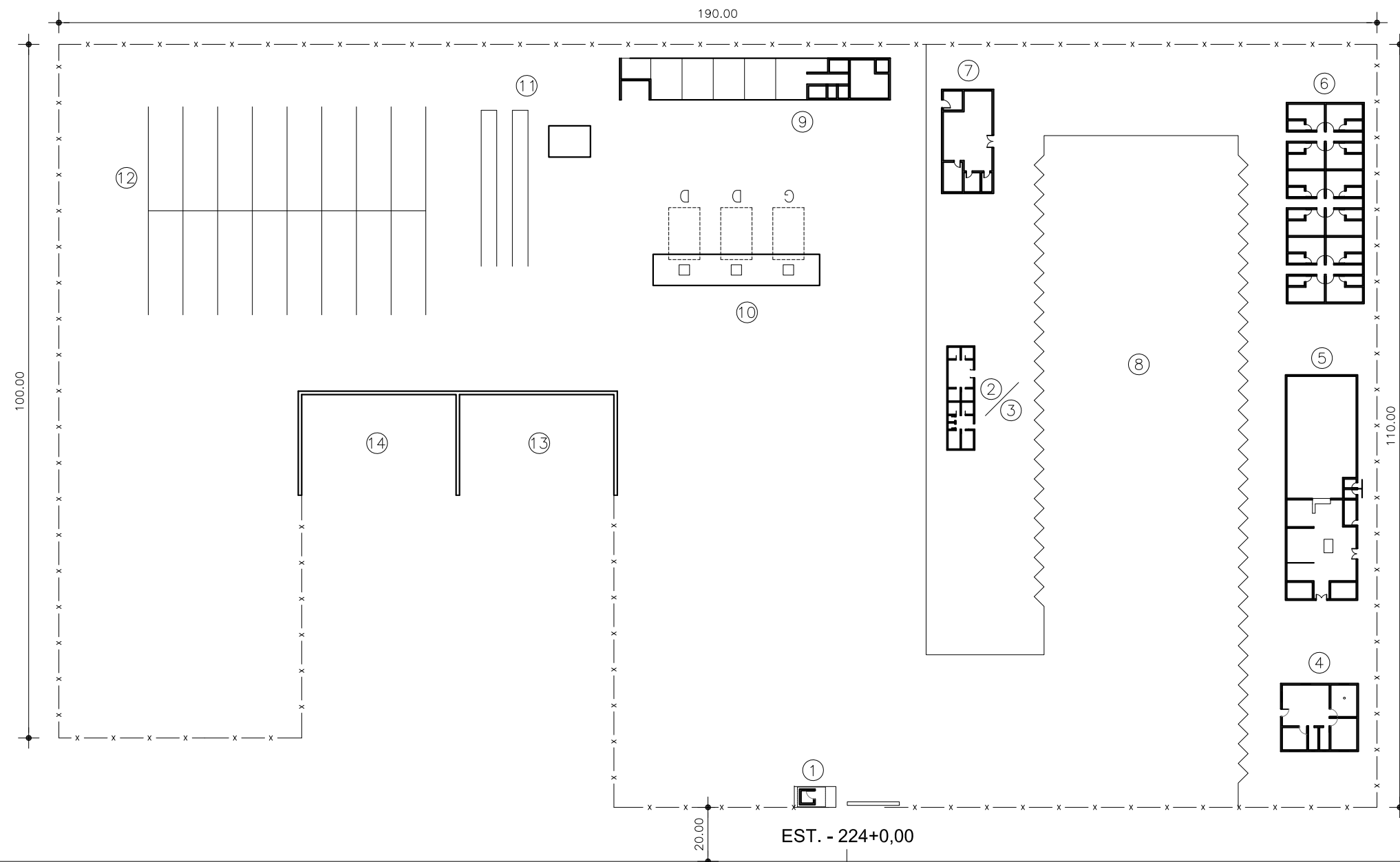
---

---



**RW** – ENGENHEIROS CONSULTORES S/S



CNPJ 04072015/0001-16 / Fone: (85) 3226.5103 - Fortaleza –  
[rwconsultores@secel.com.br](mailto:rwconsultores@secel.com.br); [wconsultores1343@gmail.com](mailto:wconsultores1343@gmail.com)

