

## **ANEXO I – EXIGÊNCIAS PARA A LICITAÇÃO**

### **1. PLANILHA DE ORÇAMENTO E CRONOGRAMA**

1.1. A PROPONENTE deverá apresentar o seu orçamento preenchendo as colunas “Preço Unitário” e “Preço Total” de todos os itens da Planilha de Orçamento, juntamente com o cronograma físico e com o cronograma financeiro. Cabe ressaltar que, em hipótese alguma, será aceito outro modelo de Planilha de Orçamento que não o disponibilizado pela CONTRATANTE.

1.2. Nos preços unitários propostos pelo LICITANTE para realização dos serviços, deverão ser incluídos, sem a isso se limitar, todos os custos relativos à mão de obra, materiais e equipamentos pertinentes. Considera-se também incluído nos preços unitários, todo e qualquer serviço ou obra de natureza provisória não indicado na Planilha de Orçamento que se fizer necessário para as diversas etapas dos serviços.

1.3. No preço global apresentado na proposta, deverão estar inclusivos todos os custos diretos e indiretos requeridos para os serviços, inclusive mão de obra, responsabilidade técnica, consultoria, bem como todos os encargos fiscais, tributários, trabalhistas, previdenciários, comerciais, despesas diretas e indiretas, know-how, fretes, despesas com carga e descarga, transporte de materiais e equipamentos (incluindo sua estocagem e manuseio), utilização de carros e equipamentos especiais, transporte de pessoal, combustível, energia, ferramentas, embalagens, seguros, impostos e taxas, instalações administrativas, alimentação, despesas com fardamento, EPI's, alojamento e todos os ensaios necessários ao controle de qualidade de materiais e equipamentos (se necessários).

1.4. A proponente deverá apresentar cronograma de execução do contrato conforme modelo disponibilizado pela CONTRATANTE.

1.5. A CONTRATADA será inteiramente responsável pelo cumprimento do prazo contratual e prazos para realização dos serviços, bem como pela qualidade dos serviços, danos ou defeitos construtivos, no que diz respeito à observância de normas técnicas e códigos profissionais.

### **2. QUALIFICAÇÃO TÉCNICA**

2.1. A licitante deverá apresentar prova de inscrição ou registro junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA).

2.2. Comprovação da capacidade TÉCNICO-OPERACIONAL da PROPONENTE, para desempenho de atividade pertinente e compatível com o objeto desta licitação, a ser feita por intermédio de Atestados ou Certidões fornecidas por pessoas jurídicas de direito público ou privado, em que figurem o nome da empresa PROPONENTE na condição de “Contratada”, que comprove a execução de serviços de características técnicas similares às do objeto deste edital, cujas parcelas de maior relevância, tenham sido (tomando-se como referência os serviços que constam na Planilha de Preços Básicos):

a) RECUPERAÇÃO CONCRETO, S/REFORÇO E RECONSTITUIÇÃO “GROUT”, ESP.=60MM

2.3. Comprovação da PROPONENTE possuir como RESPONSÁVEL TÉCNICO ou em seu quadro permanente, na data da licitação, profissional de nível superior, reconhecido pelo CREA, detentor de certidão de acervo técnico que comprove a execução de serviços de características técnicas similares às do objeto da presente licitação, cujas parcelas de maior relevância, tenham sido (tomando-se como referência os serviços que constam na Planilha de Preços Básicos):

a) RECUPERAÇÃO CONCRETO, S/REFORÇO E RECONSTITUIÇÃO “GROUT”, ESP.=60MM

2.4. Quando a CERTIDÃO DE ACERVO TÉCNICO emitida pelo CREA, não explicitar com clareza os serviços objeto do acervo técnico, esta deverá vir acompanhada do seu respectivo atestado, devidamente registrado e reconhecido pelo Conselho.

## **ANEXO II - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

### **1 SERVIÇOS EM SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTO**

#### **1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES**

##### **1.1.1 PLACAS DE OBRA**

- 1.1.1.1 As placas serão fornecidas pela CONTRATADA de acordo com modelos definidos pela CAGECE, devendo ser colocadas e mantidas durante a execução da obra em locais indicados pela FISCALIZAÇÃO.
- 1.1.1.2 As placas serão confeccionadas em chapas metálicas. A escolha de um ou de outro material será feita pela FISCALIZAÇÃO, em função do tempo de execução do serviço. Concluído o serviço, a fiscalização decidirá o destino das placas, podendo exigir a permanência delas fixadas ou o seu recolhimento, pela CONTRATADA, ao escritório local da CAGECE.
- 1.1.1.3 As placas relativas às responsabilidades técnicas pelo serviços, exigidas pelos órgãos competentes, serão confeccionadas e colocadas pela CONTRATADA, sem ônus para a CAGECE e de acordo com o Manual de Identidade Visual de Placas de Obras do Governo do Estado, a ser fornecido em meio magnético por esta empresa, e as normas do CREA.

##### **1.1.2 MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS EM CAMINHÃO EQUIPADO C/ GUINDASTE**

- 1.1.2.1 Todos os materiais, equipamentos e demais instrumentos de serviços, deverão ser transportados pelo contratado para atender as necessidades de execução das obras de acordo com imposição natural do porte e projeto específico.
- 1.1.2.2 Entretanto a relação de equipamento principal exigido por ocasião da licitação, e mesmo a posteriore, solicitada pela fiscalização, deverá ser previamente vistoriada e aprovada para que surta os efeitos esperados. A permanência de tal exigência se estenderá até o final determinado pela CAGECE.
- 1.1.2.3 O transporte dos equipamentos à obra bem como sua remoção para eventuais consertos, ou remoção definitiva da obra ocorrerá por conta e risco da contratada.

#### **1.2 TRÂNSITO E SEGURANÇA**

- 1.2.1 Nas áreas públicas afetadas pela construção das obras, como nas áreas privadas, tanto em relação ao tráfego de veículo ou de pessoas, deverá ser providenciado junto aos órgãos competentes as respectivas liberação e aprovação necessárias, seja para as sinalizações e/ou para o tráfego, sem ônus para a CONTRATADA.
- 1.2.2 Em locais necessários, deverão ser providenciados passadiços, passarelas, cercas de proteção e tapumes ou outros sistemas de segurança, desde que seja necessário, e de acordo com a FISCALIZAÇÃO e com as exigências dos serviços em execução, ficando a CONTRATADA com a responsabilidade exclusiva do fornecimento e dos serviços de transporte, construção, montagem, desmontagem e remoção.
- 1.2.3 A CONTRATADA deverá tomar as providências necessárias para prevenir possíveis acidentes, assumindo total responsabilidade nessas ocorrências. A CAGECE se eximirá de toda e qualquer responsabilidade sobre eventuais acidentes.
- 1.2.4 A fiscalização poderá solicitar a ampliação da sinalização já instalada, se for julgada que está deficiente para o volume dos serviços em execução e que possa comprometer a qualidade e segurança dos serviços ora em execução.
- 1.2.5 Principalmente à noite, os dispositivos de iluminação e alerta, devem apresentar visivelmente à distância, a indicação de bloqueios. A sinalização, portanto, deve estar associada a dispositivos

visuais e sonoros nos padrões ideais e legais.

- 1.2.6 Toda sinalização diurna e noturna de vias públicas e calçadas deverá obedecer ao padrão aprovado pelas prefeituras municipais, devendo ser apresentada e aprovada pela FISCALIZAÇÃO para sua utilização.
- 1.2.7 Para aquelas obras, cujo prazo de execução dos serviços ultrapasse 48 (quarenta e oito) horas, a CONTRATADA deverá providenciar o projeto de sinalização e respectiva aprovação junto aos órgãos competentes.
- 1.2.8 A quantidade de equipamentos para sinalização será em função da intensidade e direção do tráfego.
- 1.2.9 TAPUME
- 1.2.9.1 Os tapumes serão empregados no isolamento da área necessária ao serviço, impedindo a entrada de pedestres e facilitando a visualização da obra a distância. Serão constituídos de chapas de compensado ou aglomerado, madeira ou chapa metálica.
- 1.2.9.2 A CONTRATADA se obrigará também a cumprir as determinações dos órgãos municipais sobre a utilização de tapumes.
- 1.2.9.3 Os tapumes deverão permanecer no local enquanto necessário, à critério da fiscalização.
- 1.2.9.4 Os tapumes contínuos serão caracterizados pela continuidade da proteção, não havendo espaço entre as peças, enquanto que os descontínuos serão caracterizados pela descontinuidade da proteção, com espaço livre entre peças equivalente ao comprimento de uma peça.

