

Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia

GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Aquiraz - CE

Projeto Básico do Sistema de Abastecimento de Água do Porto das Dunas para execução do Remanescente de Obra, e Reexecução de Adutora e Redes do SAA ao longo da CE-025, na Região do Porto das Dunas

VOLUME I
Relatório Técnico

Cagece

DEZEMBRO/2021



EQUIPE TÉCNICA DA GPROJ – Gerência de Projetos
Produto: Projeto Básico para Reexecução de Adutora e
Redes SAA na Região do Porto das Dunas

Gerente de Projetos de Engenharia

Eng^a. Raul Marchesi de Camargo Neves

Coordenação de Projetos Técnicos

Eng^a. Jorge Humberto Leal de Saboia

Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio

Eng^o. Antônio Agnaldo Araújo Mendes

Coordenação de Custos e Orçamentos de Obras

Eng^o. Humberto Oliveira Pontes Nunes

Engenheiro Projetista

Eng^o. Wellington Santiago Lopes

Desenhos

João Maurício e Silva Neto

Paulo Helano Pinheiro Veras

Topografia

Wilker da Silva Bezerra

Luis Monteiro Vieira

Carlos Ernesto Ataíde Leite

Marcos da Silva Andrade

Elvileno Gomes da Silva

César Antônio de Sousa

Regina Célia Brito da Silva

José Ribamar Elias de Sousa



Edição Final

Rafaela da Costa Viana

Patrícia Rodrigues da Silva

Colaboração

Ana Beatriz de Oliveira Montezuma

Gleiciane Cavalcante Gomes

Arquivo Técnico

Patrícia Santos Silva

I – APRESENTAÇÃO

O presente documento consiste no **Projeto Básico do Sistema de Abastecimento de Água do Porto das Dunas para execução do Remanescente de Obra, e Reexecução de Adutora e Redes do SAA ao longo da CE-025, na Região do Porto das Dunas – Aquiraz-CE.**

A rede de distribuição de água tratada e adutora do Porto das Dunas foram redimensionadas em virtude da necessidade de reexecução parcial das mesmas, decorrentes de avarias provenientes das obras de duplicação da CE-025. A solicitação de Estudo Técnico para solução do problema acima abordado foi realizada através do processo nº 0873.000388-97.

O presente documento também contempla a relocação da Estação Elevatória – EEAT, parte integrante do projeto do Sistema de Abastecimento de Água tratado do Porto das Dunas. A readequação teve como projeto primitivo a Reformulação do Projeto Executivo do Sistema de Abastecimento de Água realizado pela empresa KL Serviços de Engenharia S.A. em julho de 2012, em resposta à requisição feita através do processo nº 0773.000083/2015-82.

A mudança de localização da Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT foi motivada pela inviabilidade de expropriação do terreno localizado às margens da CE-025, nas proximidades do cruzamento com a rua Sorocaba. Diante deste cenário, uma nova área foi escolhida e apresentada para elaboração de estudos técnicos, conforme processo nº 0766.000968/2020-10, e MD 75/2020.

A relocação da EEAT, por se tratar de uma nova área com características topográficas e geotécnicas diferentes da área anterior, bem como de novos padrões vigentes na Companhia, impôs a necessidade de uma completa reformulação do projeto da elevatória, mesmo mantidas a concepção do tipo de elevatória e a distribuição dos conjuntos motobombas conforme projeto inicial.

Este documento é parte integrante do seguinte conjunto de volumes:

- **Volume I – Relatório Técnico**
- Volume II – Peças Gráficas
 - Tomo I
 - Tomo II
 - Tomo III
- Volume III – Projeto Elétrico e de Automação
- Volume IV – Geotecnia
- Volume V – Projeto Estrutural

II – SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	9
2	ESTUDO POPULACIONAL E DE DEMANDA.....	12
3	PROJETO PROPOSTO	14
	3.1 CONFIGURAÇÃO GERAL	14
	3.2 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA.....	14
	3.3 ADUTORA	17
	3.4 TRAVESSIA DA CE-010	19
	3.5 TRAVESSIA DA CE-025	20
	3.6 TRANSIENTE HIDRÁULICO	23
	3.7 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA	23
	3.8 REDE COLETORA DE ESGOTO	23
4	ANEXOS.....	25
	4.1 RELATÓRIO SOBRE O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS – AQUIRAZ–CE	26
	4.2 INTERFERÊNCIAS COM A DUPLICAÇÃO DA CE-025 – CTR 041/2016 – SETUR – CAGECE	27
	4.3 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DA ADUTORA – CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA PELA FÓRMULA UNIVERSAL	28
	4.4 DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – 1ª E 2ª ETAPAS	28
	4.5 ESTUDOS DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS.....	29
	4.6 PROJETO PRIMITIVO ELABORADO PELA KL ENGENHARIA	30
5	ART	236



Ficha Técnica

III – FICHA TÉCNICA – SAA

Informações do Projeto

Projeto		
PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO PORTO DAS DUNAS PARA EXECUÇÃO DO REMANESCENTE DE OBRA, E REEXECUÇÃO DE ADUTORA E REDES DO SAA AO LONGO DA CE-025, NA REGIÃO DO PORTO DAS DUNAS – AQUIRAZ-CE		
Responsável Técnico		Programa
WELLINGTON SANTIAGO LOPES		-
Município	Localidade	Data de elaboração do Projeto/ Data da Readequação
AQUIRAZ	PORTO DAS DUNAS	SETEMBRO/2015 - SETEMBRO/2020

População

Etapa	Ano	População Total (hab)	População Atendida (hab)	% Atendimento
Implantação	2006	12.503	12.503	100
1ª	2016	31.581	31.581	100
2ª	2026	51.525	51.525	100

Vazões de Projeto

Etapa	VAZÃO (L/s)			VAZÃO (m³/h)		
	Média	Máxima Diária	Máxima Horária	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
1ª	168,75	186,35	239,15	607,51	670,87	860,93
2ª	226,43	255,56	342,97	815,15	920,03	1.234,68


 Eng.º Wellington Santiago Lopes
 CREA: 0604538576
 GPROJ - CAGECE

Unidades do Projeto do SAA

Unidade do Projeto	Características
EEAT e RAP	Estação Elevatória de Água tratada (a ser executada) – Arranjo: 3A +1R - Vazão Unitária=69,90 – AMT=101,45mca – Pot.=175cv. – Reservatório Apoiado V=2772m3
Rede de Distribuição	6 m em PVC DEFoFo DN 500mm
	30 m em PVC DEFoFo DN 400mm
	6 m em PVC DEFoFo DN 300mm
	3240,28m em PVC DeFoFo DN 200mm (Ramal Mandara Kauai)
	1232 m em PVC DEFoFo DN 150mm
	442 m em PVC PBA CL 12 DN 100mm
	1792 m em PVC PBA CL 12 DN 75mm
	2691,3 m em PVC PBA CL 12 DN 50mm
Adutora de Água Tratada	A executar:
	2.015,75 m em FoFo K-7 (a ser executado)
	3.300 m em PEAD PN 12,5 (a ser executado)
	2.000 m em PEAD PN 16 (a ser executado)
Ligações Prediais	889 (a executar)



Considerações

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para melhorar as condições sanitárias na localidade do Porto das Dunas, no município de Aquiraz – CE, a Secretaria de Turismo do Ceará (SETUR) contratou a execução das obras de ampliação e implantação do sistema de saneamento básico do Porto das Dunas.

Os projetos executivos dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário do Porto das Dunas foram originalmente elaborados pela empresa MPI Construções Ltda., conforme o Contrato nº 141/2006-PROJU-CAGECE, celebrado entre a MPI e a CAGECE, no dia 28 de junho de 2006. No entanto, após a avaliação desses projetos, foram apontados diversos elementos que precisariam de revisão, a critério da SETUR. Com isso, a SETUR solicitou a reformulação dos projetos, de modo a melhorar as concepções originalmente propostas e a atender às condições atuais observadas em campo.

Finalizados os projetos, a obra fora executada pela empresa Mendes Júnior Trading Engenharia S.A., mediante o contrato nº 10/2011-SETUR, sem a conclusão da mesma.

De modo a garantir a implantação do sistema e alcançar seus respectivos objetivos, a SETUR solicitou à Cagece uma nova adequação do projeto, para dar entrada em um processo de relicitação da obra.

Neste processo de adequação, elaborado pela Cagece no ano de 2015, é importante ressaltar os seguintes pontos:

I. Foram mantidos concepção, memorial descritivo e justificativa do projeto da empresa KL, uma vez que este projeto já está aprovado pela própria CAGECE; conseqüentemente, para objeto de contratação da obra, mantém-se a assinatura de responsabilidade técnica do projetista da KL.

II. A revisão se baseou em uma comparação dos serviços executados pela construtora Mendes Júnior – tomando como base as plantas iluminadas fornecidas no processo nº 0773.000083/2015-82 – e no que fora previsto em projeto pela KL, além de uma visita técnica realizada em 09/09/2015, para a avaliação do estado da estação de tratamento de esgoto, das estações elevatórias (água e esgoto), da caixa de transição e do reservatório elevado, a qual gerou um relatório fotográfico constante no Anexo I.

O presente estudo consiste no **Projeto Básico do Sistema de Abastecimento de Água do Porto das Dunas para execução do Remanescente de Obra, e Reexecução de Adutora e Redes do SAA ao longo da CE-025, na Região do Porto das Dunas – Aquiraz-CE**, o qual

decorre das obras de implantação da duplicação da CE-025, as quais interferiram intensamente nas obras de adutora e redes de abastecimento água e coletora de esgoto já implantadas, ver processo **0873.000388-97** anexo ao presente relatório, elaborado pela Gerência de Obras da Cagece, no qual explana e ratifica a necessidade de reexecução do trechos avariados.

A concepção de projeto, elaborado pela KL e mantida na readequação de 2015 procedida pela Cagece, permanece vigente, excetuando-se no que se refere ao traçado da adutora, mais especificamente entre a estaca 218 e o reservatório elevado de distribuição, já implantado no Porto das Dunas. O Projeto elaborado pela empresa KL encontra-se como anexo do presente Memorial Descritivo, dado que toda a concepção e critérios de projeto foram mantidos.

O presente estudo traz o cálculo da adutora, bem como todas as verificações de dimensionamento da Estação Elevatória de Água Tratada e Sistema de Proteção aos Transientes Hidráulicos, de forma a viabilizar a implantação da adutora (trecho entre a est. 218 e o reservatório elevado), conforme traçado alternativo apresentado em projeto.



Eng.º Wellington Santiago Lopes
CREA: 0604539576
OPROJ - CAGECE



**Estudo Populacional e de
Demanda**

2 ESTUDO POPULACIONAL E DE DEMANDA

Os estudos de projeção populacional, consumo per capita, e cálculos de demandas foram mantidos conforme projeto da empresa KL (ver projeto em anexo).



Projeto Proposto

3 PROJETO PROPOSTO

3.1 Configuração Geral

A Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT) do Porto das Dunas tem a função de gerar energia suficiente para recalcar água do seu Reservatório Semienterrado (RSE) para o Reservatório Elevado de Distribuição (REL).

A EEAT fará a sucção em um Reservatório Semienterrado (SER), que, por sua vez, será alimentado pelo sistema adutor de Messejana, parte integrante do macrossistema de distribuição de água tratada de Fortaleza.

Partindo do RSE, segue tubulação de sucção até a casa de bombas, onde a água será recalçada pela Adutora de Água Tratada até o REL, com capacidade de reservação de 300m³, já executado no Porto das Dunas.

O presente projeto mantém toda a concepção de sistema concebida pela KL e considera as seguintes implantações no que se refere à obra:

- Execução do remanescente do Contrato rescindido junto à Construtora Elevação;
- Execução de adutora conforme projeto;
- Execução rede de distribuição de água tratada ao longo da CE-025, mas fora da via pavimentada;
- Execução de duas VRP's conforme projeto da KL. As duas VRP's devem receber a mesma calibração, e devem ser configuradas para que na saída das válvulas a pressão seja de 18mca;
- Execução de Estação elevatória de água tratada e reservatório apoiado;

Salienta-se que todas as projeções populacionais, os cálculos de demanda e as vazões do projeto aprovado pela empresa KL continuam vigentes.

3.2 Estação Elevatória de Água Tratada

A Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT, por diversas dificuldades enfrentadas no processo de desapropriação, será executada em uma nova área, com características topográficas distintas

da área inicial. Apesar deste equipamento não integrar o presente projeto, o dimensionamento da referida estação elevatória, assim como o cálculo dos transientes hidráulicos, tem impacto direto na definição da classe de pressão dos tubos a serem utilizados da adutora.

A modulação adotada para estação elevatória permitiu que os conjuntos motobombas tivessem características muito semelhantes. Desta forma, optou-se por instalar em todas as etapas, equipamentos dimensionados para final de plano. Ou seja, na primeira etapa, conforme projeto, serão instaladas quatro bombas, sendo que com as características do equipamento escolhido para a segunda etapa. Desta forma, quando da implantação da segunda etapa se fará necessária apenas a aquisição de mais um equipamento, e não a substituição de todos os conjuntos elevatórios.

Além dos ajustes necessários para implantação da EEAT em uma nova área, foram necessárias intervenções de forma a ajustar o projeto às Normas Técnicas vigentes na Companhia, bem como às demandas operacionais. A seguir, são listadas e comentadas as principais intervenções:

1. Altura da casa de bombas (pé direito) – A altura da casa de bombas, conforme projeto inicial, não permitiria a passagem de um conjunto motobomba sobre os demais, em caso de manutenção. Este tipo de configuração, além de dificultar a manutenção do sistema, provoca paradas prolongadas quando estas forem necessárias. O projeto readequado, considerando um pé direito maior, possibilita a retirada de qualquer um dos equipamentos instalados, permitindo manter o sistema em funcionamento com as demais unidades que permanecerem operacionais.
2. Conjuntos motobombas – Estes equipamentos foram redimensionados em vidade das alterações de desnível geométrico e da extensão total da adutora, ambos decorrentes da nova localização da EEAT (memória de cálculo em anexo).
3. Instalação dos conjuntos motobombas – A configuração apresentada no projeto inicial faz com que as sucções das bombas, quando o reservatório apoiado se aproxima do nível mínimo operacional, não estejam afogadas. Este tipo de configuração exige a instalação de uma válvula de pé na sucção, e na falha desta, a bomba é acionada em seco e possibilita a quebra do equipamento. Conforme Norma Interna da Companhia, todas as instalações elevatórias devem considerar que os conjuntos elevatórios não necessitem de escorva, ou seja, estejam afogados. O projeto readequado apresenta uma redução na cota de instalação dos conjuntos motobombas, possibilitando a escorva gravitária, mesmo o reservatório se encontrando em seu nível mínimo operacional.

4. Ponte Rolante – O projeto inicialmente concebido previa a instalação de uma monovia para movimentação de carga. Este tipo de equipamento permite a movimentação apenas em dois eixos, içamento (movimento na vertical), e deslocamento horizontal em uma única trajetória. A Estação Elevatória de Água Tratada do Porto das Dunas será provida de equipamentos de médio porte, os quais demandam a instalação de um dispositivo de movimentação de carga que permita o deslocamento em três eixos. Só a título ilustrativo, apenas um dos motores elétricos a serem instalados, tem massa superior a 1 ton. Portanto, é imprescindível que a movimentação de carga se dê através de uma ponte rolante, pois esta permite “pescar” qualquer dispositivo da unidade elevatória na posição em que se encontrar, e transportá-lo ao local desejado.
5. Abrigo dos Quadros de Comando – Consultando o projeto de instalações elétrica, constata-se que havia a previsão de instalação dos quadros de acionamento dos conjuntos motobombas no mesmo ambiente onde se encontram as instalações hidráulicas, o que não é recomendável, e vedado em norma interna da Companhia. Diante disto, projetou-se uma sala específica, anexa aos abrigos dos conjuntos motobombas, para acondicionamento dos quadros de comando.

Drenagem do Extravasador do Reservatório Apoiado (RAP) – A nova localização do conjunto composto por EEAT e Reservatório Apoiado (RAP), demanda, dada a topografia local e a disposição dos drenos naturais e sistema de drenagem existente, a implantação de uma galeria de drenagem com 205 m de extensão e DN500 mm. O referido sistema de drenagem será executado através de tubo corrugado em PEAD. O sistema de drenagem concebido terá como destino uma boca-de-lobo do sistema de drenagem da CE-010.

O dimensionamento completo da referida estação elevatória, bem como o cálculo dos transientes hidráulicos, são apresentados em anexo. A seguir, o resumo dos resultados do dimensionamento e principais características da EEAT readequada:

1ª Etapa

- Tipo de bomba centrífuga
- Número de bombas..... 3 + 1 reserva
- Vazão por bomba 62,12 L/s
- Vazão total 186,35 L/s
- Altura manométrica 91,45 m

- Potência nominal por bomba..... 175 CV
- Rotação 1.750 rpm

▪ **2ª Etapa**

- Tipo de bomba centrífuga
- Número de bombas..... 4 + 1 reserva
- Vazão por bomba63,89 L/s
- Vazão total255,56 L/s
- Altura manométrica 101,45 m
- Potência nominal por bomba..... 175 CV
- Rotação 1.750 rpm

3.3 Adutora

Em virtude da duplicação da CE-025, grande parte da adutora em PRFV DN500 PN-16, para atendimento do Porto das Dunas, foi danificada e deve ser reexecutada.

O dimensionamento da Adutora de Água Tratada do Porto das Dunas está apresentado em detalhes nos anexos do presente relatório, já considerando o incremento de extensão proveniente do desvio de traçado a partir da estaca 218 (ver peças gráficas) e a localização da nova EEAT.

A reexecução da adutora avariada ao longo da CE-025 será em tubo PEAD, conforme decisão da direção da Companhia. Visando otimizar o uso da tubulação em PEAD, o trecho de adutora a ser reexecutada foi estratificado em duas classes de pressão, PN-12.5 e PN-16, conforme dimensionamento hidráulico e cálculo de transientes.

A tubulação em PEAD adotada terá diâmetro externo de 630mm. Esta tubulação, considerando a classe de pressão PN-16, tem diâmetro interno igual a 515,6mm, o que equivale hidraulicamente ao tubo DN500 em PRFV, que apresenta diâmetro interno de 515mm.

Os principais motivos que levaram a cagece a dispensar o trecho de adutora a partir da estaca 218, como demonstrado no processo 0873.000388-2020-97, anexo ao presente relatório técnico, são os que se seguem:

- Vários trechos de adutora foram danificados durante a execução da duplicação da CE-025, e estes não foram imediatamente recuperados pelos responsáveis pela avaria. A conduta adotada torna praticamente impossível a identificação dos futuros vazamentos, sem que grande parte da rodovia, recém-concluída, seja danificada. Estamos nos referindo a dezenas de vazamentos de grandes proporções, visto que o diâmetro da adutora é de 500mm (ver relatório anexo).
- Foram observadas, durante a fase de obra, diversas avarias nas tubulações da adutora durante a implantação do sistema de drenagem da rodovia, principalmente na implantação da ligação entre bocas-de-lobo e galeria principal.
- Além dos danos observados durante as obras de duplicação da CE-025, há os casos onde a tubulação não foi interceptada (não houve quebra visível), porém houve redução na cota do pavimento, e conseqüentemente, redução no recobrimento mínimo da adutora já implantada. Neste caso, temos dois problemas: 1) Tubulações com recobrimento inferior ao mínimo recomendado pelo fabricante pode romper ao longo de sua operação; 2) A energia de adensamento/compactação, dependendo do recobrimento residual, pode ter danificado, ou até mesmo, deslocado parte dos acoplamentos (luvas de correr) da tubulação. Este tipo de problema somente poderia ser diagnosticado pondo a linha em carga, e este procedimento seria de grande risco para a rodovia. Ressaltamos que há grandes chances de um número elevado de avarias, e que cada ponto de vazamento, corresponde a um grande vazamento, visto que estamos tratando de uma adutora de 500mm de diâmetro que operará a elevada pressão.

Desta forma, constata-se a grande dificuldade de mensurar os danos causados pelas obras de duplicação da CE-025 à adutora existente, bem como a quase impossibilidade de recuperar/testar o trecho remanescentes sem trazer grandes danos a rodovia recém implantada.

Diante deste cenário, procurou-se um traçado alternativo para reimplantação do trecho de adutora compreendido entre a estaca 218 e o reservatório elevado de distribuição.

A seguir, as justificativas de traçado e material do novo caminhamento:

- A tubulação do novo trecho a ser implantado será PEAD PE 100 SDR 13.6 e SDR11, classe de pressão PN 12.5 e PN16. Este material foi escolhido por apresentar as seguintes vantagens: Baixo risco de vazamento, dado que sua montagem ocorre através de solda; Material não sujeito à corrosão; Grande resistência quanto a impacto; Vida útil superior a 50 anos; baixa celeridade, o que melhora os resultados de transientes hidráulicos. A escolha deste material, que vem

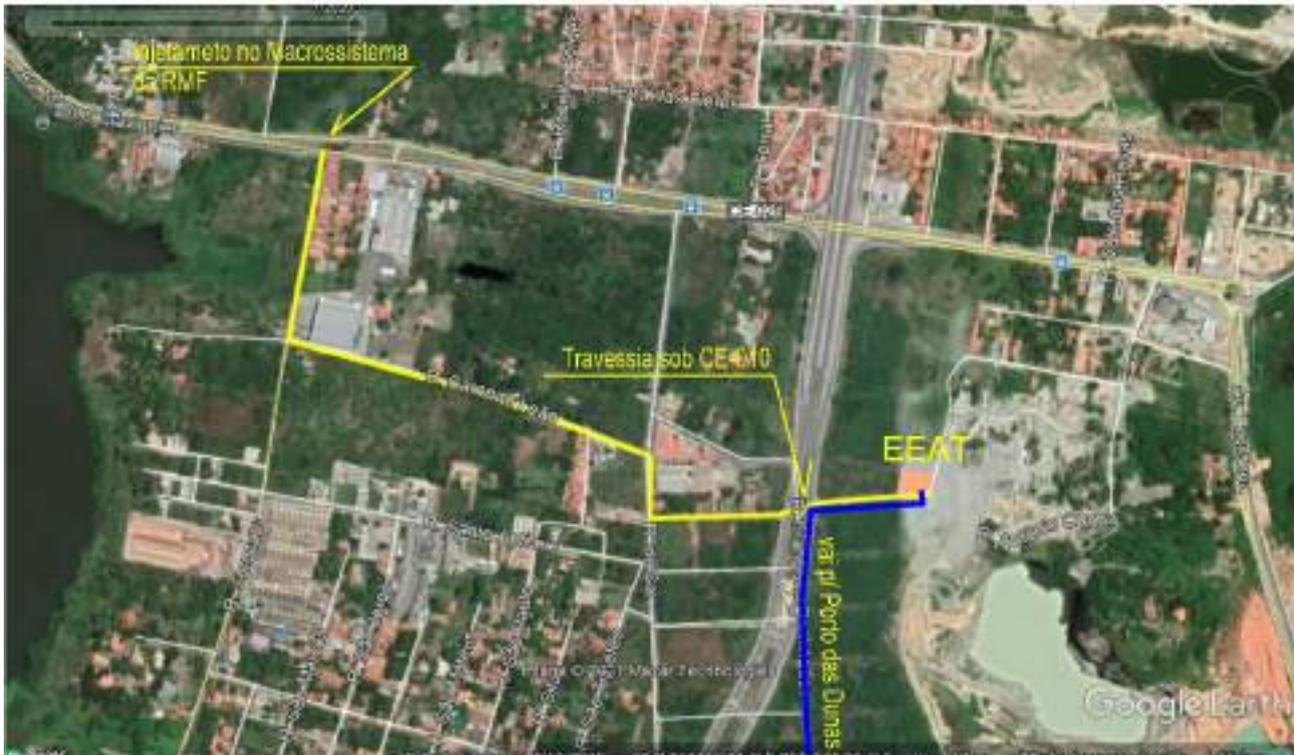
sendo amplamente utilizado nas obras de grande relevância para companhia, passou por decisão da direção da companhia, ver emails em anexo.

- A reconstituição do trecho de adutora pelo mesmo traçado da anteriormente implantada, especificamente ao longo da CE-025, traria diversas dificuldades e riscos, entre elas: a faixa residual livre entre o bordo da via e o limite das edificações é relativamente pequena para implantação da adutora, rede de distribuição de água tratada e sistema coletor público. Desta forma, optou-se por manter apenas rede de distribuição e sistema coletor de esgoto ao longo da CE-025, adotando um traçado alternativo para adutora.
- O novo traçado proposto para a adutora se desenvolve em vias de baixo tráfego e sem pavimentação. Esta condição reduz custos de implantação e dá celeridade às obras.

3.4 Travessia da CE-010

A nova travessia da CE-10, readequada em virtude da realocação da estação elevatória de água tratada - EEAT, ocorrerá no cruzamento de uma rua sem denominação, que dista aproximadamente 80 m ao sul da rua Francisco Domingues com a referida rodovia.

A travessia terá uma extensão de, aproximadamente, 51 m, tubo camisa em aço carbono e tubos adutores em ferro fundido flangeado. A seguir, uma figura ilustrativa do local de implantação.



3.5 Travessia da CE-025

O novo traçado da adutora se desenvolve pela av. Estrela do Mar no sentido Leste até encontrar a av. Oceano Índico, onde segue ao Sul até cruzar a rodovia CE-025. Esta será a única travessia da Adutora, conforme projeto proposto.

No projeto de duplicação da rodovia CE-025, consta a implantação de uma rotatória exatamente no local proposto para travessia da Adutora. Além da adutora, neste mesmo ponto, atravessarão a rodovia, as tubulações dos seguintes serviços:

- Emissário pressurizado de esgoto;
- Emissário gravitatório de esgoto;
- Rede coletora de esgoto;
- Rede de distribuição de água tratada.

A Cagece, na tentativa de evitar elevados gastos e grandes dificuldades de execução de travessias por método não destrutivo com baixo recobrimento, requereu à Superintendência de Obras Públicas - SOP, a instalação de tubos camisa, fornecidos pela própria Cagece, durante as obras de terraplenagem da rotatória.

O projeto detalhado da Travessia integra o presente relatório técnico, porém, no orçamento, constam apenas as caixas a montante e a jusante da mesma, visto que as tubulações já estão sendo assentadas (ago/2020), ver fotos abaixo.

O tubo camisa adotado em travessias costuma ter diâmetro mínimo de 1,5 vezes o diâmetro da linha principal. No caso específico da travessia em questão, temos quatro tubulações com diâmetro de 500mm e uma tubulação com diâmetro de 150mm. Desta forma, necessitaríamos de tubulações para as camisas com diâmetro de 800mm e 300mm. Porém, na execução das camisas, foram utilizados tubos em PEAD Corrugado DN1500mm e DN600. Estes eram os únicos diâmetros disponíveis na Cagece que poderiam atender às demandas da obra em tempo hábil, quando de sua implantação.

Para execução de tubulações em PEAD corrugado, existem algumas particularidades que devem ser seguidas, tanto na fase de projeto quanto na de obra. Estes detalhes se encontram em um catálogo, utilizado como referência técnica, anexo ao presente relatório.

Figura 01 - Assentamento tubo corrugado DN1500mm



Figura 02 – Tubos camisa das cinco travessias previstas sob a rotatória da CE-025. Mais à esquerda, observa-se o tamponamento do tubo DN600, ao lado das quatro tubulações DN1500.



3.6 Transiente Hidráulico

Os transientes hidráulicos foram verificados considerando-se a nova configuração de tubulação, traçado e material da adutora, bem como a localização da nova estação elevatória de água tratada.

A verificação realizada atesta que o sistema de proteção aos transientes hidráulicos, previsto no projeto inicial, que consiste de um tanque hidropneumático $V=8.000l$, é eficiente na nova configuração, e permite que adotemos duas classes de pressão na linha adutora a ser executada em PEAD, conforme mencionado no texto anteriormente.

O estudo de transientes hidráulicos com todas as informações de pressão e gráfico com linhas de sobrepressão e subpressão encontra-se anexo ao presente relatório técnico.