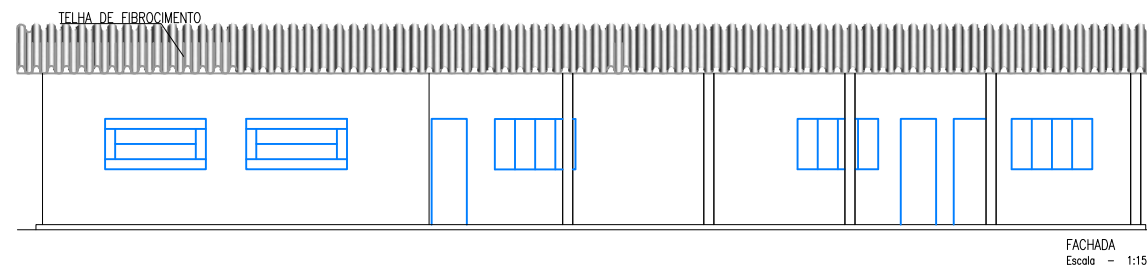
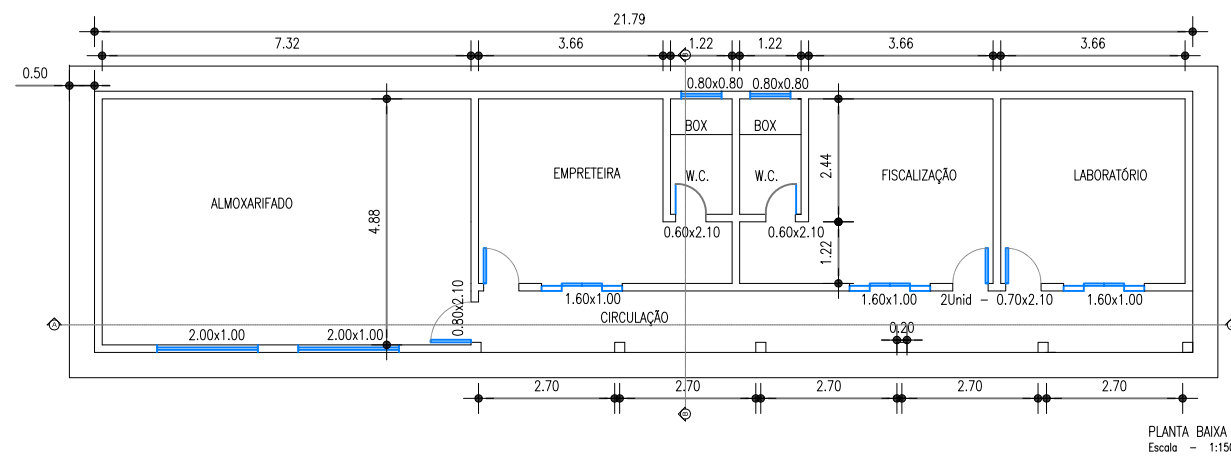
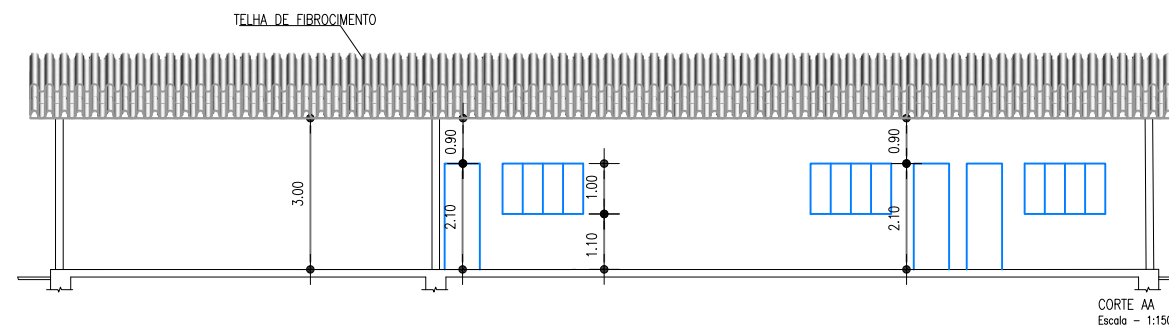
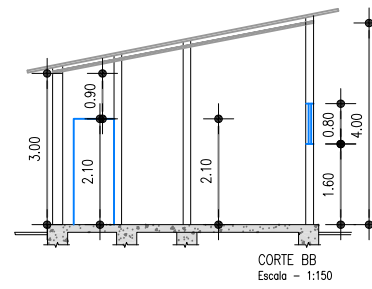




- ① Portaria - 2,25m<sup>2</sup>
- ② Escritório de Fiscalização
- ③ Escritório da Construtora - 106,00m<sup>2</sup> - A-05
- ④ Ambulatório/Segurança - 56,00m<sup>2</sup>
- ⑤ Refeitório - 100m<sup>2</sup>
- ⑥ Alojamento - 120,00m<sup>2</sup>
- ⑦ Laboratório - 50,00m<sup>2</sup>
- ⑧ Estacionamento
- ⑨ Oficina/Depósito - 250,00m<sup>2</sup>
- ⑩ Abastecimento - 48,00m<sup>2</sup>
- ⑪ Lavagem e Lubrificação - 12,00m<sup>2</sup>
- ⑫ Pátio de Máquinas/Caminhões
- ⑬ Depósito de Areia - 322,63m<sup>2</sup>
- ⑭ Depósito de Brita - 322,63m<sup>2</sup>

	GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE DEPARTAMENTO ESTADUAL DA INFRAESTRUTURA RODoviÁRIA DE SERGIPE - DER-SE		RODOVIA : SE(265) / SE(270) TRECHO : MOITA FORMOSA/SALGADO	
	<b>PROJETO EXECUTIVO</b>			
	<b>CANTEIRO DE OBRA</b>			
	ESCALA: SEM ESCALA	DATA: JULHO/2021	CONTRATO: PJ-005/20201	PRANCHA: CANT-01



BARRACÃO TIPO A-05



	GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE DEPARTAMENTO ESTADUAL DA INFRAESTRUTURA RODoviÁRIA DE SERGIPE - DER-SE		RODOVIA : SE(265) / SE(270) TRECHO : MOITA FORMOSA/SALGADO	
	PROJETO EXECUTIVO			
	BARRACÕES TIPO - A-05			
	ESCALA: SEM ESCALA	DATA: JULHO/2021	CONTRATO: PJ-005/20201	PRANCHA: CANT-02