#### 1.2.10 FITA PLÁSTICA

- 1.2.10.1 As fitas zebreadas para sinalização devem ser empregadas para obras/serviços rápidos que ocorram somente no passeio, sendo que a fita deve estar disposta ao redor de toda a área. Devem ser utilizadas também nas obras internas da empresa no intuito de advertir e/ou impedir a passagem de pedestres. As fitas devem ser de polietileno, ter acabamento perfeito, isento de casamento e furos e ter impressão em apenas uma face. As faixas devem ter pintura uniforme, isenta de falhas ou manchas.
- 1.2.10.2 Especificações:
- Material: Polietileno
  - Largura mínima da fita: 7 cm.
  - Largura mínima das faixas: 6 cm

#### 1.3 SUSTENTAÇÕES DIVERSAS

- 1.3.1 São escoramentos provisórios em estrutura e benfeitorias como postes, árvores, etc, exceto de solo.
- 1.3.2 Deverão ser verificadas as necessidades de sustentação, manutenção e proteção referente às canalizações, redes, instalações telefônicas, elétricas, etc, bem como edificações, postes, árvores e outras instalações ou elementos que possam sofrer danos em consequência dos serviços.
- 1.3.3 Sempre que preciso, a CONTRATADA deverá fazer sondagens complementares a fim de obter as informações necessárias.

## 2 GENERALIDADES

- 2.1 Os demais serviços não constantes nesta especificação deverão ser executados com a orientação da fiscalização da Cagece. As demais especificações técnicas do serviço a serem executadas são descritas neste anexo, no Laudo Técnico e no Manual de Encargos de Obras de Saneamento – MEOS, que está a disposição na internet no site: [www.cagece.com.br](http://www.cagece.com.br).

### ANEXO III – RELATÓRIO MENSAL DE SEGURANÇA DO TRABALHO NAS OBRAS OU FRENTES DE SERVIÇOS

Data Inspeção:	Denominação Obra/Frente Serviço:		
Local:		Data Início:	Prazo:
Empresa Executora:		Respon. Técnico:	
Efetivo:	Dias decorridos:	Fiscalização:	
Ocorrência fiscalização no período (SRTE, Cagece, Contratada e outros...):			
Ocorrência de Incidentes e/ou Acidentes de Trabalho:			
Ações preventivas e/ou corretivas no período:			
Observações:			
Assinatura Responsável:		Assinatura Fiscalização:	
Data: ____/____/____.		Data: ____/____/____.	

Obs: O relatório deverá ser preenchido e assinado por representante da empresa – engenheiro responsável, técnico responsável e/ou técnico de segurança do trabalho).

Obs2: Uma cópia deste relatório deve ser enviada para a GEPES SEG e outra ser arquivada com a fiscalização.

Contrato nº	Unidade de Negócio	Período	Medição nº	Serviço	
				Água	Esgoto

Equipe

Contratada

Grupo 1 – Qualidade		Peso	Nota	Resultado
1 – Especificação Técnica		25,00%	10,00	2,50
2 – Serviço de Cadastro de Rede		10,00%	10,00	1,00
3 – Qualidade dos Materiais		10,00%	10,00	1,00
4 – Equipamentos/Ferramentas		10,00%	10,00	1,00
5 – Capacitação de Mão de Obra		10,00%	10,00	1,00
6 – Completabilidade/Limpeza		10,00%	10,00	1,00
7 – Pavimentação		15,00%	10,00	1,50
8 – Veículos/Equipamentos Especiais		10,00%	10,00	1,00
Resultado Grupo 1				10,00
Índice de Conformidade do Grupo 1				100,00
Grupo 2 – Prazo		Peso	Nota	Resultado
1 – Execução do Serviço		40,00%	10,00	4,00
2 – Reposição de Pavimentação Asfáltica		30,00%	10,00	3,00
3 – Reposição de Passeios Cimento/Especial		30,00%	10,00	3,00
Resultado Grupo 2				10,00
Índice de Conformidade do Grupo 2				100,00
Grupo 3 – Organização		Peso	Nota	Resultado
1 – Empregados Registrados		10,00%	10,00	1,00
2 – Empregados Uniformizados e Identificados		10,00%	10,00	1,00
3 – Dimensionamento da Equipe		10,00%	10,00	1,00
4 – Sinalização (AMC / CAGECE)		15,00%	10,00	1,50
5 – Normas de Segurança / EPI's E EPC's		15,00%	10,00	1,50
6 – Canteiro		10,00%	10,00	1,00
7 – Acessos		10,00%	10,00	1,00
8 – Atendimento nos Prazos Definidos		10,00%	10,00	1,00
9 – Tratamento ao Público		10,00%	10,00	1,00
Resultado Grupo 3				10,00
Índice de conformidade do Grupo 3				100,00
Conceito				
10,00		SUFICIENTE		
Índice Não Conformidade Geral				0,00

- Nota de 0 a 10 – Valores Inteiros.
- Cada item da coluna resultado é o produto do peso pela nota da avaliação.
- A avaliação de conformidade será o somatório dos resultados em cada grupo analisado (Qualidade, Prazo ou Organização).
- O conceito de suficiente somente será atingido quando as médias nos três grupos forem  $\geq 6$

Contrato nº	Unidade de Negócio	Início do Contrato	Final do Contrato	Serviço	
				Água	Esgoto

Contratada

Grupos	Média dos Resultados de Água	Média dos Resultados de Esgoto	Média Geral
1. Qualidade			0
2. Prazo			0
3. Organização			0

Conceito

0	INSUFICIENTE
---	--------------

- Nota de 0 a 10 – Valores Inteiros
- Cada item da coluna resultado será calculado pelo produto de seu peso pela sua respectiva nota
- A avaliação de conformidade será o somatório dos resultados em cada grupo analisado (Qualidade, Prazo ou Organização)
- O conceito de suficiente somente será atingido quando as médias nos três grupos forem  $\geq 6$

ÁREA PARA:

ALMOXARIFADO  
SALAS P/ RECEP. DOS FISCAIS  
UNID. DE PROGRAMAÇÃO  
REFETÓRIO  
BANHEIROS

ÁREA PARA:

ALMOXARIFADO  
SALAS P/ RECEP. DOS FISCAIS  
UNID. DE PROGRAMAÇÃO  
REFETÓRIO  
BANHEIROS

GALPÃO P / TUBOS

GALPÃO P/ EQUIPAMENTOS

DEP. P/ MAT. PEQUENOS

DEP. P/ MAT. PEQUENOS

ESPAÇO P/ MATERIAL

AREIA

BRITA

PRANCHAS METÁLICAS

MATERIAL DE DESCARTE

ESPAÇO P/ MATERIAL

AREIA

BRITA

PRANCHAS METÁLICAS

MATERIAL DE DESCARTE

ESPAÇO P/ MATERIAL

AREIA

BRITA

PRANCHAS METÁLICAS

MATERIAL DE DESCARTE

ESPAÇO P/ MATERIAL

AREIA

BRITA

PRANCHAS METÁLICAS

MATERIAL DE DESCARTE

ESPAÇO P/ MATERIAL

AREIA

BRITA

PRANCHAS METÁLICAS

MATERIAL DE DESCARTE

# CANTEIRO DE OBRAS PADRÃO

## SITUAÇÃO

# CANTEIRO DE OBRAS PADRÃO

## SITUAÇÃO

ESTACIONAMIENTO P/ VEHICULOS LONGOS		
--	--	--



LAUDO TÉCNICO



**COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ**

**RESERVATÓRIO ELEVADO DE MARCO – CEARÁ**



NOVEMBRO DE 2016



## **Sumário**

1.	CONTRATANTE.....	3
2.	OBJETIVO DO LAUDO .....	3
3.	DESCRIÇÃO DA CAIXA DE ÁGUA.....	3
4.	DESCRIÇÃO DO AERADOR DE ÁGUA.....	4
5.	ESTADO ATUAL DA CAIXA DE ÁGUA .....	4
6.	ESTADO ATUAL DO AERADOR .....	4
9.	ANÁLISE DO ESTADO DA CAIXA DE ÁGUA.....	7
10.	RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DA CAIXA DE ÁGUA:.....	9
11.	DESCRIÇÃO E SEQUÊNCIA DOS SERVIÇOS .....	10
12.	METODOLOGIA PARA REPARO ESTRUTURAL DA CAIXA DE ÁGUA. ....	11
13.	RECUPERAÇÃO DOS PILARES DO AERADOR.....	11
14.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	12
	ANEXO I: ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS .....	13
	ANEXO II: CURRÍCULO DO AUTOR.....	15
	RELAÇÃO DE LAUDOS ELABORADOS .....	16
	ANEXO III: PLANTAS E DETALHES .....	21
	ANEXO IV: ORÇAMENTO E CRONOGRAMA DETALHADO .....	23

## **LAUDO TÉCNICO**

### **1. CONTRATANTE**

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ – CAGECE

Av. Dr. Lauro Vieira, 1030 Vila União

CNPJ 07.040.108/0001 – 57. CEP 60420-280.