3.7 Rede de Distribuição de Água Tratada

A rede de distribuição de água tratada, a ser reexecutada, seguirá a mesma concepção do projeto inicial, para tanto, não sendo necessária a realização de nenhum cálculo ou verificação adicional, somente levantamento de quantitativos de acordo com a nova realidade de campo, ou seja, após a duplicação da CE-025.

Observa-se que as vazões de projeto, materiais e diâmetros forma mantidos conforme projeto primitivo.

3.8 Rede Coletora de Esgoto

A rede de coletora de esgoto a ser implantada ao longo da CE-025 teve sua concepção mantida, porém passou por um redimensionamento em virtude da alteração das cotas do terreno natural, decorrente do movimento de terra realizado durante as obras de duplicação da via.

Frisa-se que os diâmetros, materiais e vazões de contribuição foram mantidos conforme projeto primitivo, que consiste da versão readequada pela KL engenharia.



Anexos

4 ANEXOS


Eng.º Wellington Sebastião Lopes
CREA: 0504539576
GPROJ - CAGECE

4.1 Relatório sobre o Sistema de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas – Aquiraz-CE



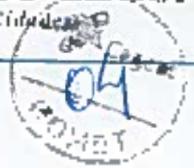
**RELATÓRIO SOBRE O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS – INTERFERÊNCIAS COM A
DUPLICAÇÃO DA CE-025**

FORTALEZA – CE

01/07/2020



**DESCRITIVO - CRONOLOGIA
DOS FATOS E SITUAÇÃO ATUAL**



INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo apresentar a situação em que se encontra os elementos integrantes do Sistema de abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas em Junho de 2020, implantados através do CTR 10/ 2011 - SETUR nas margens da Rodovia CE-025.

Sabe-se que as obras de duplicação da CE-025 estão sendo realizadas através do CTR: 010/2018 pela CLC - Construtora Luiz Costa LTDA, sob a responsabilidade da SOP - Superintendência de Obras Públicas e que a referida obra tem gerado danos às tubulações e demais elementos integrantes do Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas, outrora implantados às margens dessa Rodovia, com as devidas autorizações do DER-CE - Departamento de Estradas e Rodagens do Estado do Ceará.

Após várias tratativas entre Cagece e SOP, em reunião realizada "in loco" no dia 03/06/2020, com representantes da DEN-CAGECE e SOP, foi acertado que a SOP iria executar os reparos que se fizessem necessários para restabelecer a funcionalidade do sistema avariado.

HISTÓRICO DE VERIFICAÇÃO

Com o objetivo de sanar o problema, a Cagece formou uma força tarefa para atuar no acompanhamento, projeto e fiscalização das ações que serão realizadas para a recuperação do sistema danificado. Diante disso, já foram realizadas, as seguintes ações:

- 1 - Foi solicitada uma série de informações à SOP, tais como o "AS BUILT" da Rodovia, seções de corte e aterro, locação de calçadas, postes e outros, a fim de respaldar e permitir possíveis alterações no projeto com o mínimo de interferência possível em elementos existentes;
- 2 - A equipe de fiscalização que acompanhava a obra, ainda em execução do Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas, foi reforçada com incremento de efetivo técnico para propor soluções e ajudar no diagnóstico da atual situação. Diante disso, foi realizada visita técnica nos dias 08/06/2020 e 11/06/2020, onde foram colhidas evidências fotográficas georreferenciadas anexas no presente relatório que deverão

subsidiar a tomada de decisão dos responsáveis pela recuperação do Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas.

3 – Levantamento fotográfico aéreo do caminhamento da CE-025 (Anexo 3) e da Av. Estrela do Mar (Anexo 2), ilustrando a situação atual.

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS

Durante a visita realizada em 08/06/2020, a equipe da fiscalização da Cagece, percorreu todo o trecho onde ocorreram interferências com a rodovia duplicada, desde o Entroncamento da Av. Oceano Índico até a Ponte sobre o Rio Pacoti.

Verificou-se que a Construtora CLC continua executando a movimentação de terra desde o Entroncamento da Av. Oceano Índico até a Rua Mar Ageu, continuando a danificar a tubulação de PRFV 500mm, de PVC DEFoFo de 400mm e 150mm, a rede de PVC 50 mm e a RCE em PVC OCRE 150mm, conforme fotos 1 a 22, anexo I. Incluindo nesse trecho (especificamente no local do entroncamento da Av. Oceano Índico com CE-025) várias travessias, são elas:

- Linha de recalque de PRFV 500mm;
- Linha de recalque de PVC DEFoFo 400mm;
- Adutora de PRFV 600mm;
- Rede de distribuição de água de PVC DEFoFo 400mm;
- Rede coletora de esgoto 150mm.

O trecho compreendido entre a Rua Mar Ageu e a Av. Oceano Atlântico (Rotatória do Beach Park), ainda não sofreu intervenções até o momento da elaboração deste relatório, mas certamente deverão ocorrer escavações para remoção da pavimentação asfáltica existente e provavelmente substituição de base e subbase. É importante deixar claro que caso esses serviços ocorram sem a remoção da tubulação existente de maneira adequada, inevitavelmente irão ocorrer danos irreparáveis aos tubos lá assentados.

Seguindo no sentido Ponte sobre o Rio Pacoti, verificou-se que o trecho entre a Av. Oceano Atlântico (Rotatória do Beach Park) e a Rua S.D.O (Esquina com Condomínio Beverly Hills), a duplicação da estrada já está praticamente finalizada, com a existência de muitos pedaços de tubos quebrados nas margens da Rodovia (conforme fotos 32 a 85, anexo I), ao longo de todo trecho, o



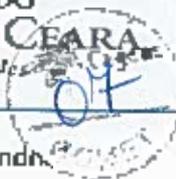
que aponta para o fato de que provavelmente a tubulação foi totalmente suprimida e ao que tudo indica, sem os devidos cuidados para desacoplamento, transporte e estocagem. Outra possibilidade aponta para o seccionamento das tubulações nos pontos de interferência com os dispositivos de drenagem (bocas de lobos e tubos de concreto), o que por si só inviabilizaria a funcionalidade de toda adutora, redes de água e esgoto nesse trecho, dada a grande quantidade de bocas de lobo verificadas (aproximadamente 35 unidades) e portanto de possíveis seccionamentos (conforme fotos 144 e 145, anexo 1, tiradas à época das obras de drenagem). Em relação ao sistema de esgotamento, não foram localizados os tampões de PoFo dos PV's, que integram a rede coletora de esgoto, sobre o pavimento asfáltico ou calçadas, o que nos leva a crer que os PV's foram removidos ou aterrados.

Dando continuidade ao caminhamento das adutoras, no trecho entre a Rua S.D.O (Esquina com Condomínio Beverly Hills) e a Ponte sobre o Rio Pacoti, verificamos uma grande quantidade de tubos de PRFV jogados nas margens da Rodovia, muitos com avarias visíveis e todos estocados de maneira incorreta (conforme fotos 86 a 143, anexo 1). Foi localizado o Tê de uma das ventosas instaladas (Foto 133, anexo 1). Foi localizado também o tê da descarga próximo à ponte (Foto 138, anexo 1). Em relação à travessia do sistema de esgotamento sanitário (em frente ao Condomínio Encosta das Dunas, foto 107, anexo 1), sabemos que a tubulação da travessia foi totalmente suprimida, pois não localizamos o PV de montante e a jusante, localizamos apenas os entulhos da demolição do PV (Fotos 104 a 106, anexo 1). Tal fato inviabiliza o esgotamento de todo o ludo sudoeste do sistema.

CONCLUSÃO

Diante da situação encontrada pela equipe de fiscalização da Cagece, ficou evidenciado a falta de zelo dos responsáveis pelo CTR: 010/2018 – DUPLICAÇÃO DA CE-025 – TRECHO: RÓTULA COFECO – ENTRONCAMENTO AV. OCEANO ATLÂNTICO, em executar a obra de maneira a mitigar os problemas de interferências com a infraestrutura existente. Tal procedimento adotado durante a execução da obra, gerou danos irreversíveis na maior parte dos materiais implantados no Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas.

Aparentemente grande parte das tubulações foram suprimidas ou seccionadas. A tubulação suprimida em sua maioria encontra-se danificada com avarias provocadas pelo desacoplamento



incorreto, estando estocada de maneira indevida, exposta às intempéries já há mais de 1 ano, sendo assim não recomendamos o seu aproveitamento, a não ser que sejam realizados ensaios que certifiquem e garantam a qualidade do material e sua aplicabilidade conforme as solicitações de projeto.

Sabemos da existência de alguns tubos de PRFV no antigo canteiro abandonado da Construtora Mendes Júnior Trading, fornecidos através do CTR: 10/2011, responsável por iniciar as obras de Implantação do Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas. No entanto sabemos que esses tubos estão estocados nesse local há mais de 6 anos sem proteção contra intempéries. Diante disso, caso a SOP solicite autorização para utilização desse material durante as obras de recuperação do sistema danificado, também se faz necessário a realização de ensaios de qualidade na tubulação e outros materiais a serem aplicados.

Em relação aos trechos onde há tramos de tubulação que não foram removidos, mesmo tendo sido seccionados em algum ponto da linha, mantemos nossa recomendação de não aproveitar esses tubos, pois como sabemos os serviços de movimentação de terra que compreendem a execução de uma estrada, incluem a compactação das camadas do pavimento com rolo vibratório (Foto 9, anexo 1), o que pode ter gerado avarias, como trincas e achatamento, nos tubos enterrados sob as camada compactadas. Além disso, durante o processo de escavação mecânica, muitas vezes pode ocorrer de a concha da máquina atingir a tubulação enterrada sem que o operador perceba, gerando danos no tubo.

Recomendamos que quando da execução das escavações do trecho ainda sem intervenção, entre a Av Oceano Atlântico (Rotatória do Beach Park) e Rua Mar Ageu, seja realizado o correto desacoplamento, transporte e estocagem, principalmente das adutoras de PRFV 500mm e DEFoFo 400mm, antes de qualquer intervenção, dado o elevado valor dessa tubulação, buscando assim minorar os prejuízos.

Diante do exposto acima, recomendamos fortemente que toda a tubulação a ser utilizada na recuperação dos sistemas avariados, seja adquirida de fornecedor com CCT (Certificado de Conformidade Técnica) vigente na Cagece, com os devidos ensaios de qualidade técnica apresentados pelo fornecedor e por um laboratório terceiro isento. Não indicamos, de nenhuma maneira, a aplicação de qualquer tubulação presente nas margens da Rodovia ou no antigo canteiro da Construtora Mendes Júnior, sem que os devidos ensaios de qualidade técnica sejam realizados por laboratório credenciado pela Cagece.

É importante registrar que no dia 29/07/2020 a Ameron (Fabricante dos Tubos em PRFV aplicados no sistema), enviou um técnico para realizar uma inspeção nos tubos que encontram-se estocados no antigo canteiro do Mendes Júnior e deverá, posteriormente, encaminhar um laudo técnico sobre a análise realizada. No momento do fechamento do presente relatório (início de Julho de 2020), passados 22 dias desde a elaboração do registro fotográfico em anexo, a Construtora CLC está dando início aos levantamentos topográficos solicitados pela Cagece, a fim de elaborar detalhamento das travessias, redes coletoras, redes de abastecimento de água, linhas de recalque e adutora de água. Foi sugerido pela fiscalização da GOMET a utilização de um novo caminhamento pela Av. Estrela do Mar, paralela à CE-025 (conforme anexo 2). A construtora de CLC ficou de executar o levantamento topográfico do caminhamento sugerido e enviar para a análise da Cagece.

A partir desse levantamento, a Cagece, por meio da Gproj, deverá realizar o projeto e orçamento detalhado, necessário para a execução da recomposição do Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas. Este projeto e orçamento será enviado para que a SOP possa iniciar as obras de recomposição, conforme acertado entre as partes.



Anexo 1
REGISTRO FOTOGRÁFICO
GEORREFERENCIADO

IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMAGENS GEOLOCALIZADAS



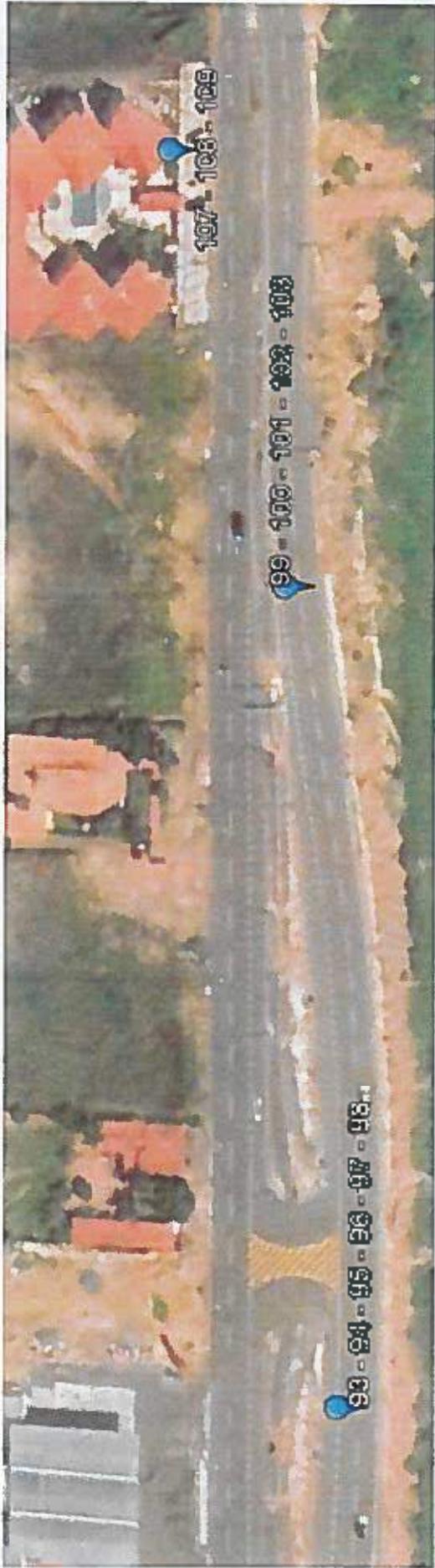
IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMAGENS GEOLOCALIZADAS



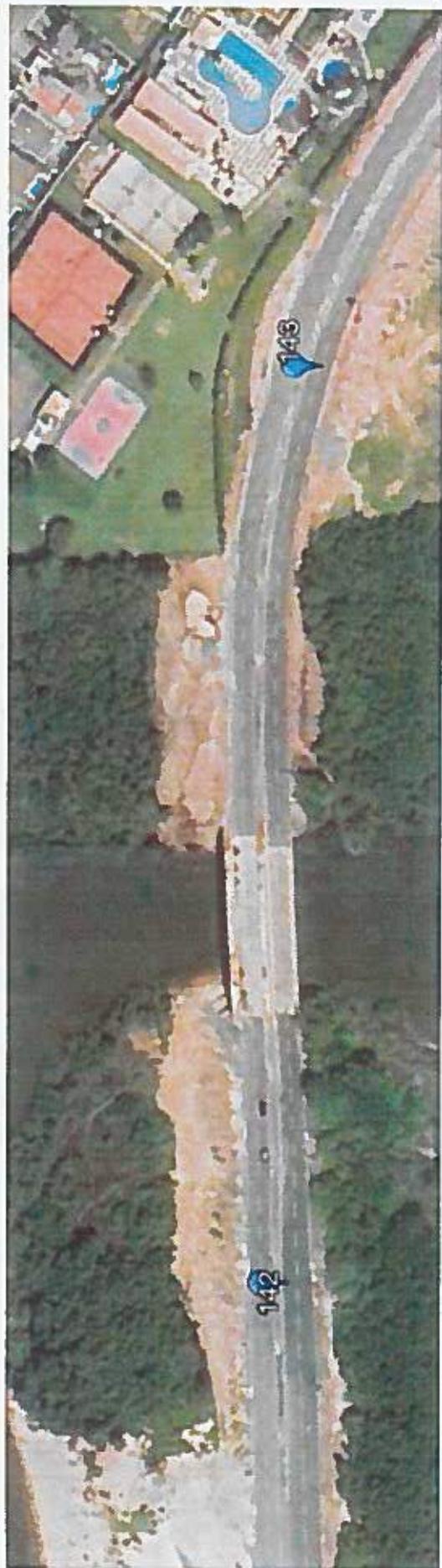
IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMÁGENS GEOLocalIZADAS



SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 01

Pedaços de tubos de PVC e PVC DEFAFO espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 02

Pedaços de tubos de PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 03

Pedaços de tubos de PPVV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 04

Pedaços de tubos de PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 05

Pedaços de tubos de PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 06

Pedaços de tubos de PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-026.

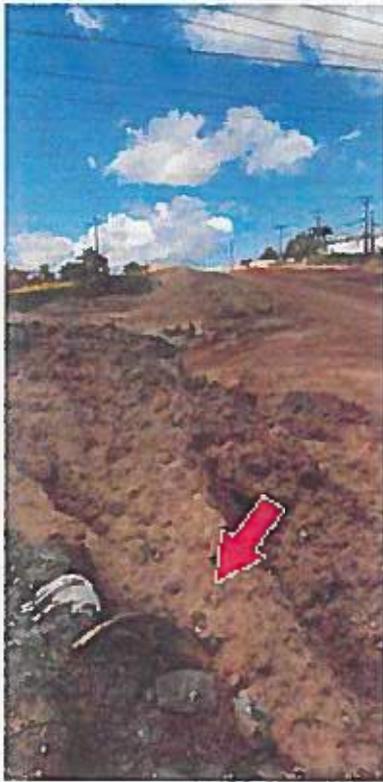


Foto : 07

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 08

Pedaços de tubos de PRFV e PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 09

Máquinas usadas para movimentação de terra e compactação das camadas de pavimentação.



Foto : 10

Pedaços de tubos de PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

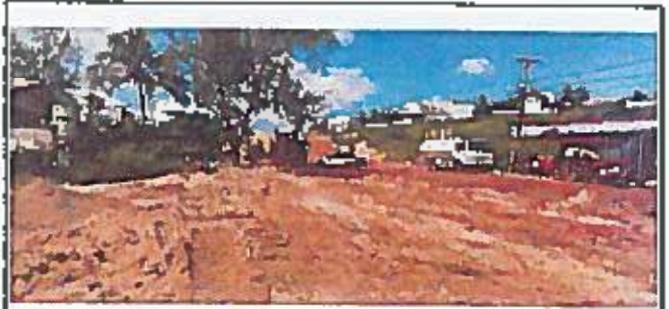


Foto : 11

Frente de serviço mobilizada.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 12

Pedacos de tubos de PRPV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 13

Pedacos de tubos de PRPV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 14

Visão de parte dos equipamentos mobilizados e do trecho de tubo de PRPV avançado.

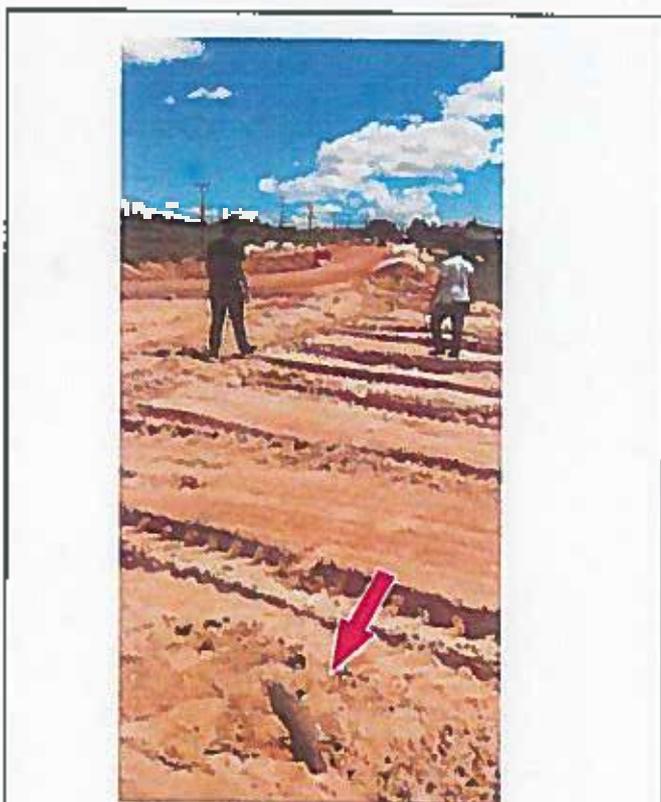


Foto : 15

Pedacos de tubos de PVC, espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 16

Pedacos de tubos de PVC DEFOFO, espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 17

Pedacos de tubos de PVC DEFeFo, espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 18

Tubulação de adutores de PVC DEFeFo 400mm, localmente averiada.

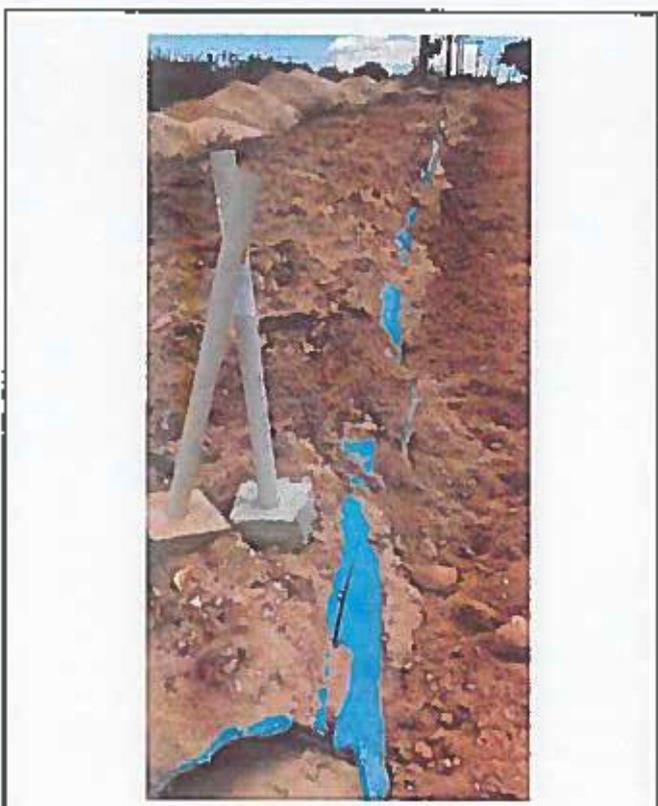


Foto : 19

Tubulação de adutores de PVC DEFeFo 400mm, localmente averiada.



Foto : 20

Pedacos de tubos de PVC DEFeFo, espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 21

Pedacos de tubos de PVC, espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 22

Frete de serviço, com equipamentos, removendo o pavimento existente.



Foto : 23

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

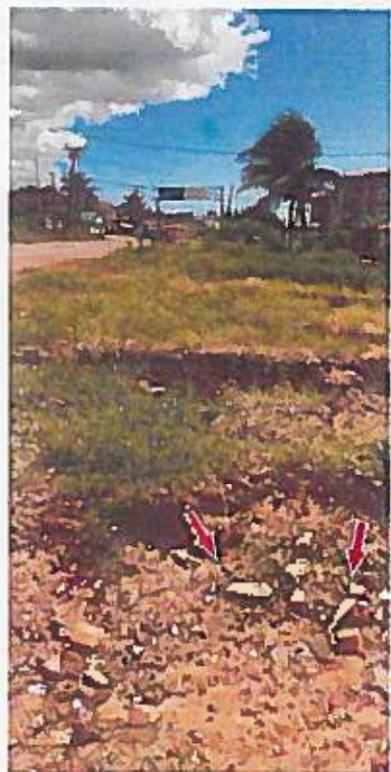


Foto : 24

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

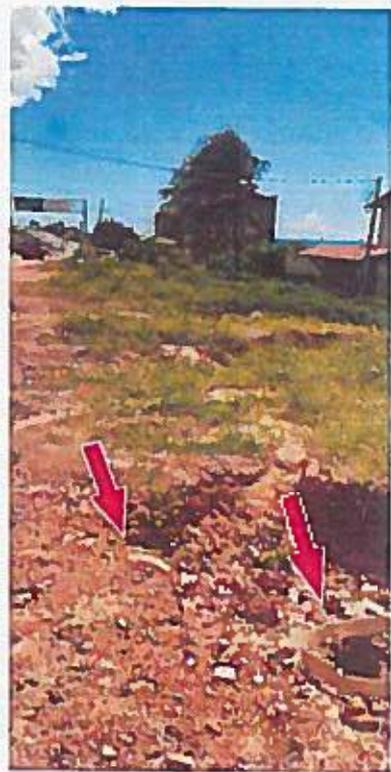


Foto : 25

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 26

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 28

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 27

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 29

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 30

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.

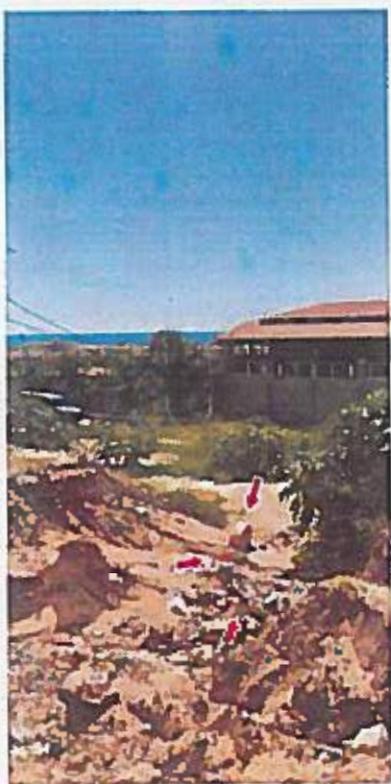


Foto : 31

Pedacos de tubos de PRPV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado



Foto : 32

Rotatória da CE-025 com AV. Oceano Atlântico.



Foto : 33

Boas de lixo localizadas sobre o cimentamento da adutora de PRPV, LD sítio Golf Villa - Alphaville.

Arquit. Casem
26
19/05/13

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 34

Boca de lobo localizada sobre o caminharmento da adutora da PRFV, LD sentido Golf Villa - Alphaville.



Foto : 35

Boca de lobo localizada próxima à rede de esgoto pré existente, LE sentido Golf Villa - Alphaville.



Foto : 36

Boca de lobo localizada sobre o caminharmento da adutora da PRFV, LD sentido Golf Villa - Alphaville.

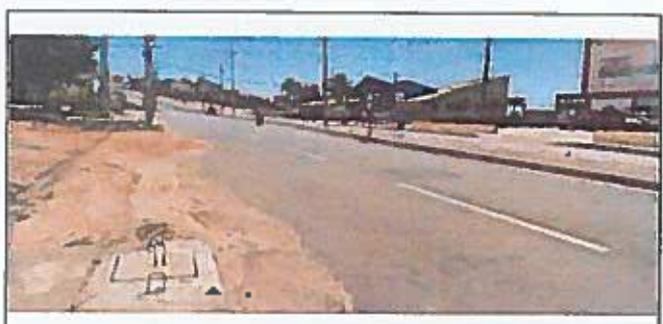


Foto : 37

Boca de lobo localizada próxima à rede de esgoto pré existente, LE sentido Golf Villa - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.

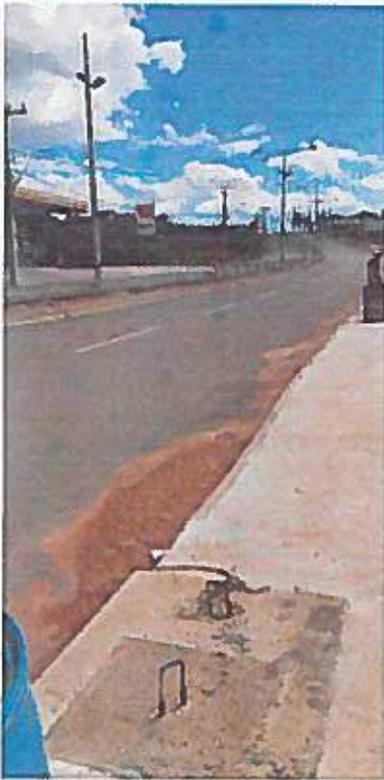


Foto : 38

Boca de lobo localizada sobre o caminharmento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Villa - Alphaville.



