



RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA

Contratante:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ.	DATA VIST: 27/09/16
Unidade:	EMEF PLACIDINO PASSOS	
End.:	CENTRO, ARACRUZ - ES	
Objeto/Projeto:	VERIFICAÇÃO DE VIGAS DE SUSTENTAÇÃO DE CAIXA DE ÁGUA	

Vistoriante:

Eng. Leonardo Martins

Engenheiro especialista em estruturas, contratado pela empresa Dan Engenharia para avaliar a condição estrutural da edificação.

1) Caracterização e Objetivo da Vistoria:

Caracterização: Vistoria do representante da empresa Dan Engenharia para verificação das condições estruturais da viga que sustenta a laje de cobertura do Bloco A da EMEF Placidino Passos. A obra está localizada no centro de Aracruz-ES.

2) Tipologia da estrutura:

O bloco A da escola Placidino Passos é composto por estrutura de concreto armado de pilares e vigas, com laje nervurada nos pisos. Sobre o terceiro nível de lajes está a cobertura em telhas cerâmicas sustentadas por estrutura de madeira, que se apoia na laje com pontaletes distribuídos abaixo dos caibros.

A estrutura do reservatório de água, com fundo e paredes em concreto armado, é sustentada por vigas semi-invertidas que também sustentam a laje do terceiro nível. As vigas vencem vãos da ordem 9,7 metros e estão distantes entre si cerca de 8 metros, por isso cada viga recebe uma carga considerável e vence vãos considerados grandes para soluções em concreto armado. A seção das vigas é variável, indo de 15x150 cm a 15x90 cm, com a mudança gradual de altura posicionada sobre o apoio do pilar.

O conjunto de projetos da obra foi fornecido pela PMA, incluindo projeto de estruturas, arquitetônico e hidráulico. Este documento deve ser analisado em conjunto com o projeto estrutural da edificação que foi usado como referência, pranchas 05-068-EST-A-01A-12 @ 05-068-EST-A-12A-12. Os projetos exibem data de 02/2006, mas não registram número de revisão. A figura 1 mostra o interior do bloco A onde estão as vigas que sustentam a laje de cobertura e caixa de água.



RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA

Contratante:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ.	DATA VIST: 27/09/16
Unidade:	EMEF PLACIDINO PASSOS	
End.:	CENTRO, ARACRUZ - ES	
Objeto/Projeto:	VERIFICAÇÃO DE VIGAS DE SUSTENTAÇÃO DE CAIXA DE ÁGUA	



Figura 1 - Vista do interior do bloco A, fundo das vigas V223 @ V226.

3) Condições da Estrutura:

As vigas que sustentam a caixa de água, V 224, V225 e V226 apresentam fissuras próximas ao apoio central, pilares P30, P31 e P32. Após retirada do forro, foi possível observar que existe um furo para passagem de instalações elétricas com cerca de 20x30 cm a uma distância aproximada de um metro do apoio central das vigas. Existem fissuras que saem diretamente da abertura de instalações e outras independentes dela, que seguem do fundo para o topo da viga com ângulo aproximado de 45 graus. As figuras 2, 3, 4 e 5 mostram esta situação.

4



RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA

Contratante:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ.	DATA VIST: 27/09/16
Unidade:	EMEF PLACIDINO PASSOS	
End.:	CENTRO, ARACRUZ - ES	
Objeto/Projeto:	VERIFICAÇÃO DE VIGAS DE SUSTENTAÇÃO DE CAIXA DE ÁGUA	