Fortaleza - Ceará

### **2. OBJETIVO DO LAUDO**

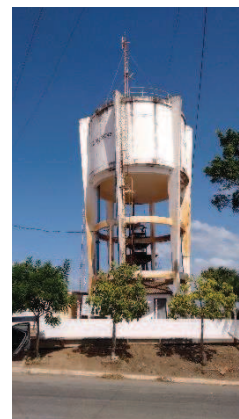
Analisar as condições da estrutura da caixa de água elevada – REL de Marco/Ce, e definir a metodologia para a recuperação estrutural e o orçamento do custo.

### **3. DESCRIÇÃO DA CAIXA DE ÁGUA**

A Estação de Tratamento de Água da cidade de Marco/Ce fica num alto, no cruzamento da Av. Governador Raul Barbosa com a rodovia. Ao lado fica o Aerador com cerca de seis metros de altura até à base das aletas. Tem ainda reservatórios apoiados, depósito e sala de dosadores.

Caixa de água em concreto armado com um reservatório circular com 6,5 m de diâmetro e 5,5 m de altura o que dá uma capacidade de armazenamento de 180 m<sup>3</sup> de água. A altura até a base do reservatório e de 12 m e altura total de aproximadamente 18 metros de altura total. É suportada por seis pilares de 20x50 cm que têm dois contraventamentos circulares intermediários com vigas de 20x50 cm, outro na base da cuba e outro ao nível do solo.

O acesso é feito por escadas metálicas tipo marinheiro com proteção contra quedas até o topo do reservatório, onde tem um gradil de proteção na borda da laje.



#### **4. DESCRIÇÃO DO AERADOR DE ÁGUA**

O Aerador que fica próximo do REL apoia-se em quatro tubos metálico de 300 mm e paredes com 8 mm de espessura. As aletas são de fibra de vidro ou material semelhante.

O Aerador de água, com a participação do vento mantém sua própria estrutura metálica em tubos de aço e a parte da estrutura da caixa de água permanentemente molhada.



#### **5. ESTADO ATUAL DA CAIXA DE ÁGUA**

Os pilares do reservatório apresentam trincas devidas à expansão dos produtos da corrosão eletroquímica dos ferros da armadura e em muitas partes estão expostos e alguns partidos ou bastantes consumidos pela ferrugem.

As vigas circulares também estão com trincas na parte inferior na mesma direção dos ferros da armadura positiva.

Não se perceber qualquer fissura na laje do fundo e tampouco nas paredes laterais do reservatório.

Existem manchas na laje de fundo, porém não parecem ser devido à vazamentos pois não há umidade.

Os pilares são rebocados e pintados.

#### **6. ESTADO ATUAL DO AERADOR**

Os tubos de aço que servem de pilares para o aerador estão superficialmente muito oxidados pelo contato com a água. As chapas da base são as que estão em pior estado de desgaste devido à corrosão.

## **7. TESTE DE ALCALINIDADE DO CONCRETO DOS PILARES.**

A alcalinidade do concreto é importante para a passivação do aço da armadura do concreto pois proporciona a permanência da capa de óxidos em volta das barras de aço. Com o passar do tempo o hidróxido de cálcio da matriz cimentícia do concreto combina-se com o gás carbônico atmosférico transformando em carbonato de cálcio que tem um pH mais baixo. A solução de fenolfateleína é um indicador de pH que é lançada sobre o concreto e indicada alcalinidade quando apresenta cor vermelho carmim e carbonatação se ficar incolor.



Nos pontos onde foram feitos os testes, apareceu a cor vermelha, com se pode ver nas fotos, o que demonstra a boa alcalinidade do concreto dos pilares.

Isto pode ser devido a presença do reboco e pouca presença do gás carbônico no meio ambiente, que é praticamente rural.

## **8. TESTE DE ESCLEROMETRIA NO PILAR**

Este teste serve para verificar a resistência do concreto a partir da dureza superficial ao impacto de uma massa de aço e o valor da sua reflexão.

Para verificação da resistência do concreto foi utilizado um martelo para teste de concreto ou esclerômetro Silver Schmidt ST tipo N, NCM/SH 90248090, SH01-003-0810, o mais moderno da categoria com menor dispersão e independência de ângulo de impacto, com energia de impacto de 10 a 70 Mpa. Neste aparelho os valores dos impactos podem ser lidos diretamente da escala.





São normalizados pela NBR 7584 (1995) – Concreto endurecido: avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão, ASTM C 805 – 85 (1993) – *Test method for rebound number of hardened concrete* e BS 1881: part 202 (1986) – *Determination of concrete strength by non destructive method*.

Este ensaio permite obter a resistência à compressão do concreto de forma simples e não destrutiva quando através da relação do índice esclerométrico com curvas de correlação. O valor obtido é da resistência até a profundidade de 5 cm. O ensaio permite verificar a homogeneidade do concreto estrutural, o nível de resistência e se for necessária uma precisão maior, deve-se fazer ensaios mais precisos, como a extração de corpos de prova.

O aparelho está regulado para fator de forma para o cubo padrão, igual a 1, curva de 10% “low”, a resistência mediana de nove impactos, de acordo com a EM 12504-2.

Os resultados dos testes feitos no pilar da caixa de água e no poste da rede elétrica da cidade de Marco/ estão no quadro à seguir:

Valores do índice esclerométrico Q e em Mpa.										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Teste	Nº	1	No pilar							
68,0	58,5	60,0	55,5	45,5	64,0	47,5	44,0	54,5	52,0	46,0
desvio padrão =			8,0	Valor da mediana			Q =	54,1	Mpa=	39,1
Teste	Nº	2	No pilar							
52,0	55,0	52,5	61,0	63,0	62,0	53,5	57,5	52,5	48,5	58,0
desvio padrão =			4,7	Valor da mediana			Q =	56,0	Mpa=	40,5
Teste			Poste “testa”							
60,0	63,5	64,0	62,0	66,0	63,0	67,0	65,5	66,5	61,5	63,0
desvio padrão =			2,2	Valor da mediana			Q =	63,8	Mpa=	46,0
Teste			Poste “alma”							
56,5	52,5	64,0	58,5	63,5	55,5	58,5	62,0	57,5	59,0	56,5
desvio padrão =			3,5	Valor da mediana			Q =	58,5	Mpa=	42,3

Considerando-se a condição de rugosidade da superfície do concreto após a remoção do reboco, e a imprecisão do método pode-se concluir que o concreto da caixa d'água é bastante resistente, e é de pelo menos de 30 Mpa.

## 9. ANÁLISE DO ESTADO DA CAIXA DE ÁGUA

A caixa de água de Marco foi projetada e calculada adequadamente de acordo com as normas técnicas vigentes na época e ainda desempenha a função de armazenar água no volume previsto.

Entretanto, a altíssima umidade criada pela torre de aeração mantém os quatro pilares mais próximo sempre molhados e os demais, juntos com as vigas circulares sob alta umidade, estão muito deteriorados, com intensão corrosão na armadura.





Como se sabe a corrosão no concreto armado é eletroquímica, isto em meio aquoso. Quanto maior a umidade menor a resistividade do concreto e mais intensa é a corrente iônica no eletrólito, pois é ela que determina a intensidade da corrosão no metal.

Está é a causa principal do estado de deterioração dos pilares que é bastante grande. Num dos pilares, que já passou por uma reparação singela com o recobrimento com reboco comum há uma grande área com armadura exposta e barras de aço partidas e estribos rompidos, entretanto os demais pilares também estão em situação semelhante, porém ainda com encobertos pelo reboco, embora fissurado.

Não se recomenda bater nos pilares para retirar o reboco afim de permitir um exame visual mais amplo porque já estão muito fragilizados. Para isto deve-se fazer escoramento nas vigas circulares e diminuir o volume máximo de água armazenada e não trabalhar em mais de dois pilares ao mesmo tempo.

Surpreendentemente a aplicação da solução de fenolftaleína indicou alcalinidade no concreto, inclusive no concreto que envolve algumas barras de aço oxidadas. Provavelmente o reboco e o meio ambiente quase rural com baixo teor de gás carbônico no meio ambiente possa justificar tal resultado.





O teste de esclerometria deu bons resultados para a resistência à compressão do concreto, inclusive em comparação com o excelente concreto do poste elétrico colocado nas cercanias da caixa de água.

Não foram observadas fissuras devido à esforço de tração, compressão, cisalhamento ou torção na estrutura que possa indicar falha estrutural e nem desaprumo que indique recalque no solo.

Por isso pode-se concluir que o problema é apenas de corrosão eletroquímica da armadura, porém como o estado de deterioração é grande recomenda-se que seja feita a recuperação estrutural nas partes afetadas e em seguida um reforço nos pilares, desde as fundações até o nível da laje de fundo.