Foto : 39

Boca de lobo localizada sobre o caminharmento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Villa - Alphaville.



Foto : 40

Boca de lobo localizada próximo à rede de esgoto pré existente, LE sentido Golf Villa - Alphaville.



Foto : 41

Boca de lobo localizada próximo à rede de esgoto pré existente, LE sentido Golf Villa - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUMAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.

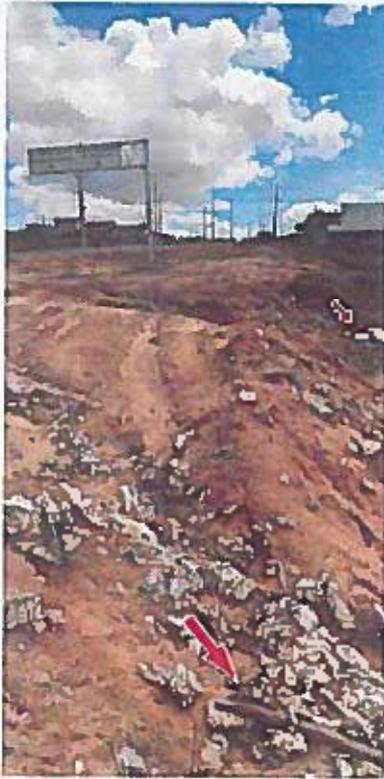


Foto : 42

Partes de tubos de PRFV e PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 43

Partes de tubos de PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 44

Partes de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-026, junto com o material escavado.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO AS MARGENS DA CE-025.

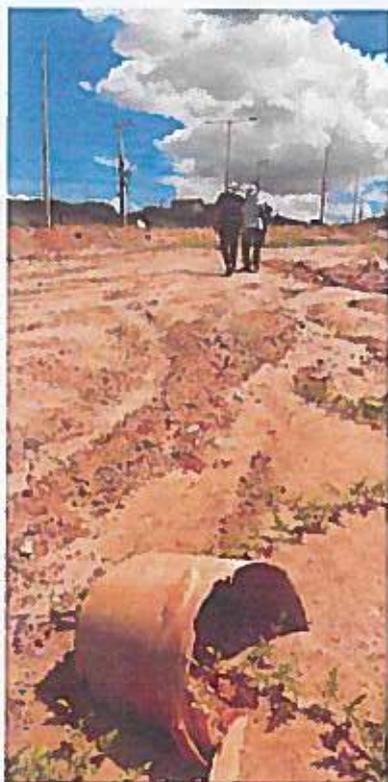


Foto : 45

Pedregos de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 46

Pedregos de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 47

Boca de laço localizada próximo à rede de ração pré existente. LE Seneca Golf Villa - Alphaville.



Foto : 48

Boca de laço localizada sobre o caminhamento da esgoto de PRFV. LD Seneca Golf Villa - Alphaville.



Foto : 49

Boca de laço localizada sobre o caminhamento da esgoto de PRFV. LD Seneca Golf Villa - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-020.



Foto : 50

Boca de boca localizada sobre o encaminhamento da adutora de PRFV, LD sentido Goi Ville - Alphaville.



Foto : 51

Pedacos de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-020.



Foto : 52

Pedacos de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-020.

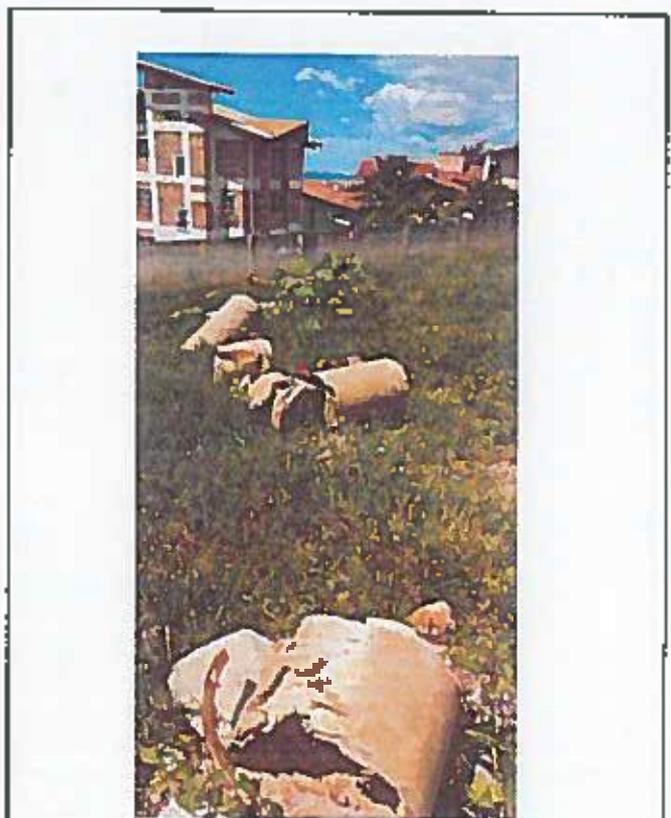


Foto : 53

Pedacos de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-020.



Foto : 54

Boca de boca localizada sobre o encaminhamento da adutora de PRFV, LD sentido Goi Ville - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 55

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 56

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 57

Boca de lobo localizada próximo à rede de esgoto que existente. LE sanitária Golf Villa - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 58

Boca de lobo localizada sobre o encaminhamento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Villa - Alphaville.



Foto : 59

Pedacos de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 60

Boca de lobo localizada sobre o encaminhamento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Villa - Alphaville.



Foto : 61

Boca de lobo localizada sobre o encaminhamento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Villa - Alphaville.



Foto : 62

Boca de lobo localizada próxima à rede de esgoto pré existente, LE sentido Golf Villa - Alphaville.



Foto : 63

Boca de lobo localizada próxima à rede de esgoto pré existente, LE sentido Golf Villa - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 64

Boca de lobo localizada sobre o alinhamento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Vile - Alphaville.



Foto : 65

Boca de lobo localizada próximo à rede de esgoto pré existente, LE sentido Golf Vile - Alphaville.



Foto : 66

Boca de lobo localizada sobre o alinhamento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Vile - Alphaville.



Foto : 67

Boca de lobo localizada sobre o alinhamento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Vile - Alphaville.



Foto : 68

Boca de lobo localizada sobre o alinhamento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Vile - Alphaville.



Foto : 69

Boca de lobo localizada próximo à rede de esgoto pré existente, LE sentido Golf Vile - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 70

Boca de lobo localizada sobre o caminharmento de adução de PRFV, LD sentido Golf Vibe - Alphaville.



Foto : 71

Boca de lobo localizada sobre o caminharmento da escuron de PRFV, LD sentido Golf Vibe - Alphaville.



Foto : 72

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 73

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 74

Pedaços de tubos de PVC, espalhados nas margens da CE-025.



SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO AS MARGENS DA CE-025.



Foto : 76

Partes de tubo de PVC, espedaçados nas margens da CE-025.



Foto : 78

Boca de lobo localizada sobre o caminharmento da adutora da PRFV. LQ sentido Golf Villa - Alphavilla.



Foto : 77

Boca de lobo localizada sobre o caminharmento da adutora da PRFV. LQ sentido Golf Villa - Alphavilla.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 78

Boca de boca localizada próximo à rede de esgoto pré existente. LE sorjido Golf Villa - Alphaville.



Foto : 79

Boca de boca localizada sobre o alinhamento da infiltração da PRFV. LO sorjido Golf Villa - Alphaville.

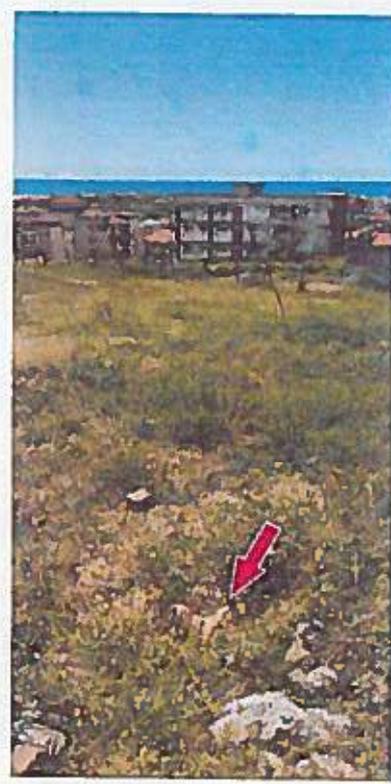


Foto : 80

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 81

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Cagece

Companhia
de Água e Esgoto
do Ceará

REGISTRO FOTOGRÁFICO

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 82

Boca de lobo localizada sobre o caminhamento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Vile - Alphaville.



Foto : 83

Pedacos de tubos de PVC, espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 84

Boca de lobo localizada sobre o caminhamento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Vile - Alphaville.



Foto : 85

Boca de lobo localizada sobre o caminhamento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Vile - Alphaville.



Foto : 86

Boca de lobo localizada sobre o caminhamento da adutora de PRFV, LD sentido Golf Vile - Alphaville.



Foto : 87

Pedacos de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 88

Tubos de PRFV retrados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 89

Tubos de PRFV retrados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 90

Tubos de PRFV retrados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 91

Tubos de PRFV retrados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 92

Tubos de PRFV retrados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 93

Tubos de PRFV retidos durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 94

Tubos de PRFV retidos durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 95

Tubos de PRFV retidos durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 96

Tubos de PRFV retidos durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 97

Tubos de PRFV retidos durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 98

Tubos de PRFV retidos durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

40

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 98

Tubos de PRFV retrabados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 100

Tubos de PRFV retrabados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 101

Tubos de PRFV retrabados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 102

Tubos de PRFV retrabados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 103

Tubos de PRFV retrabados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 104

PV de junção de travessa do RCE construído após a execução da galeria de drenagem.

21/05/2013
A.T.
CAGECE

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 105

PV de junção de travessa da RCE destruído, após a execução da galeria de drenagem.



Foto : 106

PV de junção de travessa da RCE destruído, após a execução da galeria de drenagem.



Foto : 107

PV de mudança de travessia da RCE não foi localizado, provavelmente foi destruído e girado.

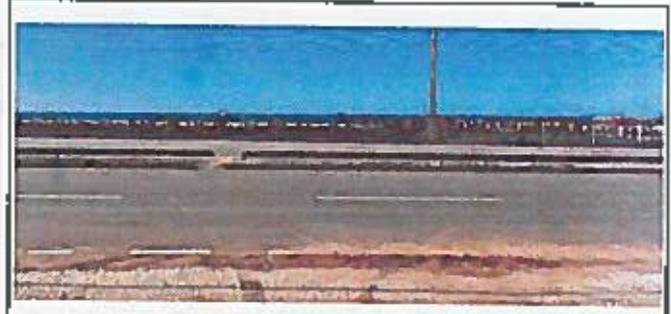


Foto : 108

Local de travessia sob a CE-025.

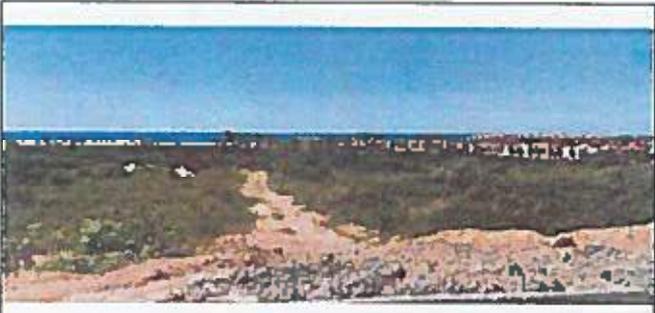


Foto : 109

Continuamento após a travessia sob a CE-025.



Foto : 110

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 111

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 112

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 113

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 114

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 115

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

43

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 116

Placa de identificação da obra da CE-025.

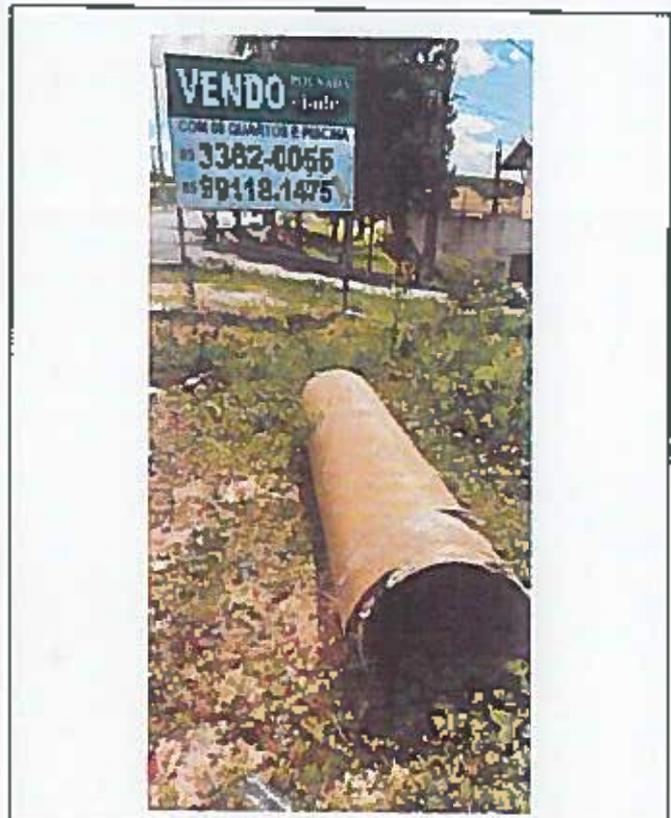


Foto : 117

Restos de tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025.



Foto : 118

Restos de tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025.



Foto : 119

Restos de tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025.



Foto : 120

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

44

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025,



Foto : 121

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 122

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 123

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 124

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 125

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 126

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 127

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 128

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 129

Restos de tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025.



Foto : 130

Restos de tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025.



Foto : 131

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 132

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Cagece

COMPANHIA
de Água e Esgoto
do Ceará

REGISTRO FOTOGRÁFICO

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 133

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries. Tá de ventosa com tocos de Pofo espalhados na margem da CE-025.



Foto : 134

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 135

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 136

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 137

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 138

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries. Tá de ventosa com tocos de Pofo espalhados na margem da CE-025.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARIENAS DA CE-025.



Foto : 139

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 140

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 141

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 142

Restos de tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025.



Foto : 143

Resto de material retirado durante o reparo da tubulação da adutora avariada, durante as obras de duplicação da CE-025.



Foto : 144

Escavação para a execução da caixa da boca de lobo. Foto retirada durante a execução das obras da CE-025, pela equipe de fiscalização da Cagece.

40

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.

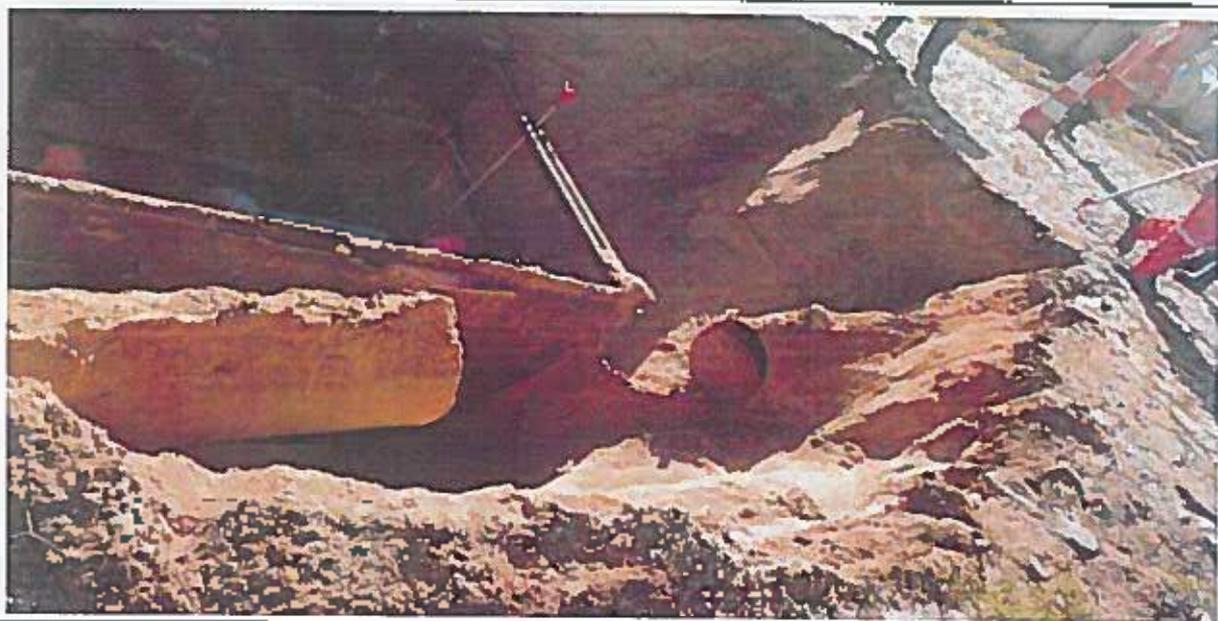


Foto : 145

Escavação para a execução de caixa de boca de lobo. Tubulação de adução seccionada. Foto retirada durante a execução das obras da CE-025, pela equipe de fiscalização da Cagece



Anexo 2
CAMINHAMENTO SUGERIDO PELA
GOMET – AV. ESTRELA DO MAR

50
ROADS



54
001157



50
1975



53

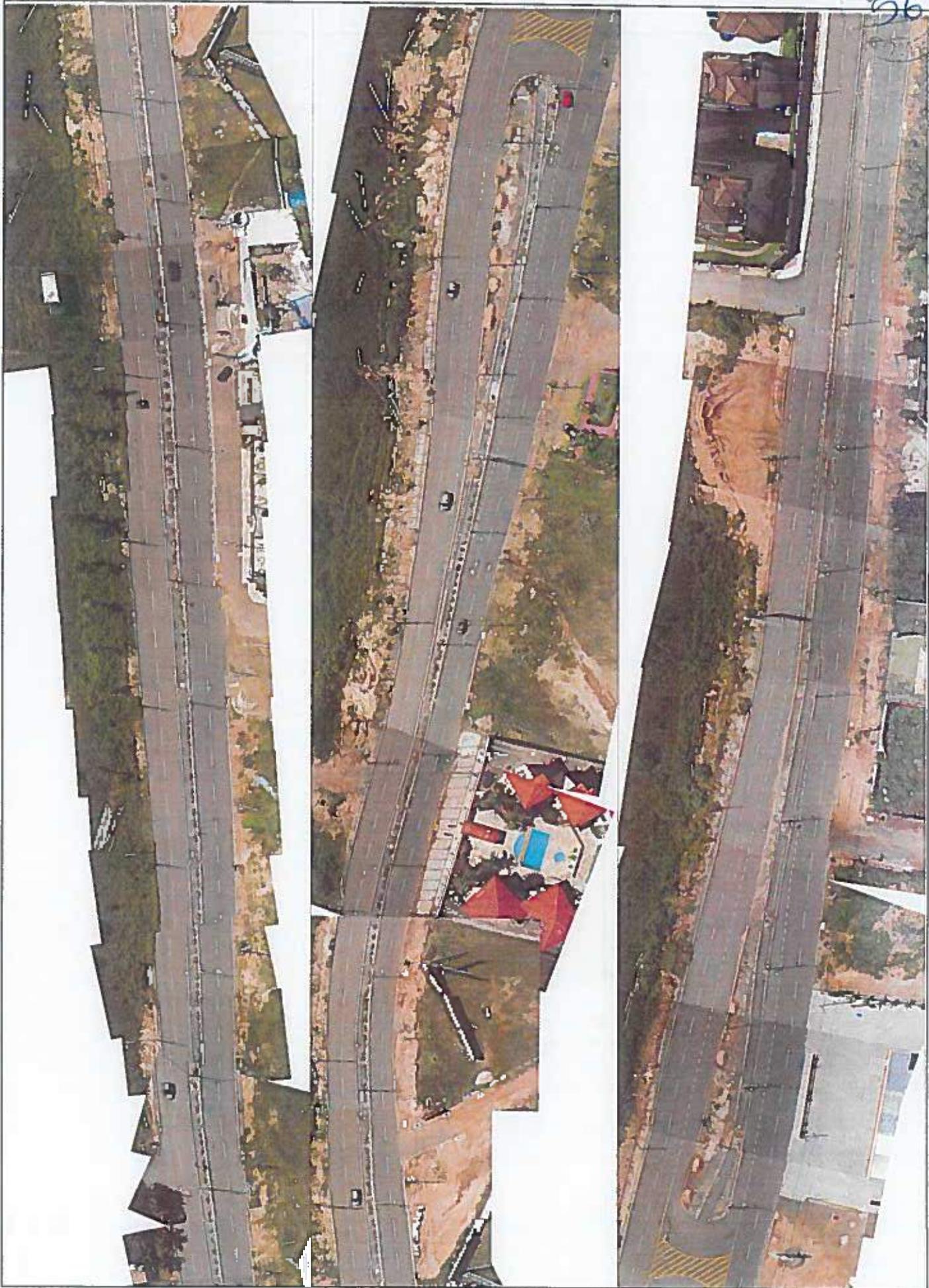


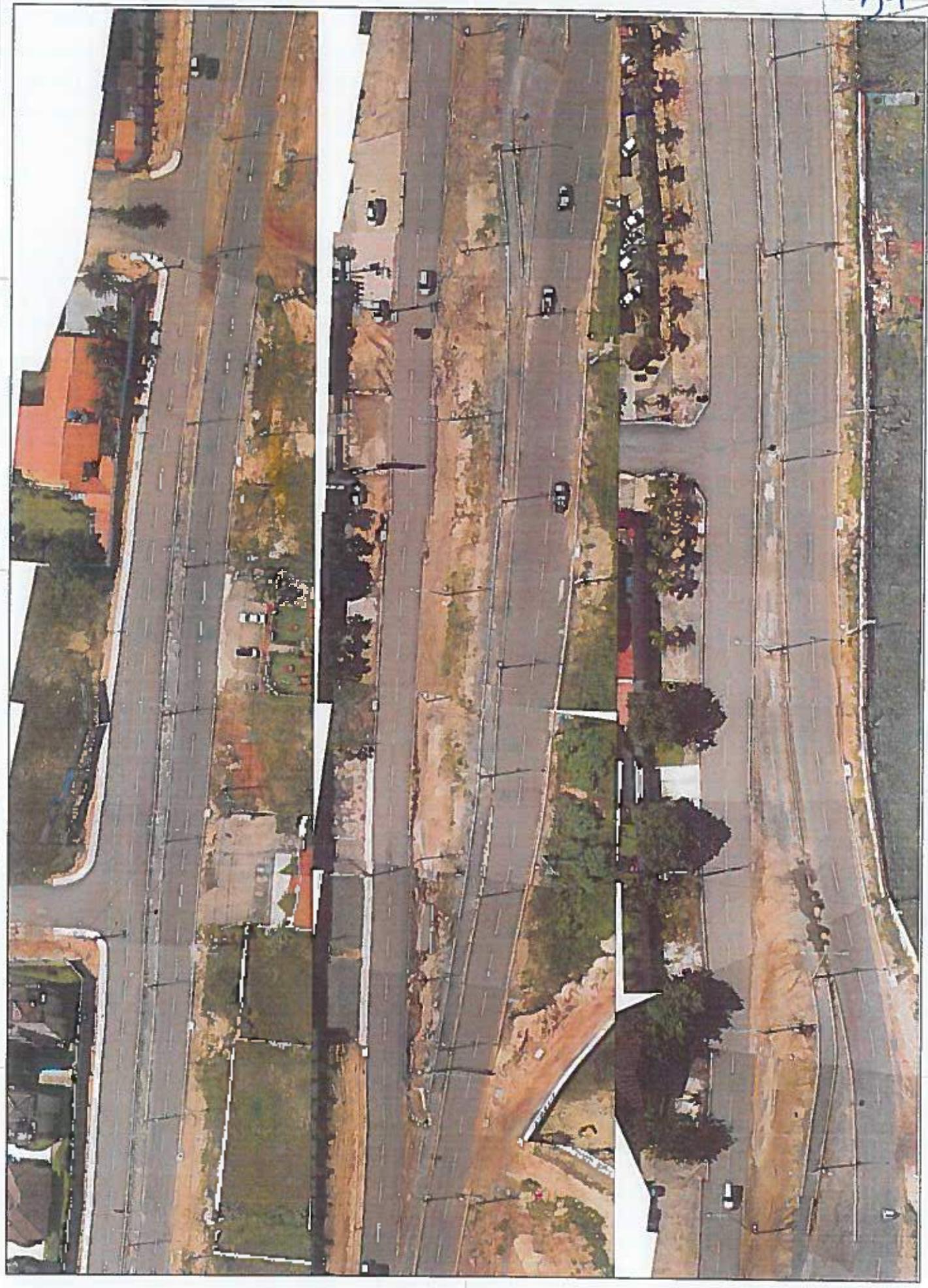


Anexo 3
CAMINHAMENTO ANTIGO – CE-025,
SITUAÇÃO ATUAL

Case #
55
0045

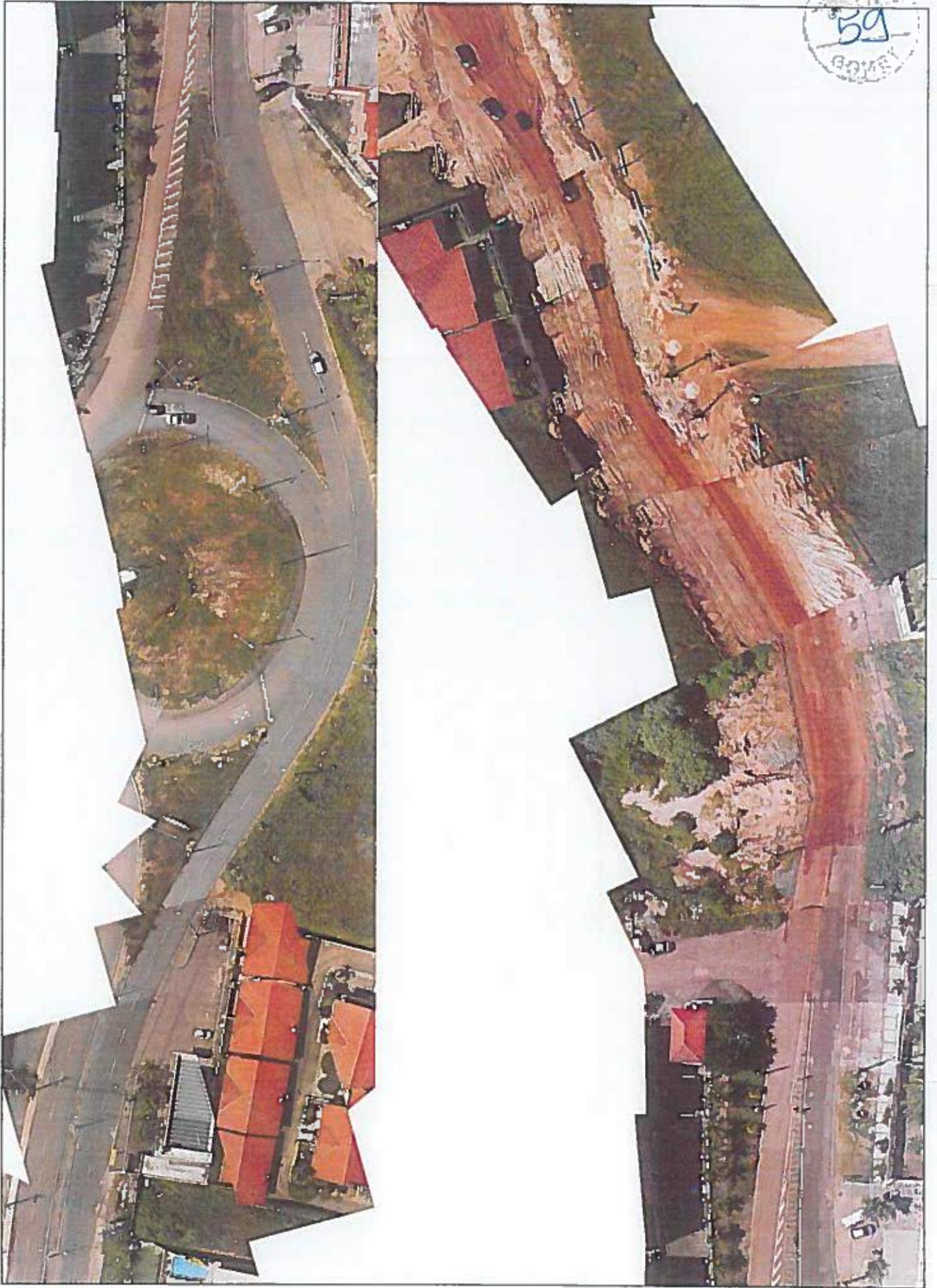








59
1975







**Atualização da situação, em
21/10/2020**



DESCRIPTIVO

Após a conclusão do projeto de mitigação dos danos realizados sobre o SAA e SES executados no PDD, a Cagece mobilizou equipes da operação e a CLC disponibilizou equipamentos para a escavação das valas necessárias à execução de parte dos serviços contidos no projeto recém elaborado. Foram executados os seguintes serviços:

- Assentamento de 320m de tubo PEAD corrugado (camisas) para a posterior execução das travessias das tubulações de linha de recalque, adutora redes de distribuição. Ficarão pendentes para execução futura, as caixa de válvulas de montante e jusante;
- Assentamento de 280m de tubulação de 400mm de DEFoFo entre a Rua dos Ventos e Rua Maresia, restando a execução de 3 blocos de ancoragem nas peças instaladas no cruzamento da Rua dos Ventos com CE-025 e 1 bloco de ancoragem na peça instalada no cruzamento da Rua Maresia com CE-025. Quando da continuação da obra, deverá ser executado o injetamento no Té instalado no cruzamento da Rua Maresia, a partir da redução de 400 x 150mm, dando seguimento ao assentamento da rede de distribuição de 150mm a partir desse ponto, em paralelo à CE-025.