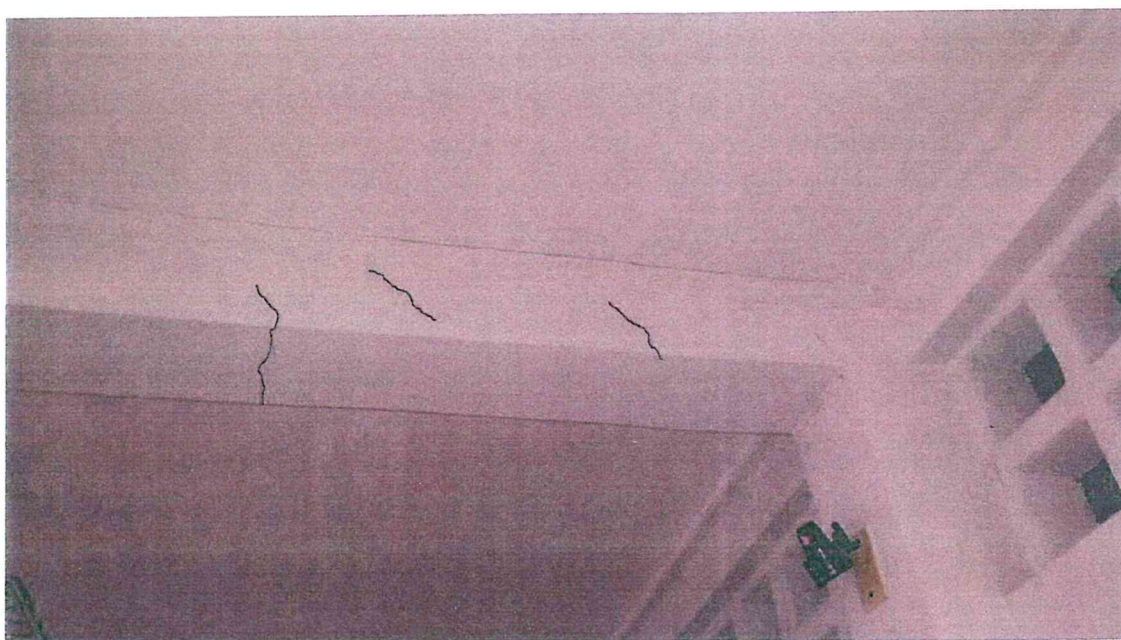


Figura 2 – Fissuras na viga abaixo do nível do forro, marcadas realçadas na edição da imagem.

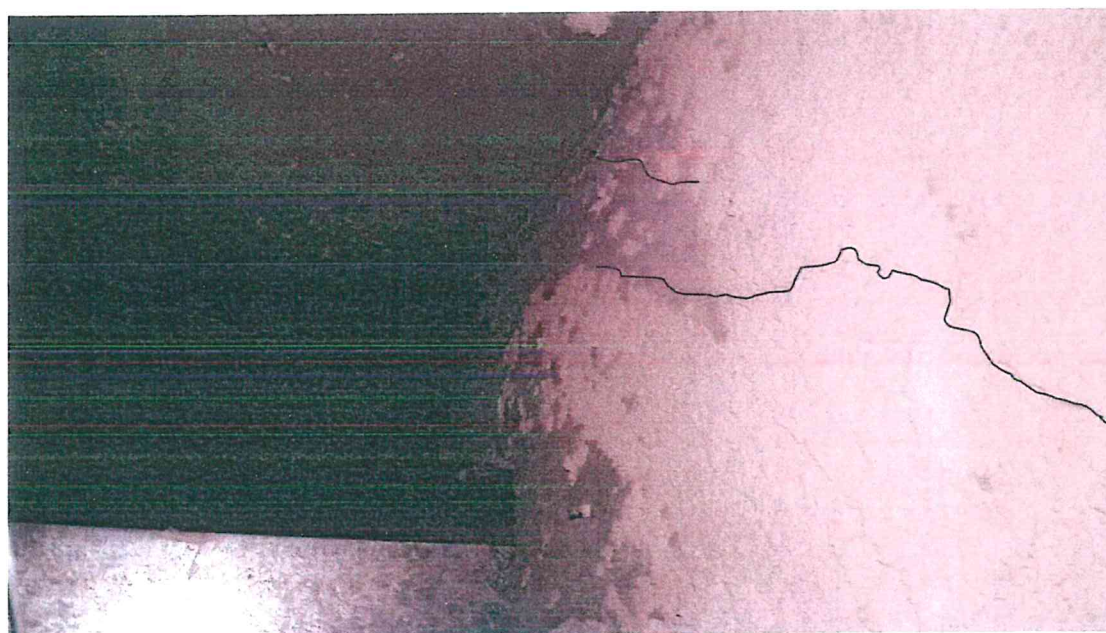


Figura 3 – Fissuras na viga acima do nível do forro, marcadas realçadas na edição da imagem. Abertura para passagem de instalações.



EMPRESA CERTIFICADA
ISO 9001



RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA

Contratante:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ.	DATA VIST: 27/09/16
Unidade:	EMEF PLACIDINO PASSOS	
End.:	CENTRO, ARACRUZ - ES	
Objeto/Projeto:	VERIFICAÇÃO DE VIGAS DE SUSTENTAÇÃO DE CAIXA DE ÁGUA	