## **10. RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DA CAIXA DE ÁGUA:**

A caixa da de água elevada de Marco/Ce precisa ter seus pilares e vigas circulares, inclusive a viga-cinta ao nível do solo recuperadas. Os pilares devido ao estado de deterioração devem ser recuperados e reforçados das fundações até o nível do fundo da cuba, segundo o projeto anexo e a metodologia e especificações técnicas descritas a seguir:

## **11. DESCRIÇÃO E SEQUÊNCIA DOS SERVIÇOS**

- 1) Registrar a execução no CREA-CE
- 2) Montar o canteiro de obra. Fixar a placa de obra.
- 3) Escorar as vigas circulares nos três níveis: do solo até o fundo da caixa de água. Usar 6 escoras em cada vão de viga. Serão  $6 \times 6 \times 3 = 108$  escoras metálicas.
- 4) Montar andaimes metálicos do nível do solo até o nível do fundo da caixa de água. Serão  $3,14 \times 6 \times 4 \times 3 \times 1 = 226$  m<sup>3</sup> de andaimes tipo fachadeiro. Observação: durante a recuperação estrutural dos pilares, o nível interno de água deve ser reduzido para a metade. Não haverá necessidade de reduzir o volume de água durante a recuperação estrutural das vigas.
- 5) Remover todo o reboco de todas as vigas circulares e de todos os pilares até o nível da laje de fundo.
- 6) Fazer a recuperação estrutural das vigas e pilares segundo a metodologia descrita em seguida.
- 7) Após a recuperação da superestrutura, escavar em tornos dos pilares para fixar novas barras de aço na fundação e fazer o reforço com graute cimentício aumentando as dimensões dos pilares em cinco (5 cm) para cada lado. A nova seção de concreto dos pilares será de  $(20+5+5) \times (50+5+5)$ .
- 8) Fazer a cura do graute cimentício por sete dias.
- 9) Chapiscar (argamassa de cimento e areia grossa no traço 1:3).
- 10) Rebocar com argamassa de cimento e areia fina peneirado no traço 1:4 com aditivo plastificante ou argamassa de cimento, cal hidratada e areia fina peneirada no traço 1:2:8.
- 11) Após 28 dias, aplicar selador acrílico e pintar com tinta acrílica.
- 12) Pintar o Logotipo da Cagece.
- 13) Remoção de andaimes, limpeza da obra e desmobilização do canteiro de obra.

## **12. METODOLOGIA PARA REPARO ESTRUTURAL DA CAIXA DE ÁGUA.**

1. Escavar em torno dos pilares, fazer reparos se for necessário, reaterrar.
2. Montar andaimes para acesso aos locais de trabalho.
3. Colocar as escoras metálicas sob as vigas lajes até o nível do fundo da cuba.
4. Retirar todo reboco dos pilares e vigas.
5. Identificar e demarcar as áreas danificadas para fazer o reparo.
6. Cortar o concreto em torno das barras de aço oxidadas.
7. Desoxidar os ferros expostos com jatos de areia e água ou escovar acionadas por furadeiras elétricas.
8. **Onde necessário** colocar novos estribos ou grampos de aço fixados no concreto com adesivo estrutural à base de resinas epóxi.
9. **Se** a barra exposta tiver corroída em mais de 10% de desgaste no diâmetro, colar uma nova barra para recompor a seção original.
10. Aplicar inibidor de corrosão em forma de tinta rica em zinco, própria para reparos estruturais em armadura de concreto nas barras, como forma de dar proteção catódica, **em todos** os ferros que estiverem ou forem expostos.
11. Reconstituir a camada de cobrimento com argamassa polimérica própria para reparo estrutural se a espessura de reparo for menor que 3 cm (vigas e **lajes**).
12. Lavar com jato de água todos os pilares.
13. Colocar as novas barras de aço (ver projeto)
14. Colocar forma de madeira e fazer o grauteamento com 5 cm de espessura (**pilares**).
15. Pintura com tinta acrílica na cor branca.

## **13. RECUPERAÇÃO DOS PILARES DO AERADOR**

Os quatro tubos metálicos estão com intensa corrosão na capa externa do metal, porém a espessura da parede que é de 8 mm permite que está ferrugem seja removida

mecanicamente com talhadeira e posteriormente com jatos de areia e água sem afetar a sua resistência e capacidade de carga.

Recomenda-se que o Aerador seja desmontado para substituir as chapas da base dos quatros tubos e fazer a desoxidação e pinturas dos mesmos e a limpeza geral das demais peças.

Para a pintura dos materiais metálicos deve-se inicialmente aplicar tinta antioxidante à base de cromato de zinco e uma tinta esmalte sintético como acabamento.

#### **14. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os pilares do reservatório elevado estão num estágio muito elevado de corrosão da armadura, como se pode ver nas fotos em anexo a este laudo e necessita com urgência serem reparados, reforçados e protegido da intensa umidade causada pelo vizinho aerogerador.

Este por sua vez está também com seus pilares formados por tubos metálicos também com corrosão superficial intensa, especialmente na chapa metálica das bases. Mas como a parede dos tubos é espessa, podem ser reparados e protegidos por pintura. Mas as chapas das bases devem ser substituídas.

Fortaleza, 15 de novembro de 2016.

**José Emidio Alexandrino Bezerra.**

Engenheiro Civil, MSc

Crea-Ce 2672 D – RN 060.113.141-0.

## **ANEXO I: ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS**

Os materiais que devem ser usados na recuperação estrutural do REL de Marco/Ce devem ser adquiridos de marcas reconhecidas, conforme a lista abaixo:

### **Adesivo estrutural**

Adesivo epóxi bi-componente, sem solvente, de alta resistência, tixotrópico, próprio para colagem de aço ao concreto. Recomenda-se usar Comcresive 227 Poxys Basf, Sikadur 31 Sika, Compound Adesivo Vedacit ou similar.

### **Graute cimentício**

Compostos à base de cimento Portland, agregados e aditivos que apresentam grande fluidez, auto-adensáveis, isentos de retração e altas resistências bastante utilizadas em reparos estruturais e chumbamento de equipamentos. SikaGrout Sika, V-1 Grauth Vedacit, Masterflow 320 Grout Basf, Betagrout Betumat ou similar.

### **Argamassa para reparos**

Argamassas à base de cimento, areia e polímeros usadas para reparos de pouca espessura. Segundo Bauer (2005) diferem-se dos grautes pela plasticidade e reologia que as tornam próprias para aplicação manual. Recomenda-se a Argamassa Estrutural 250 Vedacit, SikaTop 122 Plus, Emaco S88 Basf ou similar.

### **Inibidor de corrosão para armadura de concreto**

Tintas anticorrosivas à base de resinas epóxi com alto teor de zinco que oferece proteção catódica ao aço da armadura do concreto. Pode-se usar o Protetor de Armadura Quartzolit Weber, Armatec ZN Vedacit, ou similar.

**Pintura da estrutura da caixa de água**

Com tinta acrílica de primeira linha, Coral, Ypiranga, Hipercor ou similar em duas demãos, na cor branca, sem emassamento.

**Pintura sobre aço**

Lixamento para remoção da ferrugem, aplicação de primer anti-oxidante a base de cromato de zinco, Ferrolack da Ypiranga ou similar, e duas demais de tinta de acabamento a base de esmalte sintético, Coralit da Coral ou similar.

## **ANEXO II: CURRÍCULO DO AUTOR**

### **JOSÉ EMIDIO ALEXANDRINO BEZERRA**

- Engenheiro Civil, Crea-Ce 2672 D, formado na UFC (1973).
- Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000).
- Professor na Universidade de Fortaleza – UNIFOR.
- Sócio e Diretor da JEAB Construções e Reforços Estruturais Ltda.;
- Ex - Conselheiro do Crea-Ce. Ex – Diretor do Clube de Engenharia do Ceará.
- Autor do livro Estruturas de Concreto Armado – Patologia e Recuperação.
- Responsável por muitas obras de construção civil, recuperação e reforços estruturais.
- Autor de muitos laudos técnicos e de inspeção predial.