Os serviços elencados acima, executados pelas equipes da Cagece, têm o intuito de evitar futuras intervenções no pavimento acabado da CE-025, nesse trecho específico. Dessa forma os demais serviços previstos no projeto elaborado pela Ciproj, necessários para a recuperação e correta funcionalidade do Sistema de abastecimento de água e coleta de esgoto do Porto das Dunas, deverão ser executados através de um novo contrato a ser licitado posteriormente. Para tal, é necessário que a Gerência de Projetos conclua o projeto e orçamento para recuperação das partes do SAA e SES que foram destruídas. Ressalta-se que com tal destruição, a conclusão do projeto originalmente licitado com a contratada elevação está comprometido, pois mesmo estando concluído seu escopo, o sistema não poderá sequer ser testado.



ENCAMINHAMENTO

DESPACHO

DE

PARA

BPPST

Segue volume de parecer sobre o levantamento e ações complementares que misturam os dados realizados pela subestação da CE 025. Recomendamos anexar ao volume final de projeto.

Em: 07/12/2020



Celso Lira Ximenes Júnior
Gerente de Obras de Capital e
Resíduo Metropolitano
Matrícula: 3419-3
CGMET - DEN - CAGECE

Oprij Wellington

Conforme parecer técnico da Comat, elaborar projeto das novas trechos destruídas ao longo da CE - 025.

Rafael OR. 12.2020
Eng. Raul Tigre de Araújo Leal
Gerente de Projetos de Engenharia
CGMET - CAGECE

4.2 Interferências com a Duplicação da CE-025 – CTR 041/2016 – SETUR – CAGECE

**RELATÓRIO SOBRE O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS – INTERFERÊNCIAS COM A
DUPLICAÇÃO DA CE-025**

FORTALEZA – CE

01/07/2020



**DESCRITIVO - CRONOLOGIA
DOS FATOS E SITUAÇÃO ATUAL**

INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo apresentar a situação em que se encontra os elementos integrantes do Sistema de abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas em Junho de 2020, implantados através do CTR 10/ 2011 - SETUR nas margens da Rodovia CE-025.

Sabe-se que as obras de duplicação da CE-025 estão sendo realizadas através do CTR: 010/2018 pela CLC - Construtora Luiz Costa LTDA, sob a responsabilidade da SOP – Superintendência de Obras Públicas e que a referida obra tem gerado danos às tubulações e demais elementos integrantes do Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas, outrora implantados às margens dessa Rodovia, com as devidas autorizações do DER-CE – Departamento de Estradas e Rodagens do Estado do Ceará.

Após várias tratativas entre Cagece e SOP, em reunião realizada “in loco” no dia 03/06/2020, com representantes da DEN-CAGECE e SOP, foi acertado que a SOP iria executar os reparos que se fizessem necessários para restabelecer a funcionalidade do sistema avariado.

HISTÓRICO DE VERIFICAÇÃO

Com o objetivo de sanar o problema, a Cagece formou uma força tarefa para atuar no acompanhamento, projeto e fiscalização das ações que serão realizadas para a recuperação do sistema danificado. Diante disso, já foram realizadas, as seguintes ações:

- 1 – Foi solicitada uma série de informações à SOP, tais como o “AS BUILT” da Rodovia, seções de corte e aterro, locação de calçadas, postes e outros, a fim de respaldar e permitir possíveis alterações no projeto com o mínimo de interferência possível em elementos existentes;
- 2 – A equipe de fiscalização que acompanhava a obra, ainda em execução do Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas, foi reforçada com incremento de efetivo técnico para propor soluções e ajudar no diagnóstico da atual situação. Diante disso, foi realizada visita técnica nos dias 08/06/2020 e 11/06/2020, aonde foram colhidas evidências fotográficas georreferenciadas anexas no presente relatório que deverão

subsidiar a tomada de decisão dos responsáveis pela recuperação do Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas.

3 – Levantamento fotográfico aéreo do caminhamento da CE-025 (Anexo 3) e da Av. Estrela do Mar (Anexo 2), ilustrando a situação atual.

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS

Durante a visita realizada em 08/06/2020, a equipe da fiscalização da Cagece, percorreu todo o trecho onde ocorreram interferências com a rodovia duplicada, desde o Entroncamento da AV. Oceano Índico até a Ponte sobre o Rio Pacoti.

Verificou-se que a Construtora CLC continua executando a movimentação de terra desde o Entroncamento da Av. Oceano Índico até a Rua Mar Ageu, continuando a danificar a tubulação de PRFV 500mm, de PVC DEFoFo de 400mm e 150mm, a rede de PVC 50 mm e a RCE em PVC OCRE 150mm, conforme fotos 1 a 22, anexo 1. Incluindo nesse trecho (especificamente no local do entroncamento da Av. Oceano Índico com CE-025) várias travessias, são elas:

- Linha de recalque de PRFV 500mm;
- Linha de recalque de PVC DEFoFo 400mm;
- Adutora de PRFV 600mm;
- Rede de distribuição de água de PVC DEFoFo 400mm;
- Rede coletora de esgoto 150mm.

O trecho compreendido entre a Rua Mar Ageu e a Av. Oceano Atlântico (Rotatória do Beach Park), ainda não sofreu intervenções até o momento da elaboração deste relatório, mas certamente deverão ocorrer escavações para remoção da pavimentação asfáltica existente e provavelmente substituição de base e subbase. É importante deixar claro que caso esses serviços ocorram sem a remoção da tubulação existente de maneira adequada, inevitavelmente irão ocorrer danos irreparáveis aos tubos lá assentados.

Seguindo no sentido Ponte sobre o Rio Pacoti, verificou-se que o trecho entre a Av. Oceano Atlântico (Rotatória do Beach Park) e a Rua S.D.O (Esquina com Condomínio Beverly Hills), a duplicação da estrada já está praticamente finalizada, com a existência de muitos pedaços de tubos quebrados nas margens da Rodovia (conforme fotos 32 a 85, anexo 1), ao longo de todo trecho, o

que aponta para o fato de que provavelmente a tubulação foi totalmente suprimida e ao que tudo indica, sem os devidos cuidados para desacoplamento, transporte e estocagem. Outra possibilidade aponta para o seccionamento das tubulações nos pontos de interferência com os dispositivos de drenagem (bocas de lobos e tubos de concreto), o que por si só inviabilizaria a funcionalidade de toda adutora, redes de água e esgoto nesse trecho, dada a grande quantidade de bocas de lobo verificadas (aproximadamente 35 unidades) e portanto de possíveis seccionamentos (conforme fotos 144 e 145, anexo 1, tiradas à época das obras de drenagem). Em relação ao sistema de esgotamento, não foram localizados os tampões de FoFo dos PV's, que integram a rede coletora de esgoto, sobre o pavimento asfáltico ou calçadas, o que nos leva a crer que os PV's foram removidos ou aterrados.

Dando continuidade ao caminhamento das adutoras, no trecho entre a Rua S.D.O (Esquina com Condomínio Beverly Hills) e a Ponte sobre o Rio Pacoti, verificamos uma grande quantidade de tubos de PRFV jogados nas margens da Rodovia, muitos com avarias visíveis e todos estocados de maneira incorreta (conforme fotos 86 a 143, anexo 1). Foi localizado o Tê de uma das ventosas instaladas (Foto 133, anexo 1). Foi localizado também o tê da descarga próximo à ponte (Foto 138, anexo 1). Em relação à travessia do sistema de esgotamento sanitário (em frente ao Condomínio Encosta das Dunas, foto 107, anexo 1), sabemos que a tubulação da travessia foi totalmente suprimida, pois não localizamos o PV de montante e a jusante, localizamos apenas os entulhos da demolição do PV (Fotos 104 a 106, anexo 1) . Tal fato inviabiliza o esgotamento de todo o lado sudoeste do sistema.

CONCLUSÃO

Diante da situação encontrada pela equipe da fiscalização da Cagece, ficou evidenciado a falta de zelo dos responsáveis pelo CTR: 010/2018 – DUPLICAÇÃO DA CE-025 – TRECHO: RÓTULA COFECO – ENTRONCAMENTO AV. OCEANO ATLÂNTICO, em executar a obra de maneira a mitigar os problemas de interferências com a infraestrutura existente. Tal procedimento adotado durante a execução da obra, gerou danos irreversíveis na maior parte dos materiais implantados no Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas.

Aparentemente grande parte das tubulações foram suprimidas ou seccionadas. A tubulação suprimida em sua maioria encontra-se danificada com avarias provocadas pelo desacoplamento

incorreto, estando estocada de maneira indevida, exposta às intempéries já há mais de 1 ano, sendo assim não recomendamos o seu aproveitamento, a não ser que sejam realizados ensaios que certifiquem e garantam a qualidade do material e sua aplicabilidade conforme as solicitações de projeto.

Sabemos da existência de alguns tubos de PRFV no antigo canteiro abandonado da Construtora Mendes Júnior Trading, fornecidos através do CTR: 10/2011, responsável por iniciar as obras de Implantação do Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas. No entanto sabemos que esses tubos estão estocados nesse local há mais de 6 anos sem proteção contra intempéries. Diante disso, caso a SOP solicite autorização para utilização desse material durante as obras de recuperação do sistema danificado, também se faz necessário a realização de ensaios de qualidade na tubulação e outros materiais a serem aplicados.

Em relação aos trechos onde há tramos de tubulação que não foram removidos, mesmo tendo sido seccionados em algum ponto da linha, mantemos nossa recomendação de não aproveitar esses tubos, pois como sabemos os serviços de movimentação de terra que compreendem a execução de uma estrada, incluem a compactação das camadas do pavimento com rolo vibratório (Foto 9, anexo 1), o que pode ter gerado avarias, como trincas e achatamento, nos tubos enterrados sob as camadas compactadas. Além disso, durante o processo de escavação mecânica, muitas vezes pode ocorrer de a concha da máquina atingir a tubulação enterrada sem que o operador perceba, gerando danos no tubo.

Recomendamos que quando da execução das escavações do trecho ainda sem intervenção, entre a Av. Oceano Atlântico (Rotatória do Beach Park) e Rua Mar Ageu, seja realizado o correto desacoplamento, transporte e estocagem, principalmente das adutoras de PRFV 500mm e DEFoFo 400mm, antes de qualquer intervenção, dado o elevado valor dessa tubulação, buscando assim minorar os prejuízos.

Diante do exposto acima, recomendamos fortemente que toda a tubulação a ser utilizada na recuperação dos sistemas avariados, seja adquirida de fornecedor com CCT (Certificado de Conformidade Técnica) vigente na Cagece, com os devidos ensaios de qualidade técnica apresentados pelo fornecedor e por um laboratório terceiro isento. Não indicamos, de nenhuma maneira, a aplicação de qualquer tubulação presente nas margens da Rodovia ou no antigo canteiro da Construtora Mendes Júnior, sem que os devidos ensaios de qualidade técnica sejam realizados por laboratório credenciado pela Cagece.

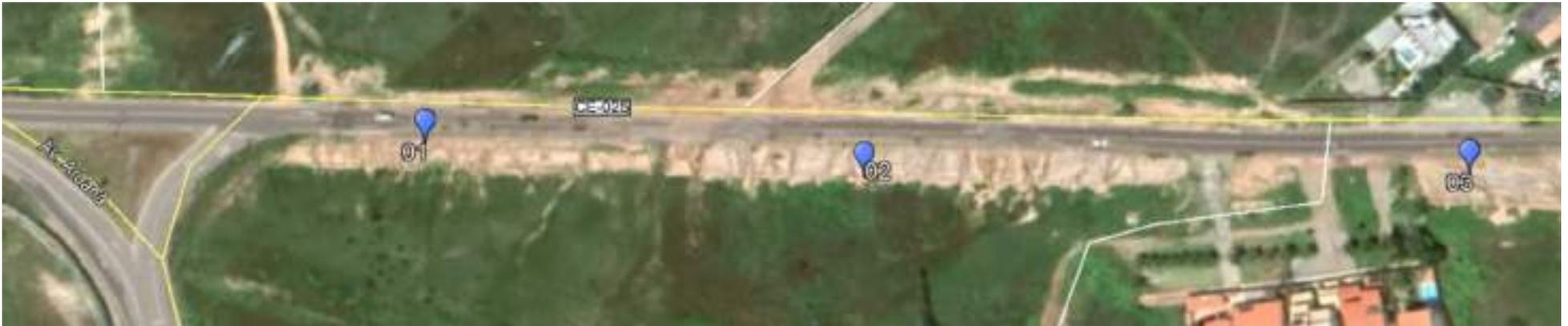
É importante registrar que no dia 29/07/2020 a Ameron (Fabricante dos Tubos em PRFV aplicados no sistema), enviou um técnico para realizar uma inspeção nos tubos que encontram-se estocados no antigo canteiro da Mendes Júnior e deverá, posteriormente, encaminhar um laudo técnico sobre a análise realizada. No momento do fechamento do presente relatório (início de Julho de 2020), passados 22 dias desde a elaboração do registro fotográfico em anexo, a Construtora CLC está dando início aos levantamentos topográficos solicitados pela Cagece, a fim de elaborar detalhamento das travessias, redes coletoras, redes de abastecimento de água, linhas de recalque e adutora de água. Foi sugerido pela fiscalização da GOMET a utilização de um novo caminhamento pela Av. Estrela do Mar, paralela à CE-025 (conforme anexo 2). A construtora de CLC, ficou de executar o levantamento topográfico do caminhamento sugerido e enviar para a análise da Cagece.

A partir desse levantamento, a Cagece, por meio da Gproj, deverá realizar o projeto e orçamento detalhado, necessário para a execução da recomposição do Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Porto das Dunas. Este projeto e orçamento será enviado para que a SOP possa iniciar as obras de recomposição, conforme acertado entre as partes.



Anexo 1
REGISTRO FOTOGRÁFICO
GEORREFERENCIADO

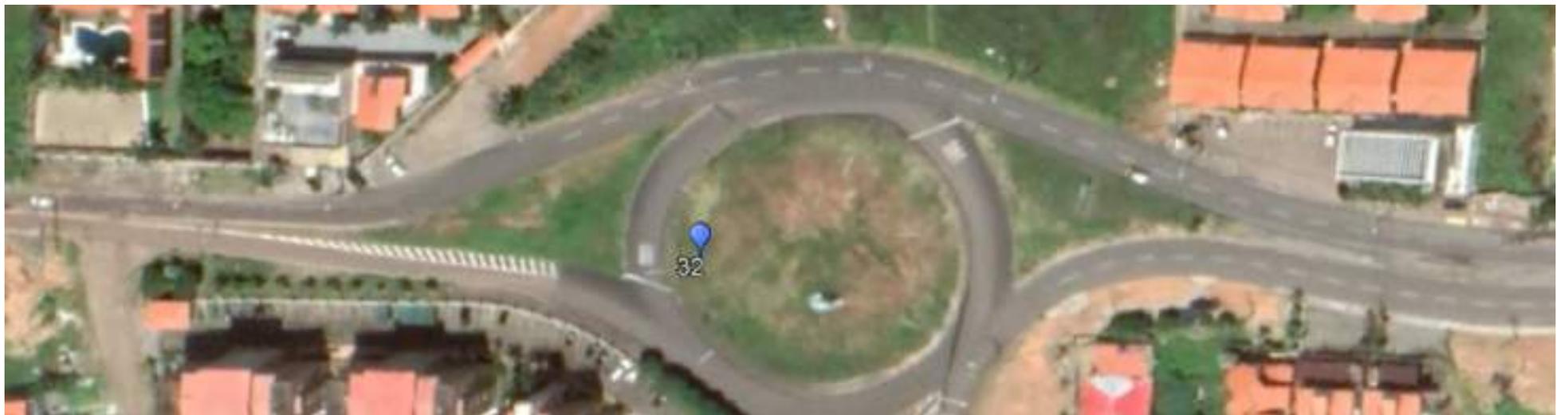
IMAGENS GEOLOCALIZADAS



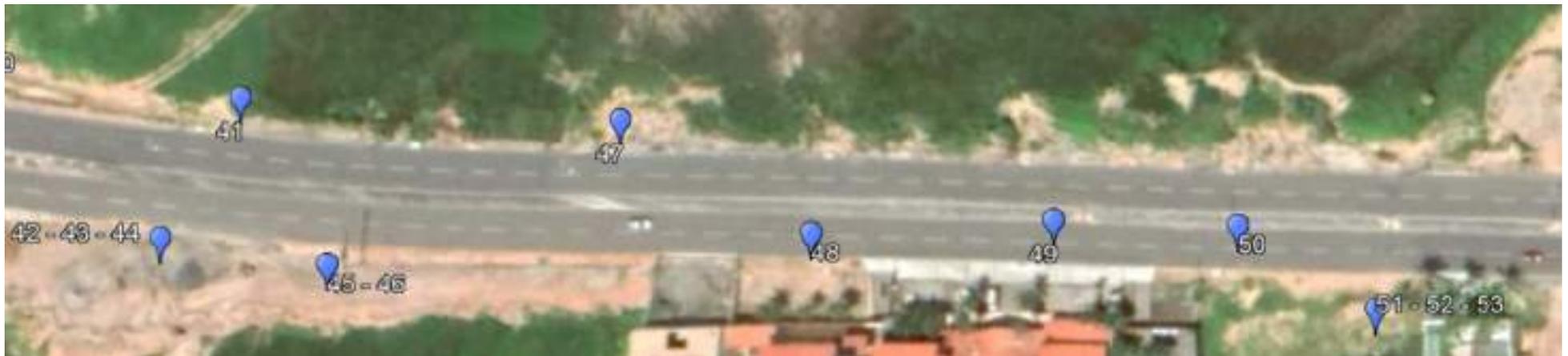
IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMAGENS GEOLOCALIZADAS



IMAGENS GEOLOCALIZADAS



SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 01

Pedaços de tubos de PVC e PVC DEFoFo espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 02

Pedaços de tubos de PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 03

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 04

Pedaços de tubos de PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 05

Pedaços de tubos de PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 06

Pedaços de tubos de PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 07

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 08

Pedaços de tubos de PRFV e PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 09

Máquinas usadas para movimentação de terra e compactação das camadas de pavimentação.



Foto : 10

Pedaços de tubos de PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 11

Frente de serviço mobilizada.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 12

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 13

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 14

Vista de parte dos equipamentos mobilizados e do pedaço de tubo de PRFV arrancado.



Foto : 15

Pedaços de tubos de PVC, espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 16

Pedaços de tubos de PVC DEFoFo, espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 17

Pedacos de tubos de PVC DEFoFo, espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 18

Tubulação da adutora de PVC DEFoFo 400mm, totalmente avariada.



Foto : 19

Tubulação da adutora de PVC DEFoFo 400mm, totalmente avariada.



Foto : 20

Pedacos de tubos de PVC DEFoFo, espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 21

Pedacos de tubos de PVC, espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 22

Frente de serviço, com equipamentos, removendo o pavimento existente.



Foto : 23

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 24

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 25

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 26

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 27

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 28

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 29

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 30

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 31

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 32

Rotatória da CE-025 com AV. Oceano Atlântico.



Foto : 33

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 34

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 35

Boca de lobo locada próximo à rede de esgoto pré existente. LE sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 36

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 37

Boca de lobo locada próximo à rede de esgoto pré existente. LE sentido Golf Ville - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 38

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 39

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 40

Boca de lobo locada próxima à rede de esgoto pré existente. LE sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 41

Boca de lobo locada próxima à rede de esgoto pré existente. LE sentido Golf Ville - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 42

Pedaços de tubos de PRFV e PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 43

Pedaços de tubos de PVC espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 44

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 45

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 46

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025, junto com o material escavado.



Foto : 47

Boca de lobo locada próximo à rede de esgoto pré existente. LE sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 48

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 49

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 50

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 51

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 52

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.

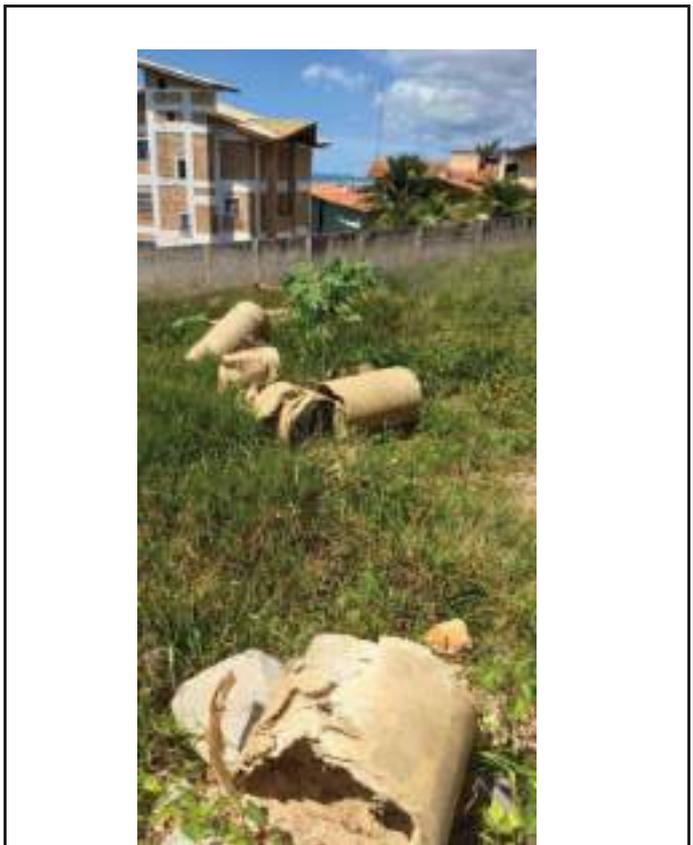


Foto : 53

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 54

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 55

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 56

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 57

Boca de lobo locada próximo à rede de esgoto pré existente. LE sentido Golf Ville - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 58

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 59

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 60

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 61

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 62

Boca de lobo locada próximo à rede de esgoto pré existente. LE sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 63

Boca de lobo locada próximo à rede de esgoto pré existente. LE sentido Golf Ville - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 64

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 65

Boca de lobo locada próximo à rede de esgoto pré existente. LE sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 66

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 67

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 68

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 69

Boca de lobo locada próximo à rede de esgoto pré existente. LE sentido Golf Ville - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 70

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 71

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 72

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 73

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 74

Pedaços de tubos de PVC, espalhados nas margens da CE-025.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 75

Pedaços de tubos de PVC, espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 76

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 77

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 78

Boca de lobo locada próximo à rede de esgoto pré existente. LE sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 79

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 80

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 81

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 82

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 83

Pedaços de tubos de PVC, espalhados nas margens da CE-025.



Foto : 84

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 85

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 86

Boca de lobo locada sobre o caminhamento da adutora de PRFV. LD sentido Golf Ville - Alphaville.



Foto : 87

Pedaços de tubos de PRFV espalhados nas margens da CE-025.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 88

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 89

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 90

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 91

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 92

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Cagece

Companhia
de Água e Esgoto
do Ceará

REGISTRO FOTOGRÁFICO

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 93

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 94

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 95

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 96

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 97

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 98

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 99

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 100

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 101

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 102

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 103

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 104

PV de jusante da travessia da RCE destruído, após a execução da galeria de drenagem.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 105

PV de jusante da travessia da RCE destruído, após a execução da galeria de drenagem.



Foto : 106

PV de jusante da travessia da RCE destruído, após a execução da galeria de drenagem.



Foto : 107

PV de montante da travessia da RCE não foi localizado, provavelmente foi destruído e aterrado.



Foto : 108

Local da travessia sob a CE-025.



Foto : 109

Caminhamento após a travessia sob a CE-025.



Foto : 110

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 111

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 112

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 113

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 114

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

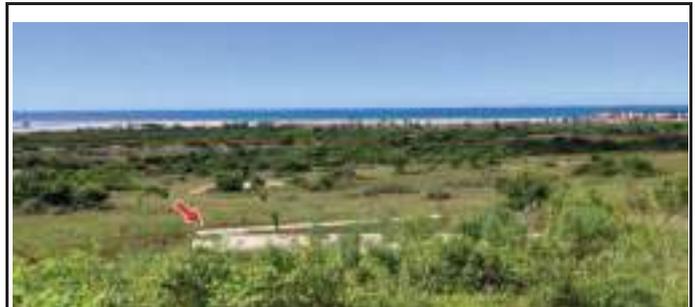


Foto : 115

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 116

Placa de identificação da obra da CE-025.



Foto : 117

Restos de tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025.



Foto : 118

Restos de tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025.



Foto : 119

Restos de tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025.



Foto : 120

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 121

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 122

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 123

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 124

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 125

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 126

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 127

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 128

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 129

Restos de tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025.



Foto : 130

Restos de tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025.



Foto : 131

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 132

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 133

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries. Tê da ventosa com tocos de FoFo espalhados na margem da CE-025



Foto : 134

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 135

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 136

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 137

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 138

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries. Tê da ventosa com tocos de FoFo espalhados na margem da CE-025

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 139

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 140

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 141

Tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025, expostos às intempéries.



Foto : 142

Restos de tubos de PRFV retirados durante as obras da CE-025.



Foto : 143

Resto de material retirados durante o reparo da tubulação da adutora avariada, durante as obras de duplicação da CE-025



Foto : 144

Escavação para a execução da caixa da boca de lobo. Foto retirada durante a execução das obras da CE-025, pela equipe de fiscalização da Cagece

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO PORTO DAS DUNAS - TRECHO ÀS MARGENS DA CE-025.