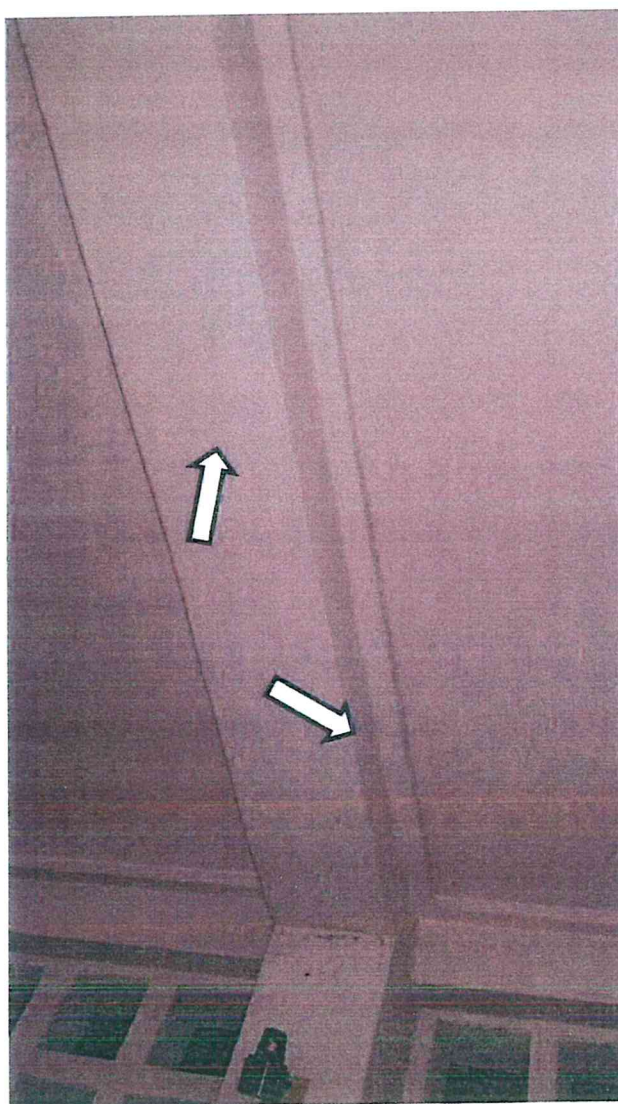


Figura 4 – Fissuras indicadas pelas setas.

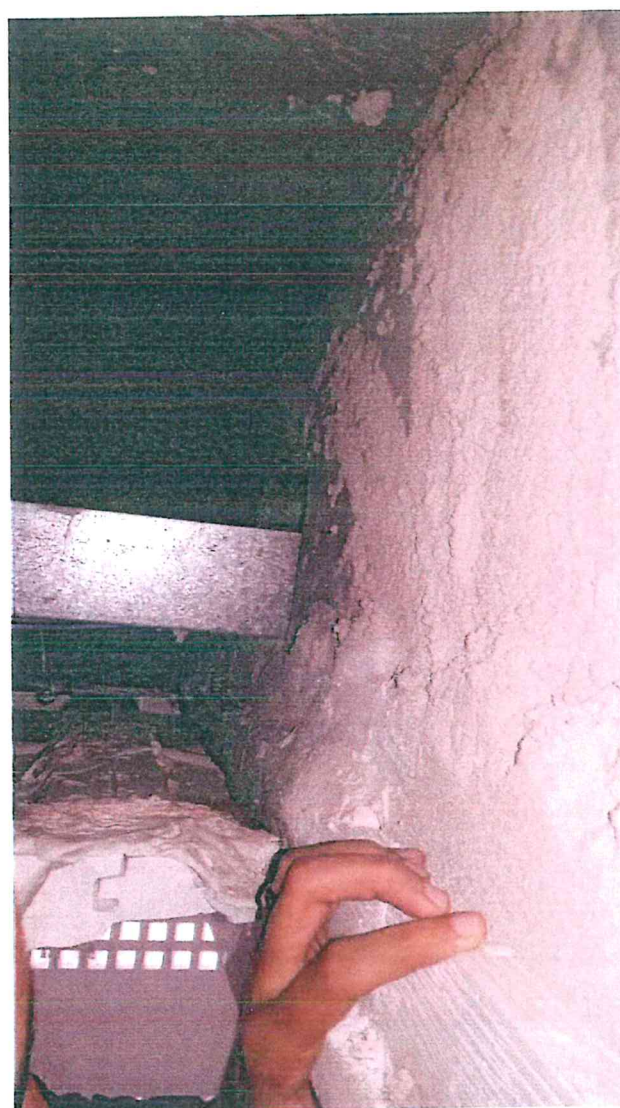


Figura 5 – Vista da abertura para passagem de instalações, entre o nível do forro e do fundo da laje de cobertura.

A



RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA

Contratante:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ.	DATA VIST: 27/09/16
Unidade:	EMEF PLACIDINO PASSOS	
End.:	CENTRO, ARACRUZ - ES	
Objeto/Projeto:	VERIFICAÇÃO DE VIGAS DE SUSTENTAÇÃO DE CAIXA DE ÁGUA	

Com o projeto estrutural disponível foi possível verificar o dimensionamento das vigas frente às cargas da laje de cobertura e da caixa de água.

Foi montado um modelo do pavimento de cobertura e sobre ele foram acrescentadas cargas