## **RELAÇÃO DE LAUDOS ELABORADOS**

1. CAGECE – Reservatório do Ancurí
2. CAGECE – Reservatório Subterrâneo de Benfica
3. CAGECE – Reservatório Semi-Enterrado do Cocorote
4. CAGECE – Reservatórios Elevados do Cocorote
5. CAGECE – Departamento Metropolitano: Escritório e Almoxarifado na Av. Ant<sup>o</sup>. Sales, Fortaleza.
6. FUNCEME – Estudo para a Base do Radar Meteorológico
7. FUNCEME – Abrigo para a Estação do Radar Meteorológico
8. RFFSA – Galpão do Dit, Torre De Controle, Caixa D'água De Mucuripe, Ponte Sobre O Rio Poti.
9. TELECEARÁ – Edifício Sede na Av. Borges Melo, Fortaleza.
10. Casa do Dr. Cláudio Narcélio M. Bezerra
11. CREA-CE – Estádio Castelão
12. Prefeitura Municipal de Fortaleza – Ginásio Paulo Sarazate
13. Prefeitura Municipal de Iguatu – Edifício Sede
14. PB Construções – Ponte sobre o Rio Acarau /Sobral
15. PB Construções – Arcos da Ponte sobre o Rio Acaraú/Sobral
16. SAAE de Morada Nova – Reservatório do Distrito de Roldão
17. SAAE de Morada Nova – Reservatórios Elevados
18. SAAE de Sobral – Reservatório Semi-Enterrado
19. UNIMED – Edifício Sede Av. Santos Dumont
20. Construtora Granito Ltda – Piso da Disbel
21. Edifício Alexandrino
22. Edifício Leme
23. Edifício Diva Marinho
24. Edifício Antenor Gomes
25. Construtora LM Ltda – Shopping Aldeota, Garagem
26. Construtora LM Ltda – Shopping Avenida, 14<sup>a</sup> . pavimento
27. Construtora LM Ltda – Shopping Aldeota, Cinemas

28. Prefeitura Municipal de Maracanaú – Hospital de Maracanaú.
29. Instituto Dr. José Frota / Dimensão Engenharia Ltda – Centro de Nutrição e Dietética
30. Jereissati Centros Comerciais S. A – Edifícios Emília e Marina
31. Imobiliária LM Ltda – Edifício *Shopping Dom Luis*.
32. CAGECE – Reservatórios elevados do Conjunto Habitacional Engº. José Valter
33. CAGECE – Reservatório apoiado de Juazeiro do Norte – RAP 01.
34. LIBRA LIGAS DO BRASIL – planta industrial
35. VEGEFLOA – Galpão de Produção
36. SIDERÚRGICA GERDAU CEARENSE – Túnel de Escória
37. SIDERÚRGICA GERDAU CEARENSE – Coberta de um galpão de armazenagem.
38. SIDERÚRGICA GERDAU CEARENSE – Estrutura de um galpão de armazenagem atingido por veículo.
39. ARMAFER – Telhado do galpão de produção
40. SIDERÚRGICA GERDAU CEARENSE – Trincas na estrutura do Galpão do Forno à Gás Natural
41. Gestart Serviços e Representações Ltda – patologias nos apartamentos 1210 e 1310 do edifício Portal de Iracema.
42. CAGECE – Reservatório de água tratada do ETA Gavião.
43. Construtora LM Ltda – Edifícios Flor da Paisagem, Viena e Imperial Park.
44. CAGECE – Reservatório Elevado (antigo) do pátio da Faculdade de Direito UFC.
45. Edifício Emília e Marinha.
46. Aeroporto Internacional Pinto Martins – Fissura no prédio.
47. CAGECE – Trinca nas estações de tratamento de água de Crateús e Jaburu.
48. CAGECE – Gradil de proteção e isolamento do terreno da estação.

49. Assembléia Legislativa do Ceará – Infiltração de água e tratamento das paredes externas em concreto aparente do plenário.
50. CAGECE – Reservatório de água tratada do ETA Gavião
51. Edifício Juan Miro.
52. BNB – Centro Administrativo Getúlio Vargas no Passaré.
53. Cine São Luís – Arq. Fausto Nilo e Delberg Ponce de Leon
54. Consórcio Construtor QGCC – Metrofor: Projeto de recuperação e reforço do Lord Hotel e Edifício Philomeno Gomes.
55. Edifício Meireles Residence Service – laudo sobre infiltrações no pavimento térreo.
56. Luís Uchoa – Estudo e parecer sobre trincas no Apartamento 102 do Edifício Dom José III.
57. SEINFRA/CE – Projeto de Rebaixamento da antiga Estação de Parangaba.
58. Cartório Melo Jr. – prédios na Rua Governador Sampaio, Centro.
59. Macrobase Engenharia – IML concreto aparente.
60. Tribunal de Contas do Ceará – Assentamento cerâmica fachada do prédio-sede.
61. CAGECE – Laudo e projeto de recuperação dos canais de adução na Estação de Pré-Condicionamento de Esgotos de Fortaleza.
62. Avaliação dos danos e recuperação da Estátua de Padre Cícero, Horto, Juazeiro do Norte.
63. UNIFOR - Avaliação das fissuras das paredes externas do NAMI
64. Prefeitura de Maracanaú – laudo e projeto de recuperação e orçamento para a recuperação do Ginásio Gustavo Barros, Pontilhão na entrada da Colônia Antônio Diogo e para o Monumento da escola Carlos Jereissati.
65. Procuradoria Geral de Justiça do Estado do Ceará – laudo e projeto para recuperação estrutural do prédio do centro Administrativo Virgílio Távora, no Cambéba.

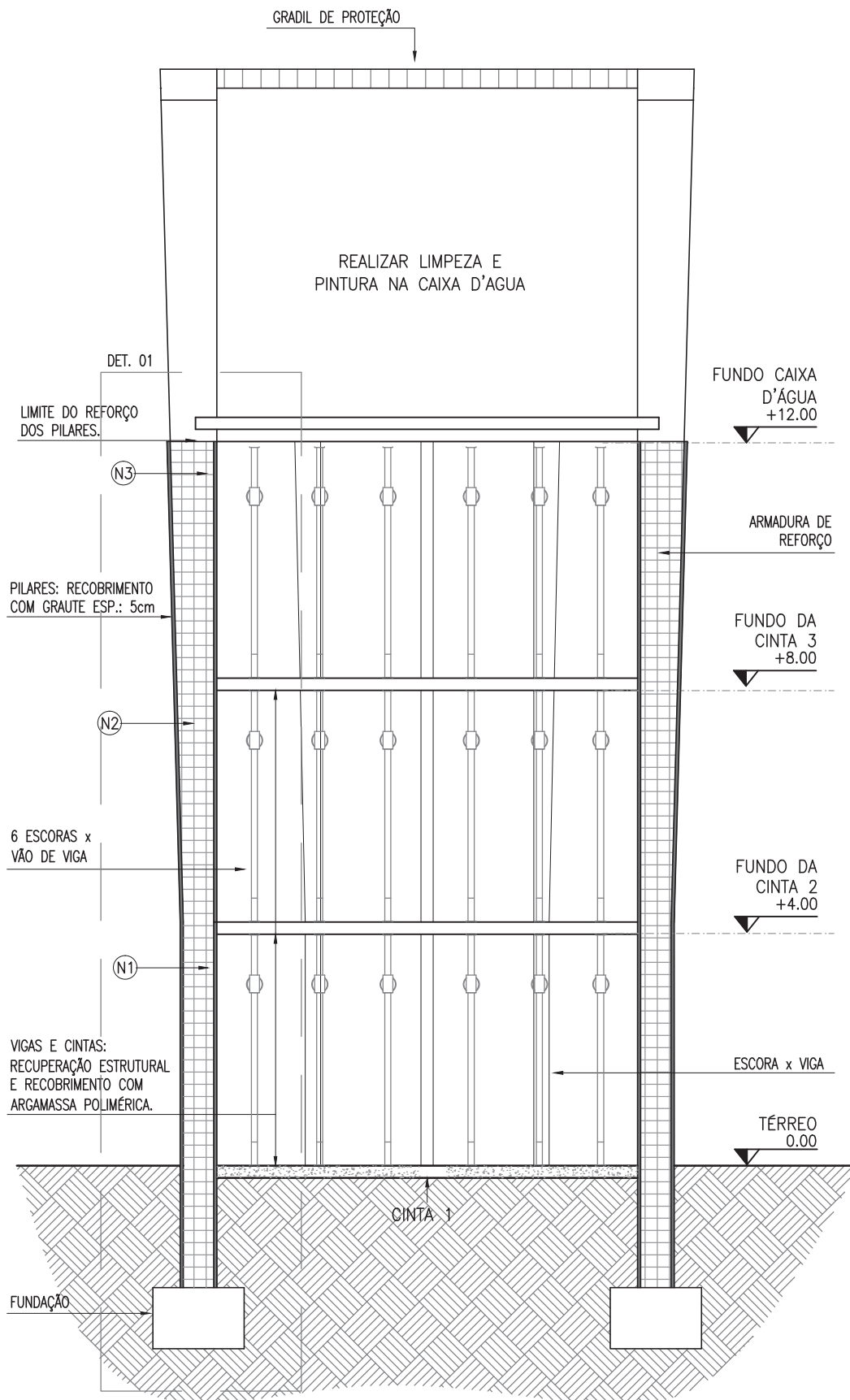
66. Edifício Airton Fernandes – Parecer sobre a execução do revestimento cerâmico nas fachadas do prédio.
67. CAGECE – Laudo e projeto de recuperação das estruturas dos canais, elevatórias, gradeamento e desarenação e prédios da Administração, Subestações, Estação de Tratamento de Odores, Sopradores e Oficina na EPC – Estação de Pré-Condicionamento de Esgotos de Fortaleza.
68. Colégio José Recamonde no Bairro Álvaro Weyne - Fortaleza
69. Arquiteto Leonardo Fontenele – edifício do DNOCS na rua dos Tabajaras, Praia de Iracema, Fortaleza.
70. Templo dos Mórmons no Bairro de Fátima – Fortaleza
71. Marize Jerônimo Gomes, apartamento 401 do Condomínio Morada dos Coqueiros, Fortaleza.
72. Hospital Dr. João Elísio de Holanda – antiga Clínica. Maracanaú.
73. Estádio Alcides Santos, Fortaleza Esporte Club – Pici, Fortaleza, Ceará
74. Maciel Pimenta – apartamento 104 do Bloco IV do Condomínio Liège na Rua Marechal Deodoro 519 Benfica.
75. Rogério de Menezes de Carvalho Pires – apartamento 102 do Edifício Rio Volga na Rua Joaquim Nabuco 184º Aldeota.
76. Condomínio Liège, Bloco IV B – Rua Marechal Deodoro 519 Benfica.
77. Ed. Grand Place – Rua Tibúrcio Cavalcante, 600. Aldeota
78. Ed Saint Patrick – Rua Andrade Furtado, 1311 Cocó. Fortaleza.
79. Ed Panorama – Rua Senador Jaguaribe, s/n. Centro. Fortaleza.
80. Ed. Almofala – Rua Dr. Gilberto Studart, 1540. Papicu. Fortaleza.
81. Ed. Atlantic Hills – Rua Gothardo Moraes, 155 Dunas. Fortaleza.
- 82.** Prédio na Rua Guilherme Rocha, 326. Centro. Fortaleza.
83. Condomínio Morada dos Coqueiros – Av. Expedicionários. Fortaleza.
84. Bruno Coelho Cavalcanti – Rua Clemente Pereira, 195 Paupina, Fortaleza.
85. Caixas de água da Faculdade de Direito da UFC – GAU Guimarães Arquitetura e Urbanismo.