Foto : 145

Escavação para a execução da caixa da boca de lobo. Tubulação da adutora seccionada. Foto retirada durante a execução das obras da CE-025, pela equipe de fiscalização da Cagece



Anexo 2
CAMINHAMENTO SUGERIDO PELA
GOMET – AV. ESTRELA DO MAR











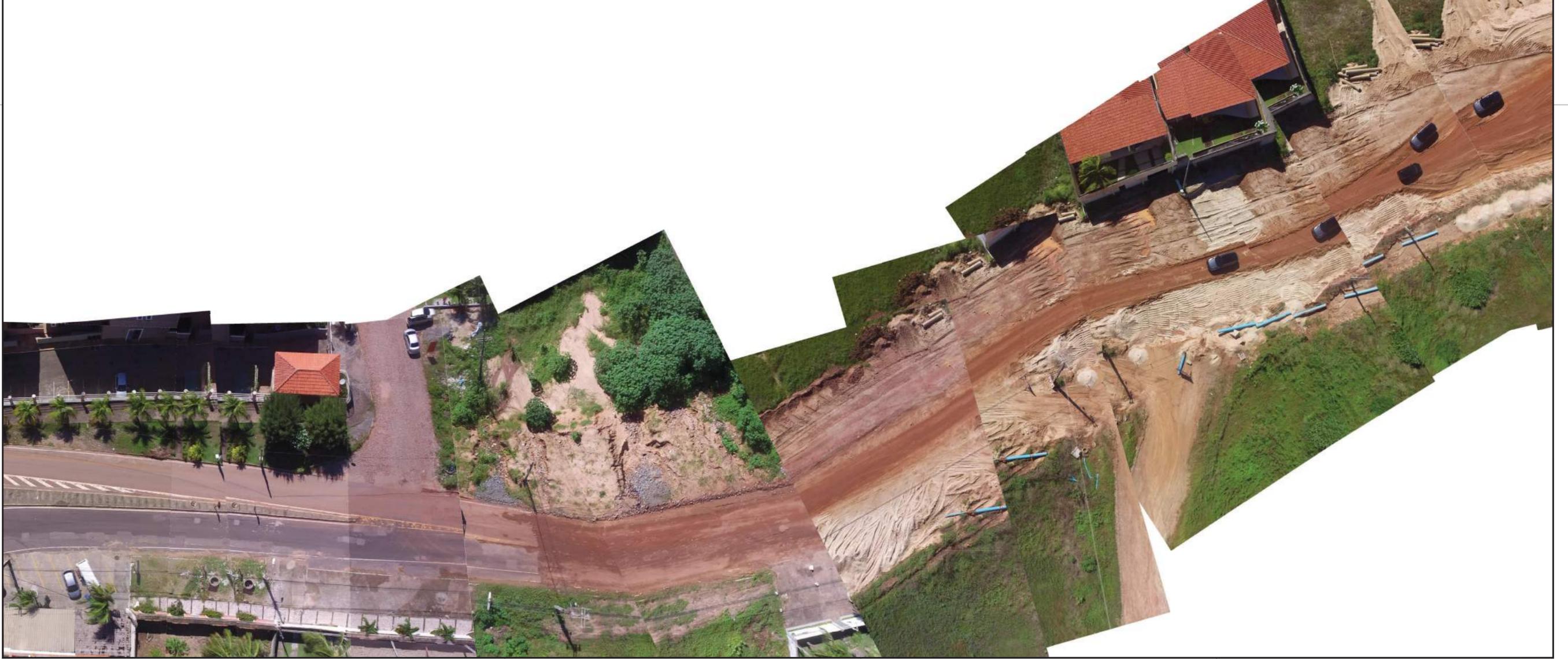
Anexo 3
CAMINHAMENTO ANTIGO – CE-025,
SITUAÇÃO ATUAL

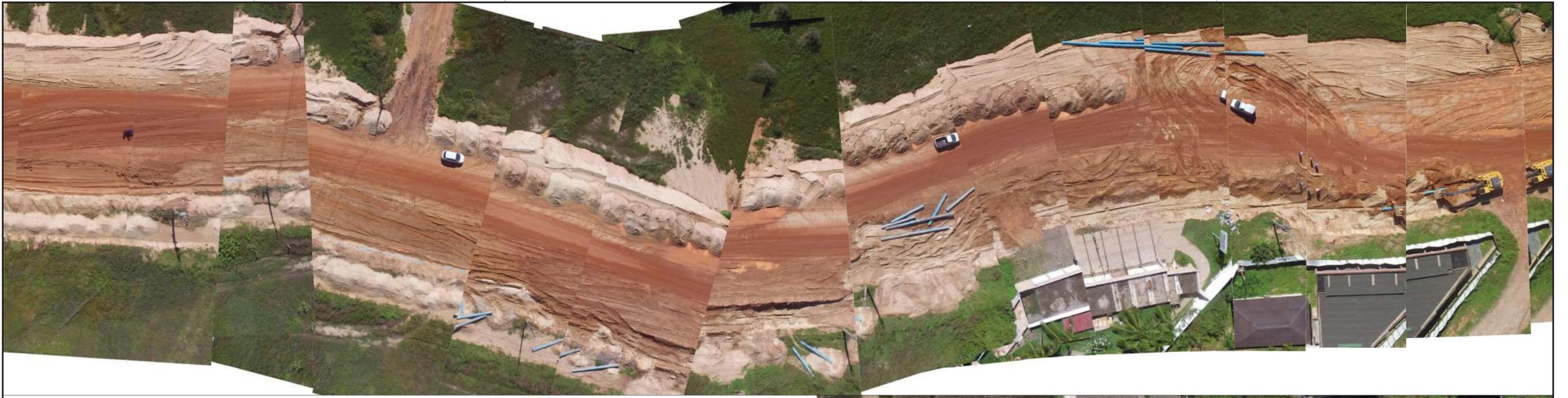












4.3 Dimensionamento das Tubulações da Adutora – Cálculo das Perdas de Carga pela Fórmula Universal

TRECHO DE ADUTORA EM FERRO FUNDIDO DN500 K-7/PN-16
Vazão da 1a ETAPA

CALCULO DO FATOR DE ATRITO - FÓRMULA DE COLEBOOK

Parâmetros:

Temperatura (t)	30 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,1864 m³/s
Rugosidade (K):	0,00013 m
Diâmetro Interno (D):	508,00 mm
Velocidade do Fluxo (V):	0,92 m/s
Densidade do líquido (ρ):	995,65 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000801 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	580.924,58
Fator de Atrito (F)	0,01566

Equação para o número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	2300,00 m
Perda de carga distribuida	1,3280 m/km
Perda de Carga distribuida total	3,054 m

TRECHO DE ADUTORA EM PRFV DN500 PN-16

Vazão da 1a etapa

CALCULO DO FATOR DE ATRITO - FÓRMULA DE COLEBOOK

Parâmetros:

Temperatura (t)	30 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,1864 m³/s
Rugosidade (K):	0,00010 m
Diâmetro Interno (D):	516,00 mm
Velocidade do Fluxo (V):	0,89 m/s
Densidade do líquido (ρ):	995,65 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000801 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	571.918,00
Fator de Atrito (F)	0,01520

Equação para o número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	794,00 m
Perda de carga distribuida	1,1921 m/km
Perda de Carga distribuida total	0,947 m

TRECHO DE ADUTORA EM PEAD DE630 PN-16 SDR11 - 1a etapa
Vazão da 1a etapa

CALCULO DO FATOR DE ATRITO - FÓRMULA DE COLEBOOK

Parâmetros:

Temperatura (t)	28 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,1864 m³/s
Rugosidade (K):	0,00010 m
Diâmetro Interno (D):	515,60 mm
Velocidade do Fluxo (V):	0,89 m/s
Densidade do líquido (ρ):	996,21 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000841 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	544.994,40
Fator de Atrito (F)	0,01526

Equação para o número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	5300,00 m
Perda de carga distribuida	1,2023 m/km
Perda de Carga distribuida total	6,372 m

TRECHO DE ADUTORA EM FERRO FUNDIDO DN500 K-7/PN-16
Vazão da 2a etapa

CALCULO DO FATOR DE ATRITO - FÓRMULA DE COLEBOOK

Parâmetros:

Temperatura (t)	30 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,2556 m³/s
Rugosidade (K):	0,00013 m
Diâmetro Interno (D):	508,00 mm
Velocidade do Fluxo (V):	1,26 m/s
Densidade do líquido (ρ):	995,65 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000801 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	796.678,76
Fator de Atrito (F)	0,01534

Equação para o número de Reynolds:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{R\sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	2300,00 m
Perda de carga distribuida	2,4471 m/km
Perda de Carga distribuida total	5,628 m

TRECHO DE ADUTORA EM PRFV DN500 PN-16
Vazão da 2a etapa

CALCULO DO FATOR DE ATRITO - FÓRMULA DE COLEBOOK

Parâmetros:

Temperatura (t)	30 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,2556 m³/s
Rugosidade (K):	0,00010 m
Diâmetro Interno (D):	516,00 mm
Velocidade do Fluxo (V):	1,22 m/s
Densidade do líquido (ρ):	995,65 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000801 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	784.327,15
Fator de Atrito (F)	0,01484

Equação para o número de Reynolds:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{R\sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	794,00 m
Perda de carga distribuida	2,1891 m/km
Perda de Carga distribuida total	1,738 m

TRECHO DE ADUTORA EM PEAD DE630 PN-16 SDR11

Vazão da 2a etapa

CALCULO DO FATOR DE ATRITO - FÓRMULA DE COLEBOOK

Parâmetros:

Temperatura (t)	28 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,2556 m³/s
Rugosidade (K):	0,00010 m
Diâmetro Interno (D):	515,60 mm
Velocidade do Fluxo (V):	1,22 m/s
Densidade do líquido (ρ):	996,21 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000841 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	747.320,65
Fator de Atrito (F)	0,01489

Equação para o número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	5300,00 m
Perda de carga distribuida	2,2059 m/km
Perda de Carga distribuida total	11,691 m

4.4 Dimensionamento da Estação Elevatória de Água Tratada - 1ª e 2ª Etapas

1. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA (1a Etapa)

1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

1.1.1 - LINHA DE RECALQUE

$Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão máxima de bombeamento

L_{total} = Comprimento total da adutora

186,40 L/s

8.394,00 m

A adutora será executada em três segmentos de materiais distintos conforme listagem a seguir:

Tipo de material da tubulação

L_{fofo} = Comprimento da tubulação em FoFo

FoFo

2.300,00 m

Tipo de material da tubulação

L_{prfv} = Comprimento da tubulação em PRFV

PRFV

794,00 m

Tipo de material da tubulação

L_{pead} = Comprimento da tubulação em PEAD

PEAD

5.300,00 m

1.1.2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

$Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão máxima de bombeamento

N_b = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)

N_{br} = Número de bombas reservas

Tipo de bombas:

186,40 L/s

3 bomba

1 bomba

Centrífugas

1.2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

1.2.1 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR

O dimensionamento das perdas de carga linear serão realizados pela fórmula universão, segue cálculo.

J = Perda de carga linear total

10,37 m

1.2.1.1 Trecho com tubulação em ferro fundido

L_{fofo} = Comprimento da tubulação

D_i = Diâmetro interno

(k) = Rugosidade

2.300,00 m

508 mm

0,125 mm

Parâmetros:

Temperatura (t)	30 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,1864 m ³ /s
Rugosidade (K):	0,00013 m
Diâmetro Interno (D):	508,00 mm
Velocidade do Fluxo (V):	0,92 m/s
Densidade do líquido (ρ):	995,65 kg/m ³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000801 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	580.924,58
Fator de Atrito (F)	0,01566

Equação para o número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	2300,00 m
Perda de carga distribuída	1,3280 m/km
Perda de Carga distribuída total do trecho em fofo	3,054 m

3,05 m

1.2.1.2 Trecho com tubulação em PRFV

Lfofo = Comprimento da tubulação

Di = Diâmetro interno

(k) = Rugosidade

794,00 m

516 mm

0,100 mm

Parâmetros:

Temperatura (t)	30 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,1864 m³/s
Rugosidade (K):	0,00010 m
Diâmetro Interno (D):	516,00 mm
Velocidade do Fluxo (V):	0,89 m/s
Densidade do líquido (ρ):	995,65 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000801 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	571.918,00
Fator de Atrito (F)	0,01520

Equação para o número de Reynolds:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{R\sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	794,00 m
Perda de carga distribuída	1,1921 m/km
Perda de Carga distribuída total	0,947 m

0,95 m

1.2.1.3 Trecho com tubulação em PEAD SDR-11 PN-16

Lfofo = Comprimento da tubulação

Di = Diâmetro interno

(k) = Rugosidade

5.300,00 m

516,6 mm

0,100 mm

Parâmetros:

Temperatura (t)	28 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,1864 m³/s
Rugosidade (K):	0,00010 m
Diâmetro Interno (D):	515,60 mm
Velocidade do Fluxo (V):	0,89 m/s
Densidade do líquido (ρ):	996,21 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000841 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	544.994,40
Fator de Atrito (F)	0,01526

Equação para o número de Reynolds:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{R\sqrt{f}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$h_f = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	5300,00 m
Perda de carga distribuída	1,2023 m/km
Perda de Carga distribuída total	6,372 m

6,37 m

1.2.4 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidades existentes nas tubulações do barrilete e na própria linha de recalque. Ver a equação a seguir:

$$h_f = K_b \frac{V_b^2}{2g} + K_r \frac{V_r^2}{2g}$$

Onde:

- K_b = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete de sucção
- Q_b = Vazão no barrilete de sucção
- D_{Nb} = Diâmetro da Sucção
- V_b = Velocidade do fluxo no barrilete de sucção
- g = Aceleração da gravidade
- h_b = Perda de carga localizada no barrilete sucção

1,68
223,68 m³/s
250,00 mm
1,27 m/s
9,81 m/s²
0,14 m

OBS: K_b foi obtido através do somatório de todos os $K(s)$ relativos à todas as singularidades no barrilete de sucção. Ver tabela a seguir:

Barrilete de Sucção			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação d/D=3/4	0,19		
Redução d/D=1/2	0,33	1,00	0,33
Curva 90°	0,40	1,00	0,40
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00		
Crivo	0,75	1,00	0,75

K_b

1,68

- K_r = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete de recalque
- D_{Nr} = Diâmetro do barrilete de recalque
- Q_b = Vazão no barrilete de recalque
- V_r = Velocidade do fluxo na linha de recalque
- g = Aceleração da gravidade
- h_r = Perda de carga localizada na linha de recalque

4,87
250,00 mm
223,68 m³/s
1,27 m/s
9,81 m/s²
0,40 m

OBS: K_r foi obtido através do somatório de todos os $K(s)$ relativos à todas as singularidades no barrilete de recalque. Ver tabela a seguir:

Barrilete de Recalque			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação d/D=3/4	0,19	1,00	0,19
Redução d/D=1/2	0,33	1,00	0,33
Curva 90°	0,40	3,00	1,20
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20		
Válvula de retenção	3,00	1,00	3,00
Válvula borboleta	0,15	1,00	0,15

K_r

4,87

K_{adt} = Coeficiente relacionado às singularidades na adutora

DN_r = Diâmetro do barrilete de recalque

Q_b = Vazão no barrilete de recalque

V_r = Velocidade do fluxo na linha de recalque

g = Aceleração da gravidade

h_r = Perda de carga localizada na linha de recalque

33,85

508,00 mm

671,04 m³/s

0,92 m/s

9,81 m/s²

1,46 m

OBS: K_r foi obtido através do somatório de todos os K(s) relativos à todas as singularidades no barrilete de recalque. Ver tabela a seguir:

Barrilete de Recalque			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20	4,00	0,80
Ampliação d/D=3/4	0,19		
Redução d/D=1/2	0,33		
Curva 90°	0,40	12,00	4,80
Tê (passagem direta)	0,90	29,00	26,10
Tê (saída lateral)	2,00	1,00	2,00
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20		
Válvula de retenção	3,00		
Válvula borboleta	0,15	1,00	0,15

K_{adutora}

33,85

A perda de carga total na adutora é obtida pela equação a seguir:

Onde:

j = Perda de carga linear total

h_l = todas as perda de carga localizada

H_t = Perda de carga total na tubulação

10,37 m

1,99 m

12,37 m

1.3. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

1.3.1 - CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total.

O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção. Ver a equação a seguir:

$$H_g = C_{MAX,rec} - C_{MIN,suc}$$

Onde:

C_{máx,rec} = Cota do ponto mais alto da linha de recalque

C_{mín,suc} = Cota do nível mínimo do poço de sucção

92,68 m

13,60 m

Desta forma obtém-se o seguinte desnível geométrico

H_g = Desnível Geométrico

79,08 m

A altura manométrica total (AMT) será dada pela equação a seguir:

$$AMT = H_g + H_j$$

Onde:

H_g^* = desnível Geométrico
 H_f = Perda de carga total
 AMT = Altura Manométrica Total

79,08 m

12,37 m

91,45 m

1.3.2 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

$$P = \frac{W \cdot Q_{\max} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \cdot F_s$$

Onde:

P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória
 W = Peso específico do líquido a ser recalcado
 Q_{\max} = Vazão de bombeamento para fim de plano para cada bomba (por bomba)
 H_g^* = desnível geométrico
 AMT = Altura Manométrica Total
 N_b = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo
 η = Rendimento do conjunto motor-bomba
 F_s = Fator de Serviço

1000 Kg/m³

62,13 L/s

79,08 m

91,45 m

3 bomba(s)

54,2%

1,10

Para o cálculo, adotou-se as bombas com as seguintes características

Tipo de bombas:

η_b = Rendimento da bomba

η_m = Rendimento do motor

Centrífugas

64,5%

84,0%

Aplicando a equação acima, a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

P = Potência instalada por conjunto motor-bomba:

153,8 CV

151,7 HP

113,05 kW

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

175,00 CV

Potência comercial total da estação elevatória:

525,00 CV

1. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATORIA - 2a Etapa

1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

1.1.1 - LINHA DE RECALQUE

$Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão máxima de bombeamento
 L_{total} = Comprimento total da adutora

255,60 L/s
 8.394,00 m

A adutora será executada em três segmentos de materiais distintos conforme listagem a seguir:

Tipo de material da tubulação
 L_{fofo} = Comprimento da tubulação em FoFo
 Tipo de material da tubulação
 L_{prfv} = Comprimento da tubulação em PRFV
 Tipo de material da tubulação
 L_{pead} = Comprimento da tubulação em PEAD

FoFo
 2.300,00 m
 PRFV
 794,00 m
 PEAD
 5.300,00 m

1.1.2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

$Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão máxima de bombeamento
 N_b = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)
 N_{br} = Número de bombas reservas
 Tipo de bombas:

255,60 L/s
 4 bomba
 1 bomba
 Centrífugas

1.2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

1.2.1 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR

O dimensionamento das perdas de carga linear serão realizados pela fórmula universão, segue cálculo.

J = Perda de carga linear total

19,06 m

1.2.1.1 Trecho com tubulação em ferro fundido

L_{fofo} = Comprimento da tubulação
 D_i = Diâmetro interno
 (k) = Rugosidade

2.300,00 m
 508 mm
 0,125 mm

Parâmetros:

Temperatura (t)	30 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,2556 m ³ /s
Rugosidade (K):	0,00013 m
Diâmetro Interno (D):	508,00 mm
Velocidade do Fluxo (V):	1,26 m/s
Densidade do líquido (ρ):	995,65 kg/m ³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000801 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	796.678,76
Fator de Atrito (F)	0,01534

Equação para o número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (h_f) - Fórmula Universal

$$h_f = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	2300,00 m
Perda de carga distribuída	2,4471 m/km
Perda de Carga distribuída total do trecho em fofo	5,628 m

5,63 m

1.2.1.2 Trecho com tubulação em PRFV

Lfofo = Comprimento da tubulação

Di = Diâmetro interno

(k) = Rugosidade

794,00 m

516 mm

0,100 mm

Parâmetros:

Temperatura (t)	30 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,2556 m³/s
Rugosidade (K):	0,00010 m
Diâmetro Interno (D):	516,00 mm
Velocidade do Fluxo (V):	1,22 m/s
Densidade do líquido (ρ):	995,65 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000801 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	784.327,15
Fator de Atrito (F)	0,01484

Equação para o número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	794,00 m
Perda de carga distribuída	2,1891 m/km
Perda de Carga distribuída total	1,738 m

1,74 m

1.2.1.3 Trecho com tubulação em PEAD SDR-11 PN-16

Lfofo = Comprimento da tubulação

Di = Diâmetro interno

(k) = Rugosidade

5.300,00 m

516,6 mm

0,100 mm

Parâmetros:

Temperatura (t)	28 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,2556 m³/s
Rugosidade (K):	0,00010 m
Diâmetro Interno (D):	515,60 mm
Velocidade do Fluxo (V):	1,22 m/s
Densidade do líquido (ρ):	996,21 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000841 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	747.320,65
Fator de Atrito (F)	0,01489

Equação para o número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{R\sqrt{f}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$h_f = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	5300,00 m
Perda de carga distribuída	2,2059 m/km
Perda de Carga distribuída total	11,691 m

11,69 m

1.2.4 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidades existentes nas tubulações do barrilete e na própria linha de recalque. Ver a equação a seguir:

$$h_f = K_b \frac{V_b^2}{2g} + K_r \frac{V_r^2}{2g}$$

Onde:

K_b = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete de sucção

Q_b = Vazão no barrilete de sucção

DN_b = Diâmetro da Sucção

V_b = Velocidade do fluxo no barrilete de sucção

g = Aceleração da gravidade

h_b = Perda de carga localizada no barrilete sucção

1,68

230,04 m³/s

250,00 mm

1,30 m/s

9,81 m/s²

0,15 m

OBS: K_b foi obtido através do somatório de todos os $K(s)$ relativos à todas as singularidades no barrilete de sucção. Ver tabela a seguir:

Barrilete de Sucção			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação $d/D=3/4$	0,19		
Redução $d/D=1/2$	0,33	1,00	0,33
Curva 90°	0,40	1,00	0,40
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00		
Crivo	0,75	1,00	0,75

K_b

1,68

K_r = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete de recalque

DN_r = Diâmetro do barrilete de recalque

Q_b = Vazão no barrilete de recalque

V_r = Velocidade do fluxo na linha de recalque

g = Aceleração da gravidade

h_r = Perda de carga localizada na linha de recalque

4,87

250,00 mm

230,04 m³/s

1,30 m/s

9,81 m/s²

0,42 m

OBS: K_r foi obtido através do somatório de todos os $K(s)$ relativos à todas as singularidades no barrilete de recalque. Ver tabela a seguir:

Barrilete de Recalque						
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL			
Curva 45°	0,20					
Ampliação d/D=3/4	0,19	1,00	0,19			
Redução d/D=1/2	0,33	1,00	0,33			
Curva 90°	0,40	3,00	1,20			
Tê (passagem direta)	0,90					
Tê (saída lateral)	2,00					
Te bilateral	1,80					
Válvula de gaveta	0,20					
Válvula de retenção	3,00	1,00	3,00			
Válvula borboleta	0,15	1,00	0,15			
				K_r	4,87	
<p>K_{ad} = Coeficiente relacionado às singularidades na adutora DN_r=Diâmetro do barrilete de recalque Q_b=Vazão no barrilete de recalque V_r = Velocidade do fluxo na linha de recalque g = Aceleração da gravidade h_r = Perda de carga localizada na linha de recalque</p>					33,85	
<p>OBS: K_r foi obtido através do somatório de todos os K(s) relativos à todas as singularidades no barrilete de recalque. Ver tabela a seguir:</p>					508,00 mm	
					920,16 m ³ /s	
					1,26 m/s	
					9,81 m/s ²	
					2,74 m	
				K_{adutora}	33,85	
<p>A perda de carga total na adutora é obtida pela equação a seguir:</p> <p>Onde:</p> <p>j = Perda de carga linear total h_r = todas as perda de carga localizada H_j = Perda de carga total na tubulação</p>					19,06 m	
					3,31 m	
					22,37 m	
1.3. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA						
1.3.1 - CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA						
<p>Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total.</p> <p>O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção. Ver a equação a seguir:</p>						
$H_g = C_{MAX,rec} - C_{MIN,suc}$						
<p>Onde:</p> <p>C_{máx,rec} = Cota do ponto mais alto da linha de recalque C_{mín,suc} = Cota do nível mínimo do poço de sucção</p>						92,68 m
						13,60 m
<p>Desta forma obtém-se o seguinte desnível geométrico</p> <p>H_g = Desnível Geométrico</p>						79,08 m
<p>A altura manométrica total (AMT) será dada pela equação a seguir:</p>						
$AMT = H_g + H_j$						
<p>Onde:</p>						

H_g^* = Desnível Geométrico
 H_j = Perda de carga total
 AMT = Altura Manométrica Total

79,08 m

22,37 m

101,45 m

1.3.2 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

$$P = \frac{W \cdot Q_{\max} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \cdot F_s$$

Onde:

P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória

W = Peso específico do líquido a ser recalcado

Q_{\max} = Vazão de bombeamento para fim de plano para cada bomba (por bomba)

H_g^* = desnível geométrico

AMT = Altura Manométrica Total

N_b = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo

η = Rendimento do conjunto motor-bomba

F_s = Fator de Serviço

1000 Kg/m³

63,90 L/s

79,08 m

101,45 m

4 bomba(s)

54,2%

1,10

Para o cálculo, adotou-se as bombas com as seguintes características

Tipo de bombas:

η_b = Rendimento da bomba

η_m = Rendimento do motor

Centrífugas

64,5%

84,0%

Aplicando a equação acima, a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

P = Potência instalada por conjunto motor-bomba:

175,5 CV

173,0 HP

128,98 kW

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

Potência comercial total da estação elevatória:

175,00 CV

700,00 CV

1. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA (1a Etapa)

1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

1.1.1 - LINHA DE RECALQUE

$Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão máxima de bombeamento
 L_{total} = Comprimento total da adutora

186,40 L/s
 8.394,00 m

A adutora será executada em três segmentos de materiais distintos conforme listagem a seguir:

Tipo de material da tubulação
 L_{fofo} = Comprimento da tubulação em FoFo

FoFo
 2.300,00 m

Tipo de material da tubulação
 L_{prfv} = Comprimento da tubulação em PRFV

PRFV
 794,00 m

Tipo de material da tubulação
 L_{pead} = Comprimento da tubulação em PEAD

PEAD
 5.300,00 m

1.1.2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

$Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão máxima de bombeamento
 N_b = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)
 N_{pr} = Número de bombas reservas
 Tipo de bombas:

186,40 L/s
 3 bomba
 1 bomba
 Centrífugas

1.2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

1.2.1 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR

O dimensionamento das perdas de carga linear serão realizados pela fórmula universão, segue cálculo.

J = Perda de carga linear total

10,37 m

1.2.1.1 Trecho com tubulação em ferro fundido

L_{fofo} = Comprimento da tubulação
 D_i = Diâmetro interno
 (k) = Rugosidade

2.300,00 m
 508 mm
 0,125 mm

Parâmetros:

Temperatura (t)	30 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,1864 m³/s
Rugosidade (K):	0,00013 m
Diâmetro Interno (D):	508,00 mm
Velocidade do Fluxo (V):	0,92 m/s
Densidade do líquido (ρ):	995,65 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000801 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	580.924,58
Fator de Atrito (F)	0,01566

Equação para o número de Reynolds:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{R \sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	2300,00 m
Perda de carga distribuída	1,3280 m/km
Perda de Carga distribuída total do trecho em fofo	3,054 m

3,05 m

1.2.1.2 Trecho com tubulação em PRFV

Lfofo = Comprimento da tubulação

Di = Diâmetro interno

(k) = Rugosidade

794,00 m

516 mm

0,100 mm

Parâmetros:

Temperatura (t)	30 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,1864 m³/s
Rugosidade (K):	0,00010 m
Diâmetro Interno (D):	516,00 mm
Velocidade do Fluxo (V):	0,89 m/s
Densidade do líquido (ρ):	995,65 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000801 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	571.918,00
Fator de Atrito (F)	0,01520

Equação para o número de Reynolds:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{R\sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	794,00 m
Perda de carga distribuída	1,1921 m/km
Perda de Carga distribuída total	0,947 m

0,95 m

1.2.1.3 Trecho com tubulação em PEAD SDR-11 PN-16

Lfofo = Comprimento da tubulação

Di = Diâmetro interno

(k) = Rugosidade

5.300,00 m

516,6 mm

0,100 mm

Parâmetros:

Temperatura (t)	28 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,1864 m³/s
Rugosidade (K):	0,00010 m
Diâmetro Interno (D):	515,60 mm
Velocidade do Fluxo (V):	0,89 m/s
Densidade do líquido (ρ):	996,21 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000841 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	544.994,40
Fator de Atrito (F)	0,01526

Equação para o número de Reynolds:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{R\sqrt{f}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$h_f = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	5300,00 m
Perda de carga distribuída	1,2023 m/km
Perda de Carga distribuída total	6,372 m

6,37 m

1.2.4 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidades existentes nas tubulações do barrilete e na própria linha de recalque. Ver a equação a seguir:

$$h_f = K_b \frac{V_b^2}{2g} + K_r \frac{V_r^2}{2g}$$

Onde:

- K_b = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete de sucção
- Q_b = Vazão no barrilete de sucção
- D_{Nb} = Diâmetro da Sucção
- V_b = Velocidade do fluxo no barrilete de sucção
- g = Aceleração da gravidade
- h_b = Perda de carga localizada no barrilete sucção

1,68
223,68 m³/s
250,00 mm
1,27 m/s
9,81 m/s²
0,14 m

OBS: K_b foi obtido através do somatório de todos os K(s) relativos à todas as singularidades no barrilete de sucção. Ver tabela a seguir:

Barrilete de Sucção			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação d/D=3/4	0,19		
Redução d/D=1/2	0,33	1,00	0,33
Curva 90°	0,40	1,00	0,40
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00		
Crivo	0,75	1,00	0,75

K_b

1,68

- K_r = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete de recalque
- D_{Nr} = Diâmetro do barrilete de recalque
- Q_b = Vazão no barrilete de recalque
- V_r = Velocidade do fluxo na linha de recalque
- g = Aceleração da gravidade
- h_r = Perda de carga localizada na linha de recalque

4,87
250,00 mm
223,68 m³/s
1,27 m/s
9,81 m/s²
0,40 m

OBS: K_r foi obtido através do somatório de todos os K(s) relativos à todas as singularidades no barrilete de recalque. Ver tabela a seguir:

Barrilete de Recalque			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação d/D=3/4	0,19	1,00	0,19
Redução d/D=1/2	0,33	1,00	0,33
Curva 90°	0,40	3,00	1,20
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20		
Válvula de retenção	3,00	1,00	3,00
Válvula borboleta	0,15	1,00	0,15

K_r

4,87

K_{adt} = Coeficiente relacionado às singularidades na adutora

D_{Nr} = Diâmetro do barrilete de recalque

Q_b = Vazão no barrilete de recalque

V_r = Velocidade do fluxo na linha de recalque

g = Aceleração da gravidade

h_r = Perda de carga localizada na linha de recalque

33,85

508,00 mm

671,04 m³/s

0,92 m/s

9,81 m/s²

1,46 m

OBS: K_r foi obtido através do somatório de todos os K(s) relativos à todas as singularidades no barrilete de recalque. Ver tabela a seguir:

Barrilete de Recalque			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20	4,00	0,80
Ampliação d/D=3/4	0,19		
Redução d/D=1/2	0,33		
Curva 90°	0,40	12,00	4,80
Tê (passagem direta)	0,90	29,00	26,10
Tê (saída lateral)	2,00	1,00	2,00
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20		
Válvula de retenção	3,00		
Válvula borboleta	0,15	1,00	0,15

K_{adutora}

33,85

A perda de carga total na adutora é obtida pela equação a seguir:

Onde:

j = Perda de carga linear total

h_i = todas as perda de carga localizada

H_j = Perda de carga total na tubulação

10,37 m

1,99 m

12,37 m

1.3. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

1.3.1 - CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total.

O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção. Ver a equação a seguir:

$$H_g = C_{MAX,rec} - C_{MIN,suc}$$

Onde:

C_{máx,rec} = Cota do ponto mais alto da linha de recalque

C_{mín,suc} = Cota do nível mínimo do poço de sucção

92,68 m

13,60 m

Desta forma obtém-se o seguinte desnível geométrico

H_g = Desnível Geométrico

79,08 m

A altura manométrica total (AMT) será dada pela equação a seguir:

$$AMT = H_g + H_j$$

Onde:

H_g^* = desnível Geométrico
 H_f = Perda de carga total
 AMT = Altura Manométrica Total

79,08 m

12,37 m

91,45 m

1.3.2 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

$$P = \frac{W \cdot Q_{\max} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \cdot F_s$$

Onde:

P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória
 W = Peso específico do líquido a ser recalcado
 Q_{\max} = Vazão de bombeamento para fim de plano para cada bomba (por bomba)
 H_g^* = desnível geométrico
 AMT = Altura Manométrica Total
 N_b = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo
 η = Rendimento do conjunto motor-bomba
 F_s = Fator de Serviço

1000 Kg/m³

62,13 L/s

79,08 m

91,45 m

3 bomba(s)

54,2%

1,10

Para o cálculo, adotou-se as bombas com as seguintes características

Tipo de bombas:
 η_b = Rendimento da bomba
 η_m = Rendimento do motor

Centrífugas

64,5%

84,0%

Aplicando a equação acima, a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

P = Potência instalada por conjunto motor-bomba:

153,8 CV

151,7 HP

113,05 kW

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

175,00 CV

Potência comercial total da estação elevatória:

525,00 CV

1. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATORIA - 2a Etapa

1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

1.1.1 - LINHA DE RECALQUE

$Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão máxima de bombeamento
 L_{total} = Comprimento total da adutora

255,60 L/s
 8.394,00 m

A adutora será executada em três segmentos de materiais distintos conforme listagem a seguir:

Tipo de material da tubulação
 L_{fofo} = Comprimento da tubulação em FoFo

FoFo
 2.300,00 m

Tipo de material da tubulação
 L_{prfv} = Comprimento da tubulação em PRFV

PRFV
 794,00 m

Tipo de material da tubulação
 L_{pead} = Comprimento da tubulação em PEAD

PEAD
 5.300,00 m

1.1.2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

$Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão máxima de bombeamento
 N_b = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)
 N_{br} = Número de bombas reservas
 Tipo de bombas:

255,60 L/s
 4 bomba
 1 bomba
 Centrífugas

1.2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

1.2.1 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR

O dimensionamento das perdas de carga linear serão realizados pela fórmula universão, segue cálculo.

J = Perda de carga linear total

19,06 m

1.2.1.1 Trecho com tubulação em ferro fundido

L_{fofo} = Comprimento da tubulação
 D_i = Diâmetro interno
 (k) = Rugosidade

2.300,00 m
 508 mm
 0,125 mm

Parâmetros:

Temperatura (t)	30 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,2556 m ³ /s
Rugosidade (K):	0,00013 m
Diâmetro Interno (D):	508,00 mm
Velocidade do Fluxo (V):	1,26 m/s
Densidade do líquido (ρ):	995,65 kg/m ³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000801 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	796.678,76
Fator de Atrito (F)	0,01534

Equação para o número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	2300,00 m
Perda de carga distribuída	2,4471 m/km
Perda de Carga distribuída total do trecho em fofo	5,628 m

5,63 m

1.2.1.2 Trecho com tubulação em PRFV

Lfofo = Comprimento da tubulação

Di = Diâmetro interno

(k) = Rugosidade

794,00 m

516 mm

0,100 mm

Parâmetros:

Temperatura (t)	30 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,2556 m³/s
Rugosidade (K):	0,00010 m
Diâmetro Interno (D):	516,00 mm
Velocidade do Fluxo (V):	1,22 m/s
Densidade do líquido (ρ):	995,65 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000801 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	784.327,15
Fator de Atrito (F)	0,01484

Equação para o número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$hf = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	794,00 m
Perda de carga distribuída	2,1891 m/km
Perda de Carga distribuída total	1,738 m

1,74 m

1.2.1.3 Trecho com tubulação em PEAD SDR-11 PN-16

Lfofo = Comprimento da tubulação

Di = Diâmetro interno

(k) = Rugosidade

5.300,00 m

516,6 mm

0,100 mm

Parâmetros:

Temperatura (t)	28 °C
Vazão do Sistema (Q):	0,2556 m³/s
Rugosidade (K):	0,00010 m
Diâmetro Interno (D):	515,60 mm
Velocidade do Fluxo (V):	1,22 m/s
Densidade do líquido (ρ):	996,21 kg/m³
Viscosidade dinâmica do líquido (μ):	0,000841 Pa.s
Número do Reynolds (Re):	747.320,65
Fator de Atrito (F)	0,01489

Equação para o número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Equação de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{F}} = -2 \log \left(0,27 \frac{K}{D} + \frac{2,51}{R\sqrt{F}} \right)$$

Perda de Carga (hf) - Fórmula Universal

$$h_f = F \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Extensão da linha (L)	5300,00 m
Perda de carga distribuída	2,2059 m/km
Perda de Carga distribuída total	11,691 m

11,69 m

1.2.4 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidades existentes nas tubulações do barrilete e na própria linha de recalque. Ver a equação a seguir:

$$h_f = K_b \frac{V_b^2}{2g} + K_r \frac{V_r^2}{2g}$$

Onde:

K_b = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete de sucção

Q_b = Vazão no barrilete de sucção

DN_b = Diâmetro da Sucção

V_b = Velocidade do fluxo no barrilete de sucção

g = Aceleração da gravidade

h_b = Perda de carga localizada no barrilete sucção

1,68

230,04 m³/s

250,00 mm

1,30 m/s

9,81 m/s²

0,15 m

OBS: K_b foi obtido através do somatório de todos os $K(s)$ relativos à todas as singularidades no barrilete de sucção. Ver tabela a seguir:

Barrilete de Sucção			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação $d/D=3/4$	0,19		
Redução $d/D=1/2$	0,33	1,00	0,33
Curva 90°	0,40	1,00	0,40
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00		
Crivo	0,75	1,00	0,75

K_b

1,68

K_r = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete de recalque

DN_r = Diâmetro do barrilete de recalque

Q_b = Vazão no barrilete de recalque

V_r = Velocidade do fluxo na linha de recalque

g = Aceleração da gravidade

h_r = Perda de carga localizada na linha de recalque

4,87

250,00 mm

230,04 m³/s

1,30 m/s

9,81 m/s²

0,42 m

OBS: K_r foi obtido através do somatório de todos os $K(s)$ relativos à todas as singularidades no barrilete de recalque. Ver tabela a seguir:

H_g^* = desnível Geométrico
 H_j = Perda de carga total
 AMT = Altura Manométrica Total

79,08 m

22,37 m

101,45 m

1.3.2 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

$$P = \frac{W \cdot Q_{\max} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \cdot F_s$$

Onde:

P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória

W = Peso específico do líquido a ser recalcado

1000 Kg/m³

Q_{\max} = Vazão de bombeamento para fim de plano para cada bomba (por bomba)

63,90 L/s

H_g^* = desnível geométrico

79,08 m

AMT = Altura Manométrica Total

101,45 m

N_b = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo

4 bomba(s)

η = Rendimento do conjunto motor-bomba

54,2%

F_s = Fator de Serviço

1,10

Para o cálculo, adotou-se as bombas com as seguintes características

Tipo de bombas:

Centrífugas

η_b = Rendimento da bomba

64,5%

η_m = Rendimento do motor

84,0%

Aplicando a equação acima, a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

P = Potência instalada por conjunto motor-bomba:

175,5 CV

173,0 HP

128,98 kW

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

175,00 CV

Potência comercial total da estação elevatória:

700,00 CV

4.5 Estudos de Transientes Hidráulicos

TRANSIENTES HIDRÁULICOS
SISTEMA DE ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA PARA ATENDIMENTO DO
PORTO DAS DUNAS EM AQUIRAZ-CE

1.0 Características do Sistema

O sistema adutor de abastecimento de água tratada do Porto das Dunas teve sua última reformulação elaborada pela empresa KL Serviços de Engenharia S.A, contratada pela Secretaria de Turismo do Governo do Estado do Ceará – SETUR, através do Contrato nº 05/2011. Na citada reformulação de projeto, foram definidos os dispositivos de proteção aos transientes hidráulicos, os quais já fazem parte do contrato de obra vigente, e serão mantidos no presente estudo.

O novo sistema hidráulico em análise, já considerando o uso de tubulação em PEAD no trecho a ser reexecutado, apresenta as seguintes características:

$$Q = 920\text{m}^3/\text{h} - 255,56/\text{s};$$

$$\text{AMT} = 101,45\text{mca};$$

Número de conjuntos elevatórios = (3A+1R na 1ª etapa e 4A+1R na 2ª etapa);

Pot. por conjunto motobomba = (3x175cv na 1ª etapa e 4x175cv na 2ª etapa);

Extensão da linha de recalque = 9.660,00m conforme a seguinte distribuição:

- 2.300m em tubo fofo K7 DN 500;
- 794m em tubo PRFV PN-16 DN500 já implantado e sem dano;
- 5.300m em tubo PEAD PN-16/PN-12.5 a ser reexecutado em novo traçado;

Tubulação em FoFo DN 500 mm , PRFV DN 500 mm e PEAD

Os dados da tubulação do primeiro trecho em FoFo DN 500 mm k7, são os seguintes:

- Extensão2300 m
- Diâmetro nominal500 mm
- Diâmetro externo.....532 mm

- Diâmetro interno508 mm
- Espessura da parede7 mm
- Espessura do revestimento interno.....5 mm
- Pressão máxima de serviço 330 mca

Tubulação em PRFV DN 500 mm

Os dados da tubulação são os seguintes:

- Extensão794 m
- Diâmetro nominal500 mm
- Diâmetro externo.....532 mm
- Diâmetro interno516 mm
- Espessura da parede8,0 mm
- Pressão máxima de serviço 160 mca

Tubulação em PEAD DE630 PN-16

Os dados da tubulação são os seguintes:

- Extensão2000 m
- Diâmetro externo.....630 mm
- Diâmetro interno515,6 mm
- Espessura da parede57,2 mm
- Pressão máxima de serviço 144 mca

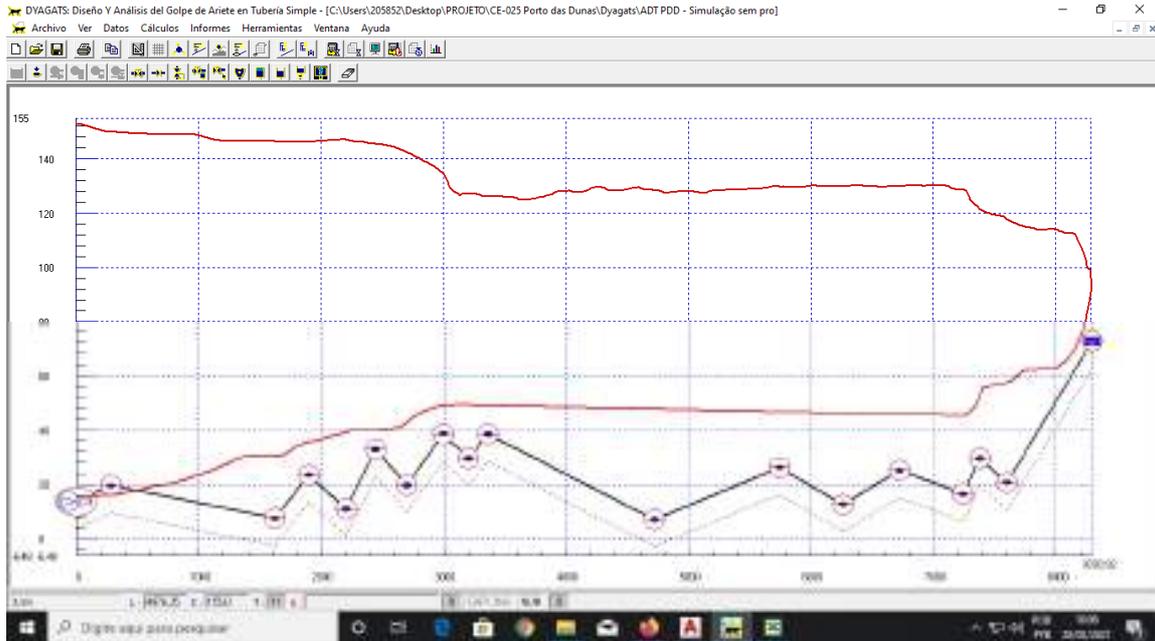
Tubulação em PEAD DE630 PN-12.5

Os dados da tubulação são os seguintes:

- Extensão3300 m
- Diâmetro externo.....630 mm
- Diâmetro interno537,4 mm
- Espessura da parede46,3 mm
- Pressão máxima de serviço 112,5 mca

2.0 Simulação do sistema com o dispositivo de proteção do projeto licitado

A seguir, apresentam-se os gráficos e planilhas de resultados da simulação efetuada para o sistema, considerando-se o uso do tanque hidropneumático $v=8.000$ litros, previsto no contrato de obra do sistema adutor. O referido dispositivo de proteção faz parte da última versão do projeto reformulado pela empresa KL.



REGIMEN PERMANENTE

Caudal Régimen (m ³ /seg)	0,26
Altura que da la Bomba (m)	95,26
Rendimiento Bomba (%)	80

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Altura inicial (m)	109,856	109,206	106,097	105,447	104,751
Altura final (m)	109,206	106,097	105,447	104,751	104,232

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9	Tramo 10
Altura inicial (m)	104,232	103,669	103,033	102,631	102,318
Altura final (m)	103,669	103,033	102,631	102,318	99,662

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 11	Tramo 12	Tramo 13	Tramo 14	Tramo 15
Altura inicial (m)	99,662	97,669	96,653	95,755	94,739
Altura final (m)	97,669	96,653	95,755	94,739	94,465

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 16	Tramo 17
Altura inicial (m)	94,465	94,036
Altura final (m)	94,036	92,68

PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS

NODOS TRAMO 1						
	1	2	4	6		
Presión Máxima (mca)	129,776	128,543	126,067	123,591		
Instante (s)	68,605	68,565	68,565	68,565		
Presión Mínima (mca)	37,317	36,469	34,733	32,978		
Instante (s)	19,216	19,584	20,074	20,238		
NODOS TRAMO 2						
	1	2	9	16	23	
Presión Máxima (mca)	122,35	122,524	123,687	124,908	126,242	
Instante (s)	68,524	68,565	68,769	69,709	70,077	
Presión Mínima (mca)	32,101	32,668	36,613	40,331	43,71	
Instante (s)	20,197	20,238	20,279	25,716	26,698	
NODOS TRAMO 3						
	1	2	4	6		
Presión Máxima (mca)	127,264	124,409	118,702	112,992		
Instante (s)	70,813	70,936	71,059	71,059		
Presión Mínima (mca)	45,995	43,33	37,969	32,616		
Instante (s)	28,905	30,336	30,418	30,418		
NODOS TRAMO 4						
	1	2	4	6		
Presión Máxima (mca)	110,14	112,021	115,788	119,569		
Instante (s)	71,263	71,304	71,467	71,631		
Presión Mínima (mca)	29,941	31,995	36,082	40,169		
Instante (s)	30,459	32,299	33,771	33,771		
NODOS TRAMO 5						
	1	2	4	6	8	
Presión Máxima (mca)	121,461	118,604	112,893	107,203	101,505	
Instante (s)	71,672	71,713	72,162	72,203	72,122	
Presión Mínima (mca)	42,208	39,429	33,873	28,316	22,765	
Instante (s)	33,648	33,607	33,525	33,443	33,362	
NODOS TRAMO 6						
	1	2	4	6	8	
Presión Máxima (mca)	98,656	100,215	103,288	106,345	109,379	
Instante (s)	72,04	72,04	71,958	71,876	71,794	
Presión Mínima (mca)	19,991	21,63	24,908	28,188	31,468	
Instante (s)	33,362	33,362	33,28	33,198	33,525	
NODOS TRAMO 7						
	1	2	4	6	8	10
Presión Máxima (mca)	110,892	108,626	104,088	99,533	94,967	90,392
Instante (s)	71,754	71,713	71,631	71,549	71,467	71,386
Presión Mínima (mca)	33,107	30,979	26,724	22,466	18,194	13,922
Instante (s)	33,484	33,443	33,362	35,242	35,324	35,488
NODOS TRAMO 8						
	1	2	6	10	14	
Presión Máxima (mca)	90,392	90,863	92,727	94,54	96,317	
Instante (s)	71,386	71,345	71,181	71,018	70,895	
Presión Mínima (mca)	13,922	14,477	16,695	18,912	21,132	
Instante (s)	35,488	35,529	35,692	35,856	35,938	
NODOS TRAMO 9						
	1	2	6	10	14	
Presión Máxima (mca)	97,692	96,926	93,901	90,897	87,801	
Instante (s)	71,713	72,081	72,244	72,408	72,244	
Presión Mínima (mca)	22,798	22,107	19,337	16,577	13,817	
Instante (s)	36,06	36,101	36,265	36,101	35,938	
NODOS TRAMO 10						
	1	2	29	56	83	
Presión Máxima (mca)	87,801	87,985	93,297	100,991	107,796	
Instante (s)	72,244	72,203	75,76	75,72	77,232	
Presión Mínima (mca)	13,817	14,096	21,77	29,685	37,819	
Instante (s)	35,938	35,897	34,793	33,689	32,585	
NODOS TRAMO 11						
	1	2	22	42	62	82
Presión Máxima (mca)	115,774	115,537	110,325	104,672	99,212	93,616
Instante (s)	79,031	79,072	78,418	79,849	79,481	80,544
Presión Mínima (mca)	46,049	45,85	41,959	38,212	34,945	32,03
Instante (s)	31,522	31,481	30,663	29,846	29,028	28,21
NODOS TRAMO 12						
	1	2	12	22	32	42
Presión Máxima (mca)	93,616	93,904	96,67	99,268	101,65	103,987
Instante (s)	80,544	80,503	80,749	81,157	81,239	81,812
Presión Mínima (mca)	32,03	32,448	36,819	41,193	45,501	50,174
Instante (s)	28,21	28,169	27,761	27,352	26,943	26,534
NODOS TRAMO 13						
	1	2	11	20	29	
Presión Máxima (mca)	103,987	103,549	99,594	95,524	91,423	
Instante (s)	81,812	81,852	82,139	82,016	82,425	
Presión Mínima (mca)	50,174	49,962	48,18	46,602	44,829	
Instante (s)	26,534	26,493	26,125	25,757	25,389	

NODOS TRAMO 14	1	2	12	22	32	42
Presión Máxima (mca)	87,725	87,816	88,674	89,446	90,153	90,769
Instante (s)	82,425	82,384	82,588	82,711	82,752	82,752
Presión Mínima (mca)	43,278	43,657	47,536	51,053	54,855	59,14
Instante (s)	25,062	25,021	24,612	24,204	23,795	23,386
NODOS TRAMO 15	1	2	5	8	11	
Presión Máxima (mca)	90,769	89,419	85,363	81,303	77,229	
Instante (s)	82,752	82,711	82,793	82,793	82,834	
Presión Mínima (mca)	59,14	58,178	55,335	52,508	49,727	
Instante (s)	23,386	23,345	23,222	23,1	22,977	
NODOS TRAMO 16	1	2	6	10	14	18
Presión Máxima (mca)	75,868	76,219	77,625	79,026	80,422	81,817
Instante (s)	82,793	82,752	82,588	82,588	82,875	82,302
Presión Mínima (mca)	48,811	49,62	52,429	55,108	57,798	60,538
Instante (s)	22,936	22,895	22,732	22,568	22,405	22,241
NODOS TRAMO 17	1	2	16	30	44	
Presión Máxima (mca)	81,817	80,337	59,605	38,809	17,946	
Instante (s)	82,302	82,343	82,915	83,038	83,447	
Presión Mínima (mca)	60,538	59,396	43,461	27,247	12,084	
Instante (s)	22,241	22,2	21,628	21,056	20,483	

Após a realização dos cálculos, considerando-se o sistema de proteção previsto no projeto inicial, utilizando para tanto o software DYAGATS, pode-se concluir o seguinte:

- A proteção concebida no projeto inicial, a qual consiste de um tanque hidropneumático com volume de 8.000 litros, a ser instalado junto à EEAT, é capaz de proporcionar segurança à adutora, visto que não foram observadas pressões que extrapolem o limite de operação dos materiais empregados. Portanto, conforme pode ser observado nos quadros acima, não há pressões negativas, mesmo sendo permitido o valor de 3mca, e as máximas encontram-se dentro das classes de pressão das tubulações selecionadas no projeto hidráulico para a obra.

4.6 Projeto Primitivo elaborado pela KL Engenharia

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DE TURISMO DO ESTADO DO CEARÁ – SETUR

CONSULTORIA PARA SUPERVISÃO DAS OBRAS DO PROGRAMA DE
DESENVOLVIMENTO DO TURISMO – PRODETUR NACIONAL DO CEARÁ

AMPLIAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE SANEAMENTO BÁSICO DO
PORTO DAS DUNAS

**REFORMULAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DO
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

PROJETO HIDRÁULICO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA E
ADUTORA

(REVISÃO 6)

FORTALEZA
JULHO / 2012

ÍNDICE

EQUIPE TÉCNICA	6
APRESENTAÇÃO	8
RESUMO DO PROJETO	10
1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.1 – ALTERAÇÕES NO PROJETO ORIGINAL	13
1.1.1 – Estação Elevatória de Água Tratada	14
1.1.2 – Adutora de Água Tratada	15
1.1.3 – Tanque Alimentador Unidirecional	15
1.1.4 – Booster e Reservatórios	16
1.1.5 – Rede de Distribuição	16
1.1.6 – Ligações Domiciliares	16
2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO	18
3 – DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE	21
4 – LEVANTAMENTO DOS ESTUDOS E PLANOS EXISTENTES	23
5 – ESTUDO POPULACIONAL E DE DEMANDA	25
5.1 – POPULAÇÃO	25
5.1.1 – População Fixa	28
5.1.2 – População Flutuante	28
5.2 – ESTUDO DE VAZÃO	29
5.2.1 – Consumo <i>Per Capita</i>	29
5.2.2 – Coeficientes de Variação de Vazão	29
5.2.3 – Índice de Atendimento	29
5.2.4 – Demandas Especiais	29

5.2.5 – Vazões do Sistema	30
6 – PROJETO PROPOSTO	36
6.1 – CONFIGURAÇÃO GERAL	36
6.1.1 – Alcance do Projeto e Etapas de Implantação	36
6.2 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA	36
7 – MEMORIAL DE CÁLCULO.....	40
7.1 – PROCEDIMENTO UTILIZADO.....	40
7.2 – RESULTADOS ENCONTRADOS	41

EQUIPE TÉCNICA

EQUIPE TÉCNICA

Produto: Reformulação do Projeto Executivo do Sistema de Abastecimento de Água do Porto das Dunas

Empresa: KL Serviços de Engenharia S.A.

Endereço: Av. Senador Virgílio Távora, 1701, salas 906 a 908, Aldeota, Fortaleza - CE

Contrato: 05/2011 – UGP/SETUR

Objeto: Consultoria para Supervisão das Obras do Programa de Desenvolvimento do Turismo – PRODETUR Nacional do Ceará

Engenheiros responsáveis:

Coordenação

- José Célio Araújo de Oliveira Júnior – Engenheiro Civil – CREA-CE 13848D

Elaboração

- Sanzio Correia Gonçalves – Engenheiro Civil – CREA-CE 13848D
- Alessandro de Araújo Bezerra – Engenheiro Civil – CREA-CE 45206
- Roberto Garrido de Figueiredo – Engenheiro Eletricista – CREA-CE 4809D

Contato: Fone: (85) 3261-8766 – Fax: (85) 3261-4766 – E-mail: tecnica@kleng.com.br

APRESENTAÇÃO

A empresa KL Serviços de Engenharia S.A., com sede à Av. Senador Virgílio Távora, 1701 – salas 906 a 908, Fortaleza – CE, contratada pela Secretaria de Turismo do Governo do Estado do Ceará – SETUR, através do Contrato nº 05/2011, para “Consultoria para Supervisão das Obras do Programa de Desenvolvimento do Turismo – PRODETUR Nacional do Ceará”, vem apresentar a **Reformulação dos Projetos Executivos** referentes às obras de **Ampliação e Implantação do Sistema de Saneamento Básico do Porto das Dunas**.