86. DENIT – DELBERG ARQUITETOS ASSOCIADOS. BR 116 km 06 Cajazeiras. Fortaleza – Ceará
87. Polícia Rodoviária Federal 16º Superintendência - DELBERG ARQUITETOS ASSOCIADOS. BR 116 km 06 Cajazeiras. Fortaleza – Ceará.
88. CONAB/COBAL Jardim América – DELBERG ARQUITETOS ASSOCIADOS. Fortaleza – Ceará.
89. Ed. Village Del Mare – Rua Monsenhor Bruno 550. Meireles.
90. Shopping Center Iguatemi VI Ampliação. Fortaleza – Ceará.
91. Mariza Villar Kunz. Apartamento 1001 do Ed. Ramiro Milfont. Fortaleza – Ceará.
92. Luiz Eduardo dos Santos. Passarela entre os apartamentos 501 e 502 do Edifício Ramiro Milfont, Fortaleza – Ceará.
93. Assistência técnica à CMM na recuperação da estrutura do Deck-garage da IV Ampliação do Shopping Center Iguatemi Fortaleza.
94. Instituto Pacoti de Educação Eireli – EPP. Av. Aguanambi 710. Curso Técnicos Apoená.
95. Ed. Lúcia Melo – Av. Rui Barbosa, 748 Meireles.
96. Canal da Avenida Aguanambi – Architectus/SEINF/PMF.
97. Unifor, verificação da resistência do prédio da Vice-reitoria de graduação.
98. Ed. Maizé – Rua José Vilar. Fortaleza.
99. Ed. Dragão do Mar – Rua 08 de Setembro. Fortaleza.
100. Cagece. REL de Aquiraz, Ce.
101. Ed. Monsenhor Tabosa - Rua Antônio Augusto, 483. Meireles.
102. BNB – Caixa de água do HUBINE, Centro Administrativo Presidente Getúlio Vargas, Passaré.
103. Ed. Palazzo di Firenze. Rua João Lobo Fº, 163. Fátima. Construtora Lira Coutinho. Fortaleza- Ceará.

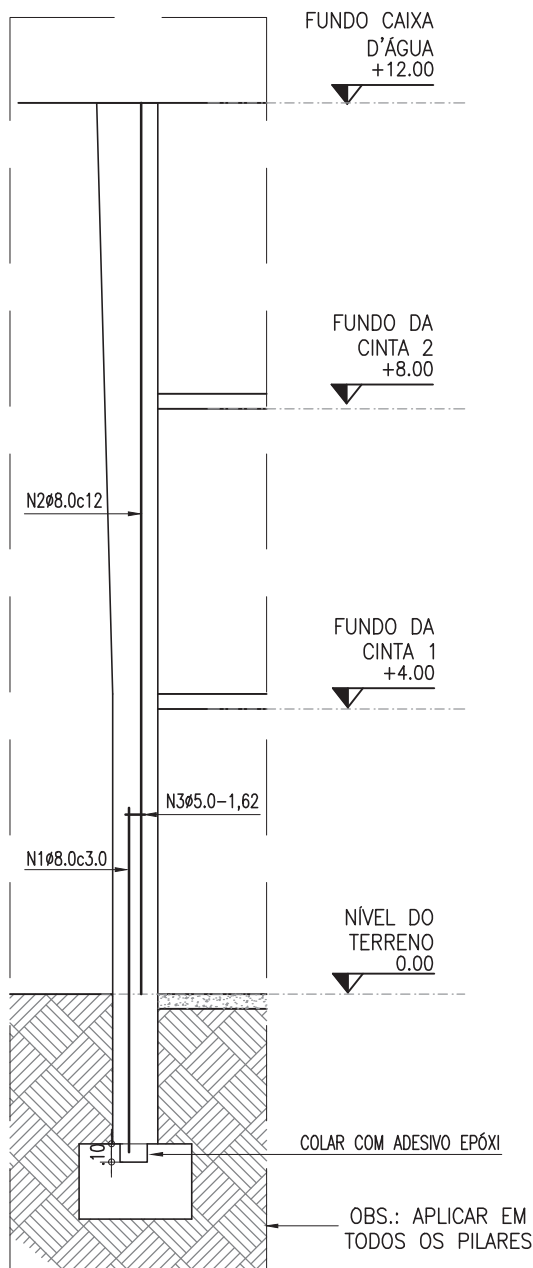
Fortaleza, 15 de dezembro de 2016.

**Engº. Civil. MSc. José Emidio Alexandrino Bezerra.**

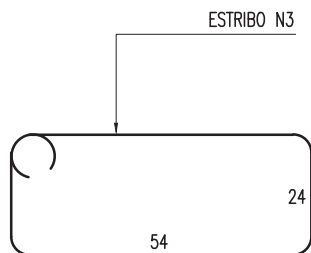
Crea-Ce 2672 D – RN 060.113.141-0.



**01** VISTA CX D'ÁGUA  
ESC. 1/100



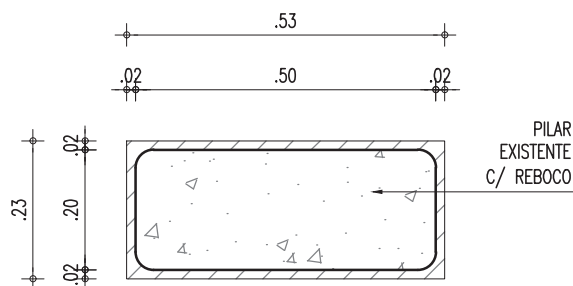
**01 DET. 01**  
ESC. 1/100



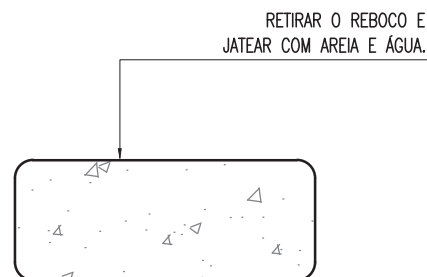
**04 ESTRIBOS**  
ESC. 1/12.5

QUADRO DE FERROS				
N	Ø	QUANT	C.UNIT.	C.TOTAL
1	8,0	60	3,00	180
2	8,0	60	12,00	720
3	5,0	420	1,62	680,4

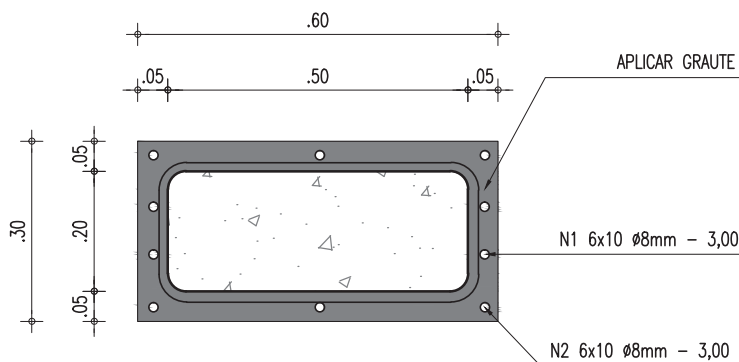
QUADRO RESUMO			
Ø	C.NTM	kg/m.	PESO
8,0	900	0,395	355,5
5,0	680,4	0,154	104,7
PESO TOTAL + 0%			460