O presente relatório consiste no **Projeto Hidráulico da Estação Elevatória de Água Tratada**, referente à **Reformulação do Projeto Executivo do Sistema de Abastecimento de Água**.

RESUMO DO PROJETO

RESUMO DO PROJETO

Informações do Projeto

Projeto		
REFORMULAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO PORTO DAS DUNAS		
Projetista		Programa
KL Serviços de Engenharia S.A.		Programa Nacional de Desenvolvimento do Turismo – PRODETUR Nacional no Estado do Ceará
Município	Localidade	Data de elaboração do projeto
Aquiraz	Porto das Dunas	Julho/2011

População

Etapa	Ano	População total (hab)	População atendida (hab)	% atendimento
Implantação	2006	12.503	12.503	100
1ª	2016	31.581	31.581	100
2ª	2026	51.525	51.525	100

Vazões de Projeto

Etapa	Vazão (L/s)			Vazão (m³/h)		
	Média	Máxima diária	Máxima horária	Média	Máxima diária	Máxima horária
1ª	168,75	186,35	239,15	607,51	670,87	860,93
2ª	226,43	255,56	342,97	815,15	920,03	1.234,68

Estação Elevatória de Água Tratada

Elevatória	Tipo	Quant. bombas		Q (L/s)		H _{man} (m)		Potência (CV)	
		1ª etapa	2ª etapa	1ª etapa	2ª etapa	1ª etapa	2ª etapa	1ª etapa	2ª etapa
EEAT	Centrífuga	3 + 1	4 + 1	186,35	255,56	106,78	117,51	3 x 150	4 x 175

Adutora de Água Tratada

Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Material
500	9.357	FoFo / PRFV CL-16

Reservatórios

Denominação	Localização	Capacidade (m³)	Fuste (m)	Dimensões (m)
Reservatório semi-enterrado (1ª etapa)	EEA	2.772	-	28,00 x 18,00 x 5,50
Reservatório semi-enterrado (2ª etapa)	EEA	1.971	-	28,00 x 12,80 x 5,50
Reservatório elevado	REL	300	15,00	Ø 9,90 x 5,00

Rede de Distribuição

Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Material
50	43.061	PVC PBA CL12
75	7.843	PVC PBA CL12
100	3.173	PVC PBA CL 12
150	3.963	PVC DEFoFo
200	2.937	PVC DEFoFo
250	2.852	PVC DEFoFo
300	2.103	PVC DEFoFo
400	1.402	PVC DEFoFo
500	827	PVC DEFoFo
Total	68.161	

Ligações Domiciliares

Discriminação	Quantidade
Ligações domiciliares	989
Ligações intradomiciliares	0

1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para melhorar as condições sanitárias na localidade do Porto das Dunas, no município de Aquiraz – CE, a Secretaria de Turismo do Ceará (SETUR) contratou a execução das obras de ampliação e implantação do sistema de saneamento básico do Porto das Dunas.

Os projetos executivos dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário do Porto das Dunas foram originalmente elaborados pela empresa MPI Construções Ltda., conforme o Contrato nº 141/2006-PROJU-CAGECE, celebrado entre a MPI e a CAGECE, no dia 28 de junho de 2006. No entanto, após a avaliação destes projetos, foram apontados diversos elementos que precisariam de revisão, a critério da SETUR. Com isso, a SETUR solicitou a reformulação dos trabalhos, de modo a melhorar as concepções originalmente propostas e a atender às condições atuais observadas em campo.

1.1 – ALTERAÇÕES NO PROJETO ORIGINAL

As principais características do projeto original e do projeto reformulado, com os motivos das alterações, são apresentadas no **Quadro 1.1**.

Quadro 1.1 – Características dos projetos original e reformulado

Elemento	Características		Motivo da alteração
	Projeto original (MPI)	Projeto reformulado (KL)	
Elevatória de água tratada	<u>1ª etapa</u>	<u>1ª etapa</u>	Mudança na localização e na configuração da elevatória; Alteração das características da adutora (extensão, diâmetro e material).
	Nº de bombas: 2 + 1	Nº de bombas: 3 + 1	
	Vazão: 185,83 L/s	Vazão: 186,35 L/s	
	Alt. manométrica: 73,90 m	Alt. manométrica: 106,78 m	
	Potência: 2 x 200 CV	Potência: 3 x 150 CV	
	<u>2ª etapa</u>	<u>2ª etapa</u>	
	Nº de bombas: 4 + 1	Nº de bombas: 4 + 1	
	Vazão: 292,24 L/s	Vazão: 255,56 L/s	
Alt. manométrica: 90,99 m	Alt. manométrica: 117,51 m		
Potência: 4 x 150 CV	Potência: 4 x 175 CV		

continua

Quadro 1.2 – Características dos projetos original e reformulado (continuação)

Elemento	Características		Motivo da alteração
	Projeto original (MPI)	Projeto reformulado (KL)	
Aduutora de água tratada	<u>Trecho 1</u> Extensão: 3.230 m Material: FoFo DN: 450 mm <u>Trecho 2</u> Extensão: 2.811 m Material: PVC DEFoFo DN: 500 mm	<u>Trecho 1</u> Extensão: 3.316 m Material: FoFo DN: 500 mm <u>Trecho 2</u> Extensão: 6.041 m Material: PRFV DN: 500 mm	Maior extensão devido à nova localização da EEAT e ao novo caminhamento da tubulação; Mudança de diâmetro e de material para suportar os transientes hidráulicos.
TAU	Diâmetro: 4,00 m Altura: 14,55 m	Não existente.	Alteração dos transientes hidráulicos na adutora e utilização de tanque hidropneumático.
Booster	Nº de bombas: 1 + 1 Vazão: 33 L/s Alt. manométrica: 21,34 m Potência: 20 CV	Não existente.	Substituição por REL para garantir pressões na rede, conforme solicitação da SETUR e da Cagece.
Reservatório enterrado / semi-enterrado	<u>1ª etapa</u> Capacidade: 1.500 m ³ <u>2ª etapa</u> Capacidade: 1.500 m ³	<u>1ª etapa</u> Capacidade: 2.772 m ³ <u>2ª etapa</u> Capacidade: 1.971 m ³	Adequação às novas configurações do sistema de adução e distribuição.
Reservatório apoiado	Quantidade: 2 Capacidade: 1.500 m ³	Não existente.	Substituição por REL para garantir pressões na rede, conforme solicitação da SETUR e da Cagece.
Reservatório elevado	Não existente.	Capacidade: 300 m ³ Altura útil: 3,90 m Fuste: 15,00 m	Substituição do booster para garantir pressões na rede, conforme solicitação da SETUR e da Cagece.
Rede de distribuição	Extensão total: 63.277 m Material: PVC DN: 50 a 500 mm	Extensão total: 68.161 m Material: PVC DN: 50 a 500 mm	Mudança na concepção do sistema de distribuição; Inclusão de rede auxiliar.
Ligações prediais	989 un.	989 un.	Sem alterações.

1.1.1 – Estação Elevatória de Água Tratada

No projeto original, a estação elevatória de água tratada (EEAT), com vazão de 292,24 L/s, apresentava cinco bombas, sendo quatro em operação e uma de reserva. A elevatória localizava-se em uma área em frente ao Condomínio Alphaville. A instalação contava ainda com dois reservatórios enterrados de 1.500 m³, sendo um para a

primeira etapa e o outro para a segunda. Era indicado que a captação de água seria no sistema adutor Messejana, cuja adutora alimentaria estes reservatórios.

Na reformulação, verificou-se que o sistema adutor Messejana não poderia fornecer água no ponto indicado originalmente. Com isso, a SETUR e a Cagece definiram que a EEAT seria realocada para uma área onde já funciona um booster da companhia, localizado na rodovia CE-025 (Av. Manoel Mavignier) próximo à Rua Sorocaba, distante cerca de 2,5 km a oeste da área original. A Cagece informou que a água tratada do sistema Messejana seria entregue neste ponto.

Assim, o projeto da elevatória precisou ser modificado de modo a se conformar ao novo terreno e às perdas de carga maiores. Na configuração atual, para final de plano, a EEAT conta com o mesmo número de bombas (4 + 1 reserva), mas com potência de 175 CV em cada bomba. A vazão total foi calculada em 255,56 L/s, para uma altura manométrica de 117,51 m. São previstos dois reservatórios semi-enterrados: um de 2.772 m³ na primeira etapa e outro de 1.971 m³ na segunda etapa.

1.1.2 – Adutora de Água Tratada

No projeto original, a adutora possuía uma extensão total de 6.041 m, dividida em dois trechos: 3.230 m em FoFo DN 450 mm e 2.811 m em PVC DN 500 mm. Seu caminhamento percorria a rodovia CE-025, da EEA até o RAP do booster projetado.

Na reformulação, a extensão total da adutora foi aumentada para 9.357 m devido à nova localização da EEAT, que não poderia mais ser implantada no terreno originalmente previsto (em frente ao condomínio Alphaville). Além disso, parte do caminhamento teve de ser desviado para a Rua Sorocaba, logo após a EEAT, conforme solicitação da SETUR.

O material e o diâmetro da tubulação tiveram de ser alterados a fim de atender às pressões máximas e mínimas resultantes dos transientes hidráulicos, conforme a nova configuração do projeto, o que resultou em um primeiro trecho de 3.316 m em FoFo DN 500 mm, que vai da EEA até próximo ao condomínio Alphaville, e em um segundo trecho de 6.041 m em PRFV DN 500 mm, que segue até o REL.

1.1.3 – Tanque Alimentador Unidirecional

O tanque alimentador unidirecional (TAU ou one-way) projetado originalmente ficava localizado às margens da rodovia CE-025, na estaca 24 da adutora. Possuía 4,00 m de diâmetro e 14,55 m de altura.

Com a reformulação da adutora, o estudo de transientes hidráulicos indicou que se poderia utilizar um tanque hidropneumático na saída da EEAT, sem a necessidade de implantação do TAU.

1.1.4 – Booster e Reservatórios

No projeto original, a pressão na rede de distribuição seria fornecida por um booster. A regularização da vazão seria mantida por dois reservatórios apoiados (RAPs) de 1.500 m³ cada, sendo um para primeira etapa e outro para segunda etapa.

No projeto reformulado, conforme solicitação da SETUR e da Cagece, tendo em vista diminuir custos de operação, a pressão na rede passou a ser regularizada por um reservatório elevado (REL) de 300 m³ e fuste de 15,00 m, localizado na mesma área prevista para o booster do projeto original. Com isso, a reservação para atender à demanda seria mantida pelos reservatórios semi-enterrados da EEAT e pelo REL, que atenderá a toda a área abrangida pela rede.

1.1.5 – Rede de Distribuição

A rede de distribuição do projeto original contava com 63.277 m de extensão total em tubos de PVC com diâmetro variando de 50 a 500 mm.

Com a nova configuração, a rede passou a ter uma extensão total de 68.161 m. Este aumento deve-se à implantação de redes auxiliares não consideradas anteriormente e à previsão de rede em algumas ruas não indicadas no projeto original. O material e a faixa de variação de diâmetros da tubulação continuam os mesmos. Os comprimentos relativos a cada diâmetro foram alterados, já que o esquema de distribuição e de regularização das pressões foi modificado.

1.1.6 – Ligações Domiciliares

Na reformulação, foi realizado levantamento de campo para conferência da quantidade de edificações sujeitas à ligação predial, que indicou resultado próximo ao número de ligações previstas originalmente. Decidiu-se, então manter as mesmas quantidades de ligações domiciliares do projeto original, ou seja, 989 ligações. Do mesmo modo, não foram previstas ligações intradomiciliares.

2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO

2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O sistema projetado abrange a localidade de Porto das Dunas, localizada no município de Aquiraz, Estado do Ceará.

Aquiraz localiza-se na costa leste do litoral cearense, distando 24,7 km de Fortaleza. Limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, Fortaleza e Eusébio, ao sul com Horizonte, Cascavel e Pindoretama, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com Eusébio, Itaitinga e Horizonte. Ocupa uma área de 482,8 km², localizando-se nas coordenadas latitude (S): 3°54'05", longitude (W): 38°23'28", a uma altitude de 14,23 m.

A praia de Porto das Dunas é uma das praias mais conhecidas do município de Aquiraz e fica a 22 km de Fortaleza e a 8 km da Sede de Aquiraz. O acesso, a partir de Fortaleza, é realizado pela rodovia CE-025.

O mapa de localização do Porto das Dunas é apresentado na **Figura 2.1**.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO NO CONTEXTO ESTADUAL



LEGENDA

RODOVIAS CONSTRUIDAS

	FEDERAL		ESTADUAL		PAVIMENTADA PISTA SIMPLES
					PAVIMENTADA PISTA DUPLA
					IMPLANTADA
					LEITO NATURAL

EM CONSTRUÇÃO

	FEDERAL		PAVIMENTADA PISTA SIMPLES
			PAVIMENTADA PISTA DUPLA
			IMPLANTAÇÃO (EOI)
			PLANEJADA

FONTE: Cartografia-DGC/IPLANCE em 1998, através do Proj Arq Gráfico Municipal-AGM (Conv IPLANCE/IBGE)



LEGENDA:

ÁREA DO PROJETO

MAPA DE SITUAÇÃO
ESCALA 1/175.000

	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DO TURISMO - SETUR			
	OBRA: AMPLIAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE SANEAMENTO BÁSICO DO PORTO DAS DUNAS			
	ASSUNTO: MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO			
	ENG. SANZIO CORREIA GONÇALVES CREA 13.848/D-CE	ENG. HESÍODO Q. FACÓ FILHO CREA 11623/D-BA	ENG. CREA SANZIO	ARQUIVO: 01-PDU-SO-GER-MS-R0
	DESENHISTA: LISBOA	RESPONSÁVEL: HESÍODO	GERENTE: SANZIO	DATA: MARÇO/2012
				ESCALA: INDICADA

3 – DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

3 – DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

O Porto das Dunas não possui sistema público de abastecimento de água, havendo apenas sistemas individuais privados em empreendimentos da região.

4 – LEVANTAMENTO DOS ESTUDOS E PLANOS EXISTENTES

4 – LEVANTAMENTO DOS ESTUDOS E PLANOS EXISTENTES

Para a reformulação do projeto da estação elevatória de água tratada, foram utilizadas as seguintes bases:

- Arruamento do projeto do loteamento do Porto das Dunas, aprovado na Prefeitura Municipal de Aquiraz;
- Levantamento planialtimétrico utilizado no projeto original da MPI.
- Arruamento e levantamento planialtimétrico do projeto de duplicação da CE-025, fornecido pela SETUR.

A população e os parâmetros de projeto adotados na reformulação foram os mesmos utilizados no projeto original da MPI.

5 – ESTUDO POPULACIONAL E DE DEMANDA

5 – ESTUDO POPULACIONAL E DE DEMANDA

5.1 – POPULAÇÃO

A população utilizada na reformulação do projeto foi a mesma utilizada no projeto original da MPI. A população considerada compreende unidades com habitações residenciais, unidades da rede hoteleira existente, unidades da rede hoteleira em construção e em previsão, apartamentos existentes e apartamento em construção e em previsão.

O estudo da população do Porto das Dunas se dividiu em duas vertentes. A primeira vertente considera a população residente representada pela contagem dos domicílios existentes e dos caseiros que moram nas residências de veraneio e por uma segunda vertente representada pela população flutuante tendo como vetor o fluxo turístico que é recebido anualmente em seus hotéis e pousadas.

Foram determinadas as populações para a área do Porto das Dunas e para a expansão dos resorts a serem implantados (denominada de “Barra do Aquiraz” no projeto da MPI).

Os **Quadros 5.1, 5.2 e 5.3** apresentam as previsões de crescimento populacional desde 2006 até o horizonte de projeto em 2026.

Para o cálculo das projeções populacionais foi utilizado o método geométrico com taxa de crescimento anual de 3,32%, sendo utilizada apenas para a projeção populacional residente nas casas. Para hotéis e apartamentos a projeção foi considerada de acordo com cronogramas de conclusão dos empreendimentos.

Quadro 5.1 – População projetada para o Porto das Dunas

Ano	População (hab)			
	Casas	Hotéis/Resorts	Apartamentos	Total
2006	3.957	3.363	5.183	12.503
2007	4.088	3.363	5.183	12.634
2008	4.224	3.363	5.183	12.770
2009	4.364	3.363	5.183	12.910
2010	4.509	3.363	5.183	13.055
2011	4.659	5.855	9.103	19.617
2012	4.814	5.855	9.103	19.772
2013	4.974	5.855	9.103	19.932
2014	5.139	5.855	9.103	20.097
2015	5.310	5.855	9.103	20.268
2016	5.486	7.320	11.814	24.620
2017	5.668	7.320	11.814	24.802
2018	5.856	7.320	11.814	24.990
2019	6.050	7.320	11.814	25.184
2020	6.251	7.320	11.814	25.385
2021	6.459	8.784	14.833	30.076
2022	6.673	8.784	14.833	30.290
2023	6.895	8.784	14.833	30.512
2024	7.124	8.784	14.833	30.741
2025	7.361	8.784	14.833	30.978
2026	7.605	10.248	16.768	34.621

Quadro 5.2 – População projetada para a expansão dos resorts

Ano	População (hab)		
	Casas	Hotéis/Resorts	Total
2006	0	0	0
2007	0	0	0
2008	0	0	0
2009	0	0	0
2010	415	579	994
2011	831	1.158	1.989
2012	1.246	1.737	2.983
2013	1.661	2.316	3.977
2014	2.076	2.896	4.972
2015	2.492	3.475	5.966
2016	2.907	4.054	6.961
2017	3.322	4.633	7.955
2018	3.737	5.212	8.949
2019	4.153	5.791	9.944
2020	4.568	6.370	10.938
2021	4.983	6.949	11.932
2022	5.398	7.528	12.927
2023	5.814	8.107	13.921
2024	6.229	8.687	14.916
2025	6.644	9.266	15.910
2026	7.060	9.845	16.904

Quadro 5.3 – População projetada total (Porto das Dunas e expansão dos resorts)

Ano	População (hab)			
	Casas	Hotéis/Resorts	Apartamentos	Total
2006	3.957	3.363	5.183	12.503
2007	4.088	3.363	5.183	12.634
2008	4.224	3.363	5.183	12.770
2009	4.364	3.363	5.183	12.910
2010	4.924	3.942	5.183	14.049
2011	5.490	7.013	9.103	21.606
2012	6.060	7.592	9.103	22.755
2013	6.635	8.171	9.103	23.909
2014	7.215	8.751	9.103	25.069
2015	7.802	9.330	9.103	26.234
2016	8.393	11.374	11.814	31.581
2017	8.990	11.953	11.814	32.757
2018	9.593	12.532	11.814	33.939
2019	10.203	13.111	11.814	35.128
2020	10.819	13.690	11.814	36.323
2021	11.442	15.733	14.833	42.008
2022	12.071	16.312	14.833	43.217
2023	12.709	16.891	14.833	44.433
2024	13.353	17.471	14.833	45.657
2025	14.005	18.050	14.833	46.888
2026	14.665	20.093	16.768	51.525

5.1.1 – População Fixa

A população considerada fixa para os cálculos de dimensionamento no Porto das Dunas foi a residente em casas e apartamentos. Para o cálculo das projeções populacionais foram considerados para as casas e apartamentos 4,17 habitantes por unidade residencial, e suas projeções encontram-se no **Quadro 5.1**.

5.1.2 – População Flutuante

A população considerada flutuante para os cálculos de dimensionamento no Porto das Dunas foi àquela que aparece para temporadas na rede hoteleira da região. Para o cálculo das projeções populacionais foram considerados para a rede hoteleira 2,5 habitantes por unidade hoteleira, e suas projeções encontram-se nos **Quadro 5.1 a 5.3**.

5.2 – ESTUDO DE VAZÃO

5.2.1 – Consumo *Per Capita*

Para os projetos de saneamento básico do Porto das Dunas foram adotados consumos *per capita* distintos para populações de casas, apartamentos e hotéis, da seguinte forma:

- Casas..... 150 L/hab.d
- Apartamentos 200 L/hab.d
- Hotéis/resorts..... 350 L/hab.d

5.2.2 – Coeficientes de Variação de Vazão

Para os coeficientes de variação referentes à determinação das vazões, foram adotados os seguintes valores, conforme recomendações da NBR 12.211 e da norma SPO-012 da Cagece:

- Coeficiente de máxima vazão diária (k_1)..... 1,2
- Coeficiente de máxima vazão horária (k_2) 1,5

5.2.3 – Índice de Atendimento

Foi considerado um índice de atendimento de 100% da população, ao longo do período de alcance do projeto.

5.2.4 – Demandas Especiais

De acordo com informações do projeto original da MPI, há necessidade de se preverem vazões que atendam a demandas especiais no Porto das Dunas. Estas demandas correspondem a empreendimentos existentes e futuros, referentes a hotéis, condomínios e resorts de maior porte, de acordo com o **Quadro 5.4**. Assim como no projeto original, considera-se que tais demandas não estão incluídas nas vazões do sistema apresentadas no item 5.2.5.

Estas demandas pontuais apresentam os mesmos valores e os mesmos locais de consumo indicados no projeto da MPI. Admite-se que se referem a vazões máximas horárias.

Quadro 5.4 – Demandas especiais previstas em projeto

Empreendimento	Vazão (L/s)
Portugal Vilage	1,96
LM	11,95
Aquavile	10,82
Reata/Praia Bela/Kalamare	2,55
Joaquim Palmeiras/Portomares	2,97
Oceani	1,73
Vila Mar/Dunas	1,48
Hotel Beach Park/Previsão	8,01
Cristal	0,63
Grand Building/Beach Park Suite	4,53
Apart Hotal Gafisa	2,03
Cameron	2,47
Hotel André	1,30
Colméia	28,33
Total	80,76

Fonte: MPI

5.2.5 – Vazões do Sistema

As vazões média ($Q_{\text{méd}}$), máxima diária ($Q_{\text{máx,d}}$) e máxima horária ($Q_{\text{máx,h}}$) utilizadas para o dimensionamento do sistema foram calculadas, respectivamente, através das seguintes equações:

$$Q_{\text{méd}} = \frac{P \times q}{86.400}$$

$$Q_{\text{máx,d}} = k_1 \times \frac{P \times q}{86.400}$$

$$Q_{\text{máx,h}} = k_1 \times k_2 \times \frac{P \times q}{86.400}$$

onde:

P = população (hab);

q = consumo *per capita* (L/hab.d);

k_1 = coeficiente de máxima vazão diária;

k_2 = coeficiente de máxima vazão horária.

As vazões de projeto ao longo dos anos de alcance do plano para o Porto das Dunas e para a área de expansão dos resorts são apresentadas, respectivamente, nos **Quadros 5.5 e 5.6**. As vazões totais, referentes à soma das vazões do Porto das Dunas e da expansão, são mostradas no **Quadro 5.7**. Estas vazões são as mesmas apresentadas no projeto original da MPI.

A vazão total de adução compreende a soma da vazão máxima diária do **Quadro 5.7** com as demandas especiais do **Quadro 5.4** (80,76 L/s), resultando nas seguintes vazões de adução, considerando 24 horas de funcionamento:

- 1ª etapa (alcance de 10 anos) 105,59 + 80,76 = 186,35 L/s
- 2ª etapa (final de plano) 174,80 + 80,76 = 255,56 L/s

No projeto original da MPI eram previstas vazões de adução de 185,83 L/s na 1ª etapa e de 292,24 L/s na 2ª etapa. Com isso, o projeto atual apresenta uma vazão de 1ª etapa apenas 0,3% maior que a original. Para a 2ª etapa, a vazão calculada é 12,5% menor que a original. Não foi identificado o motivo desta diferença, já que no projeto original não é apresentado o cálculo das vazões de adução.

O **Quadro 5.8** apresenta um resumo das vazões totais do sistema, incluindo as vazões pontuais.