**02 PILAR EXISTENTE**  
ESC. 1/12.5

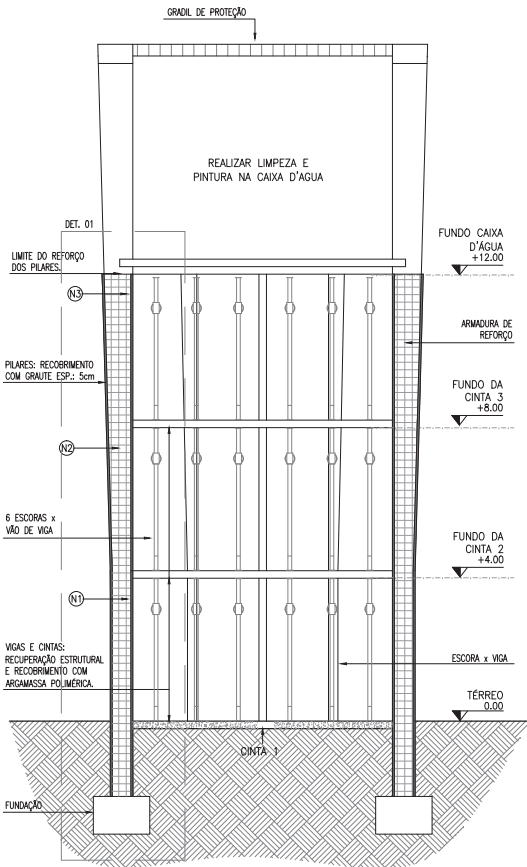


**03 INTERVENÇÃO**  
ESC. 1/12.5



**05 RECUPERAÇÃO**  
ESC. 1/12.5

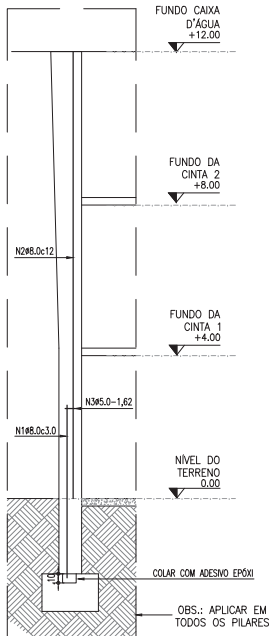




01 VISTA CX D'ÁGUA  
ESC. 1/100

QUADRO DE FERROS				
N	Ø	QUANT	C.UNIT.	C.TOTAL
1	8,0	60	3,00	180
2	8,0	60	12,00	720
3	5,0	420	1,62	680,4

QUADRO RESUMO			
Ø	C.NTM	kg/m.	PESO
8,0	900	0,395	355,5
5,0	680,4	0,154	104,7
PESO TOTAL + 0%			460



02 DET. 01  
ESC. 1/100

## METODOLOGIA DE RECUPERAÇÃO

A caixa de água elevada de Marco/Ce precisa ter seus pilares e vigas circulares, inclusive a viga-cinta ao nível do solo recuperados. Os pilares devido ao estado de deterioração devem ser recuperados e reforçados das fundações até o nível do fundo da cuba, segundo o projeto anexo, a metodologia e especificações técnicas descritas a seguir:

- DESCRIÇÃO E SEQUÊNCIA DOS SERVIÇOS
- 1. Registrar a execução no CREA-CE
- 2. Montar o canteiro de obra. Fixar a placa de obra.
- 3. Escorar as vigas circulares nos três níveis: do solo até o fundo da caixa de água. Usar 6 escoras em cada vão de viga. Serão  $6 \times 6 \times 3 = 108$  escoras metálicas.
- 4. Montar andaimes metálicos do nível do solo até o nível do fundo da caixa de água. Serão  $3,14 \times 6 \times 3 \times 1 = 226$  m<sup>3</sup> de andaimes tipo facheira. Observação: durante a recuperação estrutural dos pilares, o nível interno de água deve ser reduzido para a metade. Não haverá necessidade de reduzir o volume de água durante a recuperação estrutural das vigas.
- 5. Remover todo o reboco de todas as vigas circulares e de todos os pilares até o nível da laje de fundo.
- 6. Fazer a recuperação estrutural das vigas e pilares segundo a metodologia descrita em seguida.
- 7. Após a recuperação da superestrutura, escavar em torno dos pilares para fixar novas barras de aço na fundação e fazer o reforço com grout cimentício aumentando as dimensões dos pilares em cinco (5 cm) para cada lado. A nova seção de concreto dos pilares será de  $(20+5+5) \times (50+5+5)$ .
- 8. Fazer a cura do grout cimentício por sete dias.
- 9. Chapicar (argamassa de cimento e areia grossa no traço 1:3).
- 10. Rebocar com argamassa de cimento e areia fina penetrado no traço 1:4 com aditivo plastificante ou argamassa de cimento, cal hidratada e areia fina penetrado no traço 1:2:8.
- 11. Após 28 dias, aplicar selador acrílico e pintar com tinta acrílica.
- 12. Pintar o Logotipo da Cagece.
- 13. Remoção de andaimes, limpeza da obra e desmobilização do canteiro de obra.

## METODOLOGIA PARA REPARO ESTRUTURAL DA CAIXA DE ÁGUA

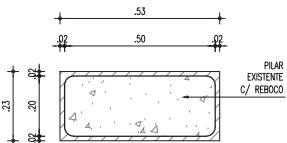
- 2. Escavar em torno dos pilares, fazer reparos se for necessário, reestrear.
- 3. Montar andaimes para acesso aos locais de trabalho.
- 4. Colocar as escoras metálicas sob as vigas lajes até o nível do fundo da cuba.
- 5. Retirar todo reboco dos pilares e vigas.
- 6. Identificar e demarcar as áreas danificadas para fazer o reparo.
- 7. Cortar o concreto em torno das barras de aço oxidadas.
- 8. Desoxidar os ferros expostos com jatos de areia e água ou escovar acionados por furadeiras elétricas.
- 9. Onde necessário colocar novas estribos ou grampos de aço fixados no concreto com adesivo estrutural à base de resinas epóxi.
- 10. Se a barra exposta tiver corroída em mais de 10% de desgaste no diâmetro, colar uma nova barra para recompor a seção original.
- 11. Aplicar inibidor de corrosão em forma de tinta rica em zinco, própria para reparos estruturais em armadura de concreto nas barras, como forma de dar proteção catódica, em todos os ferros que estiverem ou forem expostos.
- 12. Reconstruir a camada de cobertura com argamassa polimérica própria para reparo estrutural se a espessura de reparo for menor que 3 cm (vigas e lajes).
- 13. Lavar com jato de água todos os pilares.
- 14. Colocar as novas barras de aço (ver projeto)
- 15. Colocar forma de madeira e fazer o grauteamento com 5 cm de espessura (pilares).
- 16. Pintura com tinta acrílica na cor branca.

## RECUPERAÇÃO DOS PILARES DO AERADOR

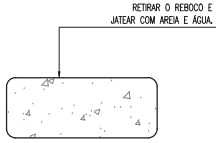
Os quatro tubos metálicos estão com intensa corrosão na capa externa do metal, porém a espessura da parede que é de 8 mm permite que está ferrugem seja removida mecanicamente com talhadeira e posteriormente com jatos de areia e água sem afetar a sua resistência e capacidade de carga.

Recomenda-se que o Aerador seja desmontado para substituir as chapas da base dos quatro tubos e fazer a desoxidação e pinturas dos mesmos e a limpeza geral das demais peças.

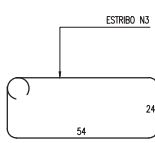
Para a pintura dos materiais metálicos deve-se inicialmente aplicar tinta antioxidante à base de cromato de zinco e uma tinta esmalte sintético como acabamento.



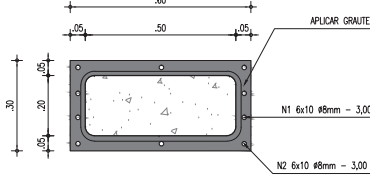
03 PILAR EXISTENTE  
ESC. 1/12,5



04 INTERVENÇÃO  
ESC. 1/12,5



05 ESTRIBOS  
ESC. 1/12,5



06 RECUPERAÇÃO  
ESC. 1/12,5

Autoria do Projeto:		Cliente:	
J E A B		CAIXA D'ÁGUA CAGECE - MARCO - CE	
Responsável:		Eng. MSc JOSÉ EMÍDIO ALEXANDRINO BEZERRA	
Assunto:		CREA - CE: 2672 D - RN: 060.113.141-0	
Fase:		PROJETO EXECUTIVO - REFORÇO ESTRUTURAL	
Assunto:		VISTA CAIXA D'ÁGUA:	
Assunto:		DET 01 / QUADROS DE FERROS E RESUMO.	
Assunto:		DETALHES RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL	
Assunto:		NICE HOLANDA ALEXANDRINO BEZERRA	
Assunto:		CAU-CE: A-116698-0	
Assunto:		INDICADA	

PARECER TÉCNICO



**COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ**

**RESERVATÓRIO ELEVADO DE MARCO – CEARÁ**



Foto 1. REL de Marco/Ceará

**Março de 2018**

## **Sumário**

1. CONTRATANTE.....	3
2. OBJETIVO DO LAUDO .....	3
3. DESCRIÇÃO DO CONJUNTO.....	3
4. ESTADO ATUAL DA CAIXA DE ÁGUA .....	4
5. CONCLUSÃO SOBRE O ESTADO DA CAIXA DE ÁGUA .....	8
ANEXO II: PLANTAS E DETALHES .....	
ANEXO III: ORÇAMENTO E CRONOGRAMA DETALHADO .....	
ANEXO IV CURRÍCULUM DO AUTOR .....	
RELAÇÃO DE LAUDOS ELABORADOS	

## **LAUDO TÉCNICO**

### **1. CONTRATANTE**

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ – CAGECE

Av. Dr. Lauro Vieira, 1030 Vila União

CNPJ 07.040.108/0001 – 57. CEP 60420-280.