Quadro 5.5 – Vazões de projeto do SAA – Porto das Dunas

Ano	Casas				Apartamentos				Hotéis/resorts				Total		
	P (hab)	Q _{méd} (L/s)	Q _{máx,d} (L/s)	Q _{máx,h} (L/s)	P (hab)	Q _{méd} (L/s)	Q _{máx,d} (L/s)	Q _{máx,h} (L/s)	P (hab)	Q _{méd} (L/s)	Q _{máx,d} (L/s)	Q _{máx,h} (L/s)	Q _{méd} (L/s)	Q _{máx,d} (L/s)	Q _{máx,h} (L/s)
2006	3.957	6,87	8,24	12,37	5.183	12,00	14,40	21,60	3.363	13,62	16,35	24,52	32,49	38,99	58,48
2007	4.088	7,10	8,52	12,78	5.183	12,00	14,40	21,60	3.363	13,62	16,35	24,52	32,72	39,26	58,89
2008	4.224	7,33	8,80	13,20	5.183	12,00	14,40	21,60	3.363	13,62	16,35	24,52	32,95	39,55	59,32
2009	4.364	7,58	9,09	13,64	5.183	12,00	14,40	21,60	3.363	13,62	16,35	24,52	33,20	39,84	59,76
2010	4.509	7,83	9,39	14,09	5.183	12,00	14,40	21,60	3.363	13,62	16,35	24,52	33,45	40,14	60,21
2011	4.659	8,09	9,71	14,56	9.103	21,07	25,29	37,93	5.855	23,72	28,46	42,69	52,88	63,45	95,18
2012	4.814	8,36	10,03	15,04	9.103	21,07	25,29	37,93	5.855	23,72	28,46	42,69	53,15	63,78	95,67
2013	4.974	8,64	10,36	15,54	9.103	21,07	25,29	37,93	5.855	23,72	28,46	42,69	53,43	64,11	96,17
2014	5.139	8,92	10,71	16,06	9.103	21,07	25,29	37,93	5.855	23,72	28,46	42,69	53,71	64,45	96,68
2015	5.310	9,22	11,06	16,59	9.103	21,07	25,29	37,93	5.855	23,72	28,46	42,69	54,01	64,81	97,22
2016	5.486	9,52	11,43	17,14	11.814	27,35	32,82	49,23	7.320	29,65	35,58	53,38	66,52	79,83	119,74
2017	5.668	9,84	11,81	17,71	11.814	27,35	32,82	49,23	7.320	29,65	35,58	53,38	66,84	80,21	120,31
2018	5.856	10,17	12,20	18,30	11.814	27,35	32,82	49,23	7.320	29,65	35,58	53,38	67,17	80,60	120,90
2019	6.050	10,50	12,60	18,91	11.814	27,35	32,82	49,23	7.320	29,65	35,58	53,38	67,50	81,00	121,51
2020	6.251	10,85	13,02	19,53	11.814	27,35	32,82	49,23	7.320	29,65	35,58	53,38	67,85	81,42	122,13
2021	6.459	11,21	13,46	20,18	14.833	34,34	41,20	61,80	8.784	35,58	42,70	64,05	81,13	97,36	146,04
2022	6.673	11,59	13,90	20,85	14.833	34,34	41,20	61,80	8.784	35,58	42,70	64,05	81,50	97,80	146,71
2023	6.895	11,97	14,36	21,55	14.833	34,34	41,20	61,80	8.784	35,58	42,70	64,05	81,89	98,27	147,40
2024	7.124	12,37	14,84	22,26	14.833	34,34	41,20	61,80	8.784	35,58	42,70	64,05	82,29	98,74	148,12
2025	7.361	12,78	15,34	23,00	14.833	34,34	41,20	61,80	8.784	35,58	42,70	64,05	82,70	99,24	148,86
2026	7.605	13,20	15,84	23,77	16.768	38,81	46,58	69,87	10.248	41,51	49,82	74,73	93,53	112,24	168,36

Quadro 5.6 – Vazões de projeto do SAA – expansão dos resorts

Ano	Casas				Hotéis/resorts				Total		
	P (hab)	Q _{méd} (L/s)	Q _{máx,d} (L/s)	Q _{máx,h} (L/s)	P (hab)	Q _{méd} (L/s)	Q _{máx,d} (L/s)	Q _{máx,h} (L/s)	Q _{méd} (L/s)	Q _{máx,d} (L/s)	Q _{máx,h} (L/s)
2006	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2007	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2008	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2009	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2010	415	0,72	0,86	1,30	579	2,35	2,81	4,22	3,07	3,68	5,52
2011	831	1,44	1,73	2,60	1.158	4,69	5,63	8,44	6,13	7,36	11,04
2012	1.246	2,16	2,60	3,89	1.737	7,04	8,44	12,67	9,20	11,04	16,56
2013	1.661	2,88	3,46	5,19	2.316	9,38	11,26	16,89	12,27	14,72	22,08
2014	2.076	3,60	4,33	6,49	2.896	11,73	14,08	21,12	15,34	18,40	27,60
2015	2.492	4,33	5,19	7,79	3.475	14,08	16,89	25,34	18,40	22,08	33,13
2016	2.907	5,05	6,06	9,08	4.054	16,42	19,71	29,56	21,47	25,76	38,64
2017	3.322	5,77	6,92	10,38	4.633	18,77	22,52	33,78	24,54	29,44	44,16
2018	3.737	6,49	7,79	11,68	5.212	21,11	25,34	38,00	27,60	33,12	49,68
2019	4.153	7,21	8,65	12,98	5.791	23,46	28,15	42,23	30,67	36,80	55,20
2020	4.568	7,93	9,52	14,28	6.370	25,80	30,97	46,45	33,73	40,48	60,72
2021	4.983	8,65	10,38	15,57	6.949	28,15	33,78	50,67	36,80	44,16	66,24
2022	5.398	9,37	11,25	16,87	7.528	30,50	36,59	54,89	39,87	47,84	71,76
2023	5.814	10,09	12,11	18,17	8.107	32,84	39,41	59,11	42,93	51,52	77,28
2024	6.229	10,81	12,98	19,47	8.687	35,19	42,23	63,34	46,00	55,21	82,81
2025	6.644	11,53	13,84	20,76	9.266	37,54	45,04	67,56	49,07	58,88	88,33
2026	7.060	12,26	14,71	22,06	9.845	39,88	47,86	71,79	52,14	62,57	93,85

Quadro 5.7 – Vazões de projeto do SAA – total (Porto das Dunas e expansão)

Ano	Q _{méd} (L/s)	Q _{máx,d} (L/s)	Q _{máx,h} (L/s)
2006	32,49	38,99	58,48
2007	32,72	39,26	58,89
2008	32,95	39,55	59,32
2009	33,20	39,84	59,76
2010	36,52	43,82	65,73
2011	59,01	70,81	106,22
2012	62,35	74,82	112,23
2013	65,69	78,83	118,24
2014	69,05	82,86	124,29
2015	72,41	86,89	130,34
2016	87,99	105,59	158,39
2017	91,38	109,65	164,48
2018	94,77	113,72	170,58
2019	98,17	117,81	176,71
2020	101,59	121,90	182,86
2021	117,93	141,52	212,28
2022	121,37	145,65	218,47
2023	124,82	149,79	224,68
2024	128,29	153,95	230,93
2025	131,77	158,12	237,18
2026	145,67	174,80	262,20

Quadro 5.8 – Vazões de projeto do SAA – total com vazões pontuais

Ano	Etapa	Q _{méd} (L/s)	Q _{máx,d} (L/s)	Q _{máx,h} (L/s)
2006	Início de plano	113,25	119,75	139,24
2016	Final de 1ª etapa	168,75	186,35	239,15
2026	Final de plano	226,43	255,56	342,97

6 – PROJETO PROPOSTO

6 – PROJETO PROPOSTO

6.1 – CONFIGURAÇÃO GERAL

A estação elevatória de água tratada (EEAT) do Porto das Dunas tem a função de gerar energia suficiente para recalcar água do seu reservatório semi-enterrado (RSE) para o reservatório elevado de distribuição (REL).

A EEAT ficará localizada junto ao terreno da Cagece destinado ao booster existente responsável por gerar pressão para o condomínio Alphaville. O RSE receberá água do sistema adutor Messejana e funcionará como reservatório de sucção para a elevatória.

Do RSE segue tubulação de sucção até a casa de bombas onde a água será recalçada pela adutora de água tratada até o REL do Porto das Dunas.

O projeto prevê a construção de dois RSEs, sendo o primeiro para primeira etapa e o segundo para segunda etapa.

6.1.1 – Alcance do Projeto e Etapas de Implantação

O alcance de projeto considerado foi até o ano 2026, tendo como primeira etapa de projeto o ano 2016.

Os reservatórios semi-enterrados da EEAT deverão armazenar o volume necessário para o abastecimento do Porto das Dunas e da expansão dos resorts. Para isso, será considerado o armazenamento em duas etapas:

- Na primeira etapa, será implantado um reservatório semi-enterrado de 2.772 m³ que, somado com a capacidade do REL de 300 m³, será capaz de atender à demanda com alcance de 10 anos;
- Na segunda etapa, será implantado um reservatório semi-enterrado com capacidade de 1.971 m³, que completará o volume dos reservatórios já construídos em primeira etapa, atendendo à demanda até final de plano.

6.2 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA

O projeto da EEAT e do RSE seguiu as diretrizes estabelecidas na NBR 12214 e nas normas SPO-016 e SPO-017 da Cagece.

A EEAT prevê a necessidade de dois reservatórios semi-enterrados, sendo um para a primeira etapa e outro para a segunda etapa. Optou-se por construção semi-enterrada tendo em vista o lençol freático raso e a obtenção de um tanque com altura

não muito elevada acima do nível do terreno. As características dos reservatórios são as seguintes:

1ª etapa

- Capacidade.....2.772 m³
- Largura 18,00 m
- Comprimento28,00 m
- Altura útil.....5,50 m

2ª etapa

- Capacidade.....1.971 m³
- Largura 12,80 m
- Comprimento28,00 m
- Altura útil.....5,50 m

Junto ao reservatório de primeira etapa encontra-se a casa de bombas com os conjuntos elevatórios, cujas principais características são:

1ª etapa

- Tipo de bomba..... centrífuga
- Número de bombas3 + 1 reserva
- Vazão por bomba 62,12 L/s
- Vazão total..... 186,35 L/s
- Altura manométrica..... 106,78 m
- Potência nominal por bomba 150 CV
- Rotação1.750 rpm

2ª etapa

- Tipo de bomba..... centrífuga
- Número de bombas4 + 1 reserva

- Vazão por bomba 63,89 L/s
- Vazão total..... 255,56 L/s
- Altura manométrica..... 117,51 m
- Potência nominal por bomba 175 CV
- Rotação 1.750 rpm

As bombas funcionarão afogadas, conforme o nível d'água nos reservatórios semi-enterrados. O acionamento das bombas se dará através de pressostato que funcionará acionando as bombas de acordo com o nível dos reservatórios semi-enterrados e o reservatório elevado de distribuição de água.

No booster que será desativado para implantação da EEAT, existe uma derivação de linha com diâmetro 250 mm que alimenta o condomínio Alphaville. Conforme solicitação da SETUR e da Cagece, esta linha será interligada à EEAT projetada apenas para gerar pressão, substituindo o booster que será removido. Ressalta-se que esta operação deverá ser realizada raramente, tendo em vista que o booster encontra-se sem utilização.

Para garantir a proteção da adutora quanto aos transientes hidráulicos será instalado um tanque hidropneumático com capacidade de 8.000 L na saída da EEAT.

7 – MEMORIAL DE CÁLCULO

7 – MEMORIAL DE CÁLCULO

7.1 – PROCEDIMENTO UTILIZADO

Para o cálculo da perda de carga linear na adutora do Porto das Dunas foi utilizado o método de Hazen-Williams de acordo com a expressão a seguir:

$$\Delta H = 10,65 \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \times L$$

onde:

ΔH = perda de carga (m);

C = coeficiente de Hazen Williams;

D = diâmetro da tubulação (m);

Q = vazão que passa pela adutora (m³/s);

L = extensão total da adutora (m).

Devido ao grande comprimento da adutora, não foram consideradas as perdas de carga localizadas em sua extensão, sendo calculadas apenas as perdas localizadas na sucção e no barrilete de recalque através da equação:

$$\Delta h = K \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

onde:

Δh = perda de carga localizada (m)

K = coeficiente referente à peça considerada

V = velocidade do fluxo através da peça (m/s)

g = aceleração da gravidade (m/s²)

Após o cálculo das perdas de carga, calcula-se a altura manométrica através da equação a seguir:

$$H_M = H_g + H_E + \Delta H + \Delta h$$

onde:

H_M = altura manométrica (m)

H_g = altura geométrica (m)

H_E = altura de elevação (m)

A potência do sistema moto-bomba é calculada através da expressão:

$$\text{Pot} = \frac{Q \times H_M}{75 \times \eta}$$

onde:

Pot = potência calculada

η = rendimento da bomba, conforme fabricante

7.2 – RESULTADOS ENCONTRADOS

O **Quadros 7.1** e o **Quadro 7.2** apresentam as perdas de carga localizadas na sucção e no barriliete para 1ª etapa, respectivamente. O **Quadro 7.3** apresenta o dimensionamento do equipamento de bombeamento para 1ª etapa de projeto

Quadro 7.1 – Perdas de carga localizadas na sucção – 1ª etapa

Peça	K	Quant.	DN (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	Hf (m)
Curva 90°	0,40	1	250	62,12	1,27	0,03
Entrada normal	0,50	1	250	62,12	1,27	0,04
Redução gradual	0,15	1	200	62,12	1,98	0,03
Junta de desmontagem	0,40	1	250	62,12	1,27	0,03
Válvula de pé c/ crivo	2,75	1	250	62,12	1,27	0,02
Tubulação	-	9	250	62,12	1,27	0,22
TOTAL						0,43

Quadro 7.2 – Perdas de carga localizadas no barrilete – 1ª etapa

Peça	K	Quant.	DN (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	Hf (m)
Ampliação gradual	0,30	1	150	62,12	3,52	0,19
Ampliação gradual	0,30	1	250	62,12	1,27	0,02
Ampliação gradual	0,30	1	400	186,35	1,48	0,03
Ampliação gradual	0,30	1	150	62,12	3,52	0,25
Curva 90°	0,40	3	400	186,35	1,48	0,13
Junta de desmontagem	0,40	1	150	62,12	3,52	0,25
Junta de desmontagem	0,40	1	500	186,35	0,95	0,02
Registro de gaveta	0,20	1	150	62,12	3,52	0,13
Registro de gaveta	0,20	1	500	186,35	0,95	0,01
Tê, passagem direta (1 reserva)	0,60	5	400	186,35	1,48	0,34
Tê, saída de lado	1,30	1	400	186,35	1,48	0,15
Válvula de retenção	2,50	1	250	62,12	1,27	0,20
Tubulação	-	26	400	186,35	1,48	0,13
TOTAL						1,85

Quadro 7.3 – Dimensionamento do equipamento de bombeamento – 1ª etapa

Parâmetro	Valor
Número de bombas em paralelo	3 un.
Vazão total	186,35 L/s
Vazão total	670,86 m³/h
Vazão por bomba	62,12 L/s
Vazão por bomba	223,62 m³/h
Altura geométrica	66,98 m
Carga de elevação da adutora ¹	25,00 m
Perda de carga na sucção	0,43 m
Perda de carga no barrilete	1,85 m
Perda de carga linear	12,52 m
Perda de carga total	14,80 m
Altura manométrica	106,78 m
Rendimento da bomba	65 %
Potência calculada por bomba	136,06 CV

¹ A carga de elevação da adutora refere-se à carga acima do nível do terreno do reservatório para garantir o abastecimento do mesmo. É a diferença de cota entre o nível do terreno e o nível máximo do reservatório mais alguma folga.

Parâmetro	Valor
Reserva de potência para o motor	10 %
Potência do sistema moto-bomba	149,66 CV
Potência adotada do sistema moto-bomba	150 CV
Potência total do sistema	450 CV
NPSH disponível	9,47 m
NPSH requerido	2,50 m
Rotor	459
Modelo de referência	Meganorm 150-500
Rotação	1.750 rpm

A **Figura 7.1** mostra o cruzamento da curva de bomba adotada com a curva do sistema com uma bomba funcionando para 1ª etapa. A **Figura 7.2** mostra o cruzamento da curva da bomba com a curva do sistema com três bombas funcionando para 1ª etapa.

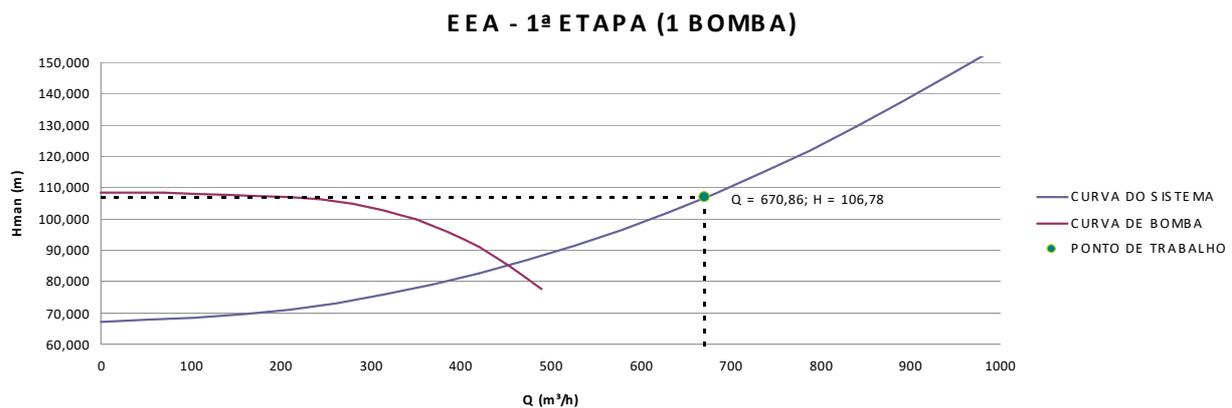


Figura 7.1 – Curva do sistema versus curva da bomba – EEAT, uma bomba, 1ª etapa.

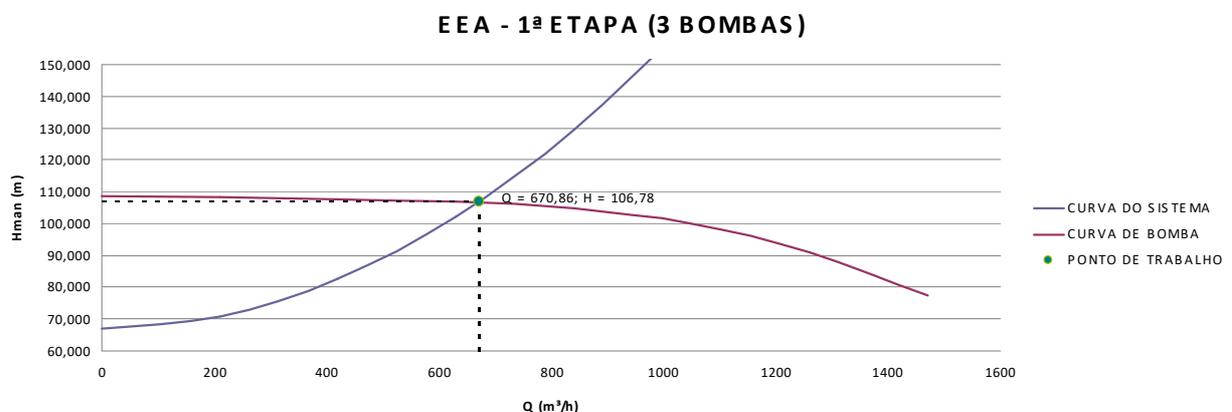


Figura 7.2 – Curva do sistema versus curva da bomba – EEAT, três bombas, 1ª etapa.

O **Quadro 7.4** e o **Quadro 7.5** apresentam as perdas de carga localizadas na sucção e no barrilete para 2ª etapa, respectivamente. O **Quadro 7.6** apresenta o dimensionamento do equipamento de bombeamento para 2ª etapa de projeto.

Quadro 7.4 – Perdas de carga localizadas na sucção – 2ª etapa

Peça	K	Quant.	DN (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	Hf (m)
Curva 90°	0,40	1	250	63,89	1,30	0,03
Entrada normal	0,50	1	250	63,89	1,30	0,04
Redução gradual	0,15	1	200	63,89	2,03	0,03
Junta de desmontagem	0,40	1	250	63,89	1,30	0,03
Válvula de pé c/ crivo	2,75	1	250	63,89	1,30	0,02
Tubulação	-	1	250	63,89	1,30	0,24
TOTAL						0,45

Quadro 7.5 – Perdas de carga localizadas no barrilete de recalque – 2ª etapa

Peça	K	Quant.	DN (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	Hf (m)
Ampliação gradual	0,30	1	150	63,89	3,62	0,20
Ampliação gradual	0,30	1	250	63,89	1,30	0,03
Ampliação gradual	0,30	1	400	255,56	2,03	0,06
Ampliação gradual	0,30	1	150	63,89	3,62	0,27
Curva 90°	0,40	3	400	255,56	2,03	0,25
Junta de desmontagem	0,40	1	150	63,89	3,62	0,27
Junta de desmontagem	0,40	1	500	255,56	1,30	0,03
Registro de gaveta	0,20	1	150	63,89	3,62	0,13
Registro de gaveta	0,20	1	500	255,56	1,30	0,02
Tê, passagem direta (reserva)	0,60	5	400	255,56	2,03	0,63
Tê, saída de lado	1,30	1	400	255,56	2,03	0,27
Válvula de retenção	2,50	1	250	63,89	1,30	0,22
Tubulação	-	26	400	255,56	2,03	0,24
TOTAL						2,62

Quadro 7.6 – Dimensionamento do equipamento de bombeamento – 2ª etapa

Parâmetro	Valor
Número de bombas em paralelo	4 un.
Vazão total	255,56 L/s
Vazão total	920,02 m³/h
Vazão por bomba	63,89 L/s
Vazão por bomba	230,00 m³/h
Altura geométrica	66,98 m
Carga de elevação da adutora	25,00 m
Perda de carga na sucção	0,45 m
Perda de carga no barrilete	2,62 m
Perda de carga linear	22,46 m
Perda de carga total	25,53 m
Altura manométrica	117,51 m
Rendimento da bomba	66 %
Potência calculada por bomba	151,67 CV
Reserva de potência para o motor	10 %
Potência do sistema moto-bomba	166,84 CV
Potência adotada do sistema moto-bomba	175 CV
Potência total do sistema	700 CV
NPSH disponível	9,45 m
NPSH requerido	2,50 m
Rotor	481
Modelo de referência	Meganorm 150-500
Rotação	1.750 rpm

A **Figura 7.3** mostra o cruzamento da curva de bomba adotada com a curva do sistema com uma bomba funcionando para 2ª etapa. A **Figura 7.4** mostra o cruzamento da curva da bomba com a curva do sistema com quatro bombas funcionando para 2ª etapa.

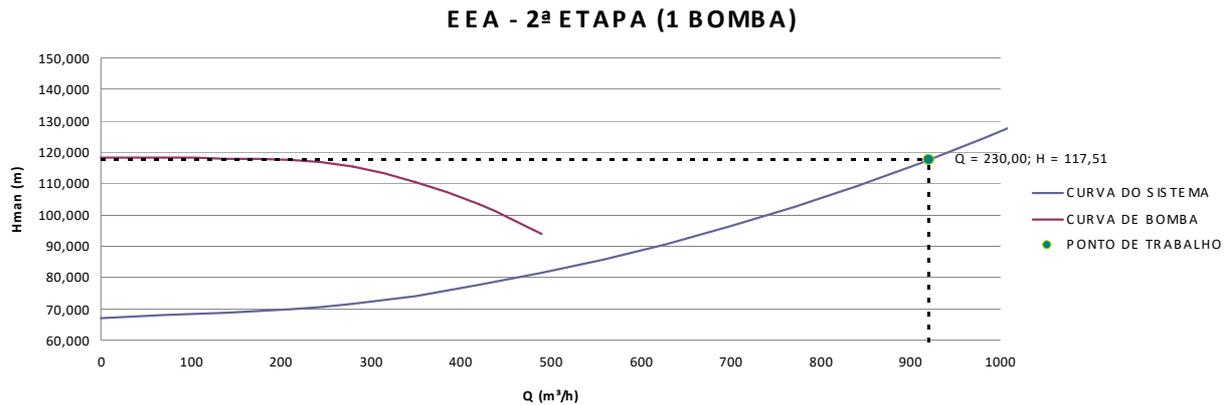


Figura 7.3 – Curva do sistema versus curva da bomba – EEAT, uma bomba, 2ª etapa.

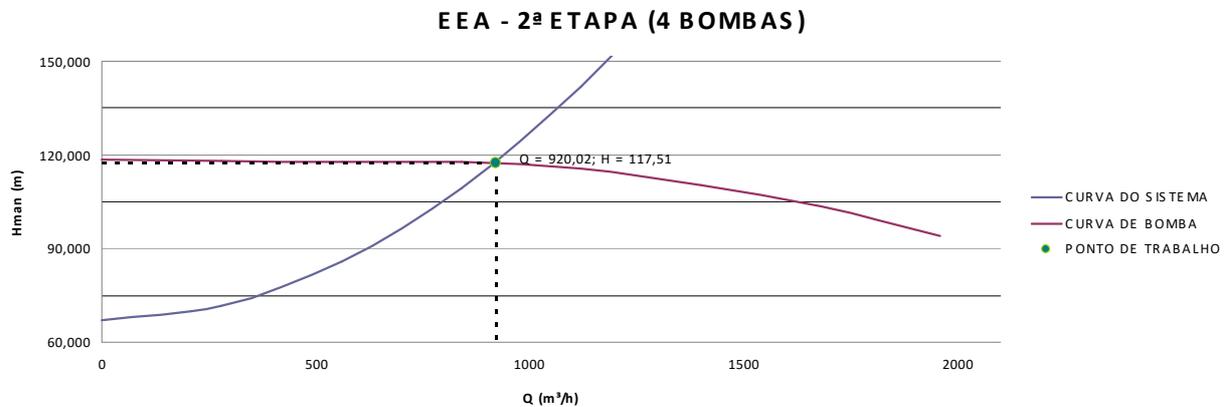


Figura 7.4 – Curva do sistema versus curva da bomba – EEAT, quatro bombas, 2ª etapa.

Não foi realizado estudo de diâmetro econômico porque, na análise de transientes hidráulicos da adutora, comparando-se quatro configurações diferentes para a tubulação, a opção de FoFo DN 500 mm e PRFV DN 500 mm foi a única que se mostrou viável para suportar as cargas transitórias.



ART

5 ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 5.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-CE

ART OBRA / SERVIÇO
Nº CE20210796322

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

INICIAL
CO-AUTOR à 060285491100654

1. Responsável Técnico

WELLINGTON SANTOAGO LOPES

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNF: 0604630676

Registro: 126650-CE

2. Dados do Contrato

Contratante: CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

RUA DR. LAURO VIEIRA CHAVES 1030

Complemento:

Cidade: FORTALEZA

Bairro: AEROPORTO

UF: CE

CPF/CNPJ: 07.040.108/0001-97

Nº:

CEP: 60420200

Contrato: Não especificado

Celebrado em: 01/04/2021

Valor: R\$ 8.000,00

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação Institucional: NENHUMA - NÃO OPTANTE

3. Dados da Obra/Serviço

RUA DR. LAURO VIEIRA CHAVES 1030

Complemento:

Cidade: FORTALEZA

Data de início: 01/04/2021

Finalidade: Saneamento básico

Proprietário: CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

Nº: 1030

Bairro: AEROPORTO

UF: CE

CEP: 60420200

Previsão de término: 31/03/2021

Coordenadas Geográficas: -3,771640, -38,679946

Código: Não Especificado

CPF/CNPJ: 07.040.108/0001-97

4. Atividade Técnica

15 - Elaboração

03 - Projeto > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > 03.13.4 - ADUÇÃO DE ÁGUA

Quantidade

1,00

Unidade

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve preencher a ficha desta ART

5. Observações

Readequação do Projeto Básico de Estação Elevação de S/A do Porto das Dunas em Aquara-CE decorrente da mudança da área para implantação de 255,58 Us; Área=101,45 mca, Para total=740cv, Anexo 4A+1R

6. Declarações

- Declaro que estou cumprindo as regras de assessoria previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto nº 3295/2004

7. Entidade de Classe

SINDICATO DOS ENGENHEIROS NO ESTADO DO CEARÁ (SENGE-CE)

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

forislaora de 04 de junho de 2021

Local

CMS

WELLINGTON SANTOAGO LOPES - CPF: 386.356.843-53

ALINE MARTINS

Assinado de forma digital por ALINE MARTINS

BRITO:7012736

BRITO:70127360387-108/0001-97

0387

Dados: 2021.06.07

10:09:58 -03'00'

9. Informações

* A ART é válida somente quando emitida, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou referência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: R\$ 88,78

Registrada em: 27/05/2021

Valor pago: R\$ 88,78

Nossa Número: 8214716769





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

CREA-CE

ART OBRA / SERVIÇO
Nº CE20200680369

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

INICIAL
 CO-AUTOR à 060285491100064

1. Responsável Técnico

WELLINGTON SANTIAGO LOPES

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **0604539576**

Registro: **12606D CE**

Empresa contratada: **FARIAS & FREITAS SERVIÇOS COMÉRCIO E CONSTRUÇÃO LTDA**

Registro: **0000397199-CE**

2. Dados do Contrato

Contratante: **CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ**
RUA DR. LAURO VIEIRA CHAVES 1030

CPF/CNPJ: **07.040.108/0001-57**

Nº:

Complemento:

Bairro: **AEROPORTO**

Cidade: **FORTALEZA**

UF: **CE**

CEP: **60420280**

Contrato: **Não especificado**

Celebrado em:

Valor: **R\$ 8.200,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional: **NENHUMA - NÃO OPTANTE**

3. Dados da Obra/Serviço

AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Nº: **1030**

Complemento:

Bairro: **AEROPORTO**

Cidade: **FORTALEZA**

UF: **CE**

CEP: **60422700**

Data de Início: **01/09/2020**

Previsão de término: **30/09/2020**

Coordenadas Geográficas: **-3.771855, -38.535036**

Finalidade: **Saneamento básico**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ**

CPF/CNPJ: **07.040.108/0001-57**

4. Atividade Técnica

15 - Elaboração

Quantidade

Unidade

80 - Projeto > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA > #6.1.3.4 - ADUÇÃO DE ÁGUA

5,30

km

80 - Projeto > SANEAMENTO AMBIENTAL > SISTEMA DE ESGOTO/RESÍDUOS > DE SISTEMA DE ESGOTO/RESÍDUOS LÍQUIDOS > #6.2.1.8 - REDE COLETORA DE ESGOTO OU ÁGUAS RESIDUÁRIAS

9,50

km

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Readequação dos projetos de Adutora de água tratada, Sistema de distribuição de água tratada e Sistema Coletor de Esgoto do Porto das Dunas - Aquiraz-ce, Decorrente da Duplicação da CE-025

6. Declarações

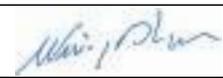
- Declaro que estou cumprindo as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

7. Entidade de Classe

SINDICATO DOS ENGENHEIROS NO ESTADO DO CEARÁ (SENGE-CE)

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima


WELLINGTON SANTIAGO LOPES - CPF: 388.355.843-53

Fortaleza, 27 de maio de 2021.

Local

data

CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CNPJ: 07.040.108/0001-57

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R\$ 88,78**

Registrada em: **09/09/2020**

Valor pago: **R\$ 88,78**

Nosso Número: **8214215292**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-ce.sitac.com.br/publico/>, com a chave: bY9A6
 Impresso em: 26/05/2021 às 11:05:00 por: , ip: 189.84.115.123