Fortaleza - Ceará

### **2. OBJETIVO DO PARECER**

Analisar estado atual da estrutura da caixa de água elevada – REL de Marco/Ce, comparativamente às condições na época do laudo feito em novembro de 2016.

### **3. DESCRIÇÃO DO CONJUNTO**

A Estação de Tratamento de Água da cidade de Marco/Ce fica no cruzamento da Av. Governador Raul Barbosa com a rodovia. Foto 2.

É formada pelo Reservatório Apoiado – RAP 01 de 400 m<sup>3</sup> de água, o Reservatório Elevado – REL de 280 m<sup>3</sup>, os três filtros, o Aerador depósito de produtos químicos e sala de dosadores.



Foto 2. Vista aérea da ETA. Google Earth

Segundo a CAGECE o REL tem 8,5 m de diâmetro, 5,50 m de altura total e 4,70 m de altura útil, sendo capaz de armazenar 280 m<sup>3</sup> de água. A altura até a base do reservatório é de 12 m e altura total de aproximadamente 17,50 metros até o topo. É suportada por seis pilares de 20x50 cm que são contraventados por duas vigas-anéis intermediárias de concreto armado com 20x50 cm de seção transversal, outra na base da cuba e outra ao nível do solo. O peso da estrutura pesa até o nível do terreno é de 60 toneladas.

O acesso é feito por escadas metálicas tipo marinho com proteção contra quedas até o topo do reservatório, onde tem um gradil de proteção na borda da laje.

#### **4. ESTADO ATUAL DA CAIXA DE ÁGUA**

Desde a vistoria feita em novembro de 2016, há cerca de 1 ano e meio, portanto, é visível o aumento das áreas expostas das armaduras de todos os pilares e do desgaste nas barras de aço das armaduras causado pela corrosão eletroquímica. As trincas nos pilares e nos anéis de contraventamento também aumentaram em número e extensão.

A laje do fundo e as paredes laterais estão em bom estado, sem fissuras aparentes.

A escada metálica tipo marinho não oferece mais condições de uso pelo mesmo motivo, o alto grau de desgaste.

A Figura 1 mostra três fotos de novembro de 2016 e na Figura 2, fotos atuais, março de 2018 para comparação e comprovação do ritmo e do grau de corrosão da armadura dos pilares.





**Figura 1. Fotos de novembro de 2016.**



**Figura 2. Fotos de pilares em março de 2018**

Todos os seis pilares apresentam fissuras verticais em toda a sua altura. Essas fissuras acompanham as barras de aço principais das armaduras. Onde a armadura já está exposta, vê-se muitas barras de aço com diâmetro reduzido em bem mais de 10% e algumas barras de aço partidas e/ou flambadas pela ausência de estribos ou com estribos partidos e soltos.

Na foto 3 vê-se o estado da armadura de um pilar e da cinta ao nível do solo e pode-se avaliar o grau de desgaste.

Os demais pilares estão no mesmo estado de desgaste e fragilidade.



**Foto 3. Pilar e cinta inferior com armaduras expostas.**

O estado geral da superfície do concreto está bastante desgastado, erodido e impregnado por lodo e principalmente por produtos químicos e possivelmente óxidos de ferros da tubulação do Aerador. Figuras 3 e 4.





**Figura 3. Superfície do concreto manchada e impregnada por substâncias diversas**



**Figura 4. Outros pilares e estado da superfície do concreto**

## **5. CONCLUSÃO SOBRE O ESTADO DA CAIXA DE ÁGUA**

Tendo em vista o agravamento da deterioração geral dos pilares e anéis é recomendável não colocar água no REL e providenciar o imediato escoramento para compensar o forte desgaste dos pilares.

Este escoramento pode ser feito com escoras metálicas sob os anéis conforme foi recomendado no laudo datado de novembro de 2016, porque é a forma mais rápida de aliviar a carga sobre os pilares.

Entretanto, o ideal é, combinar essas escoras com pelo menos quatro torres metálicas tipo MillsTour, para dar mais estabilidade a estrutura, quando for fazer os serviços de recuperação estrutural, porque todos os pilares já atingiram um grau crítico de fragilização.

As 106 escoras metálicas suportam o peso da estrutura (60 toneladas), entretanto, durante a reparação será necessário cortar o concreto danificado o que enfraquecerá mais ainda os pilares. Por isso, é importante fazer um pilar por vez e tomar a precaução de reforçar o escoramento com torres metálicas.

Lembrar que cada metro de altura da lâmina de água, acrescenta quase 60 toneladas ou 10 toneladas por pilar.

É importante também entender que colocar água por 1 minuto ou permanentemente não faz diferença, porque mesmo por pouco tempo, a estrutura tem que resistir a uma grande carga e os pilares estão extremamente fragilizados, sendo, portanto, um risco que não se deve correr, porque a estrutura pode ultrapassar o estado limite último e ruir de forma imprevisível.

Isto é o que nos parece, salvo melhor juízo.

Fortaleza, 24 de março de 2018.

**José Emidio Alexandrino Bezerra.**

Engenheiro Civil, MSc

Crea-Ce 2672 D – RN 060.113.141-0.





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

**CREA-CE**

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

**ART OBRA / SERVIÇO -  
REGISTRO ANTES DO  
TÉRMINO DA  
OBRA/SERVIÇO  
Nº CE20160130239**

INICIAL  
INDIVIDUAL

1. Responsável Técnico

JOSE EMÍDIO ALEXANDRINO BEZERRA  
Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL  
Empresa contratada: JEAB CONSTRUÇÕES E REFORÇOS ESTRUTURAIS LTDA  
RNP: 060113141-0  
Registro: 29089-0

2. Contratante

Contratante: COMPANHIA DE AGUA E ESGOTO DO CEARÁ  
AVENIDA Dr LAURO VIEIRA CHAVES  
Complemento: Bairro: VILA UNIÃO  
Cidade: FORTALEZA UF: CE CEP: 60420280  
País: Brasil  
Telefone: (85) 3101-1825 Email: irismar.filho@cagece.com.br  
Contrato: Não especificado Celebrado em: 26/10/2016  
Valor: R\$ 8.000,00 Tipo de contratante: PESSOA JURIDICA DE DIREITO PUBLICO  
Ação Institucional: NENHUMA - NÃO OPTANTE

3. Dados da Obra/Serviço

Proprietário: COMPANHIA DE AGUA E ESGOTO DO CEARÁ  
RUA DEPUTADO FRANCISCO MONTE  
Complemento: Bairro: CENTRO  
Cidade: Marco UF: CE CEP: 62560000  
Telefone: (85) 3101-1825 Email: irismar.filho@cagece.com.br  
Coordenadas Geográficas: Latitude: 1 Longitude: 1  
Data de início: 26/10/2016 Previsão de término: 26/11/2016  
Finalidade: SEM DEFINIÇÃO

4. Atividade Técnica

A2 - DIRECAO	Quantidade	Unidade
22 - LAUDO > RESOLUÇÃO 1025 -> OBRAS E SERVIÇOS - CONSTRUÇÃO CIVIL -> OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS -> #1411 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	1,00	m2

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

5. Observações

Inspeção e laudo técnico sobre as condições do Reservatório Elevado da cidade de Marco.

6. Declarações

7. Entidade de Classe

CLUBE DE ENGENHARIA DO CEARÁ (CEC)

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Local de data

JOSE EMÍDIO ALEXANDRINO BEZERRA - CPF: 054.401.143-00  
COMPANHIA DE AGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CNPJ: 07.040.108/0098-80

9. Informações

\* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.  
\* Somente é considerada válida a ART quando estiver cadastrada no CREA, quitada, possuir as assinaturas originais do profissional e contratante.

10. Valor

Valor da ART: R\$ 74,37 Pago em: 22/11/2016 Nosso Número: 8211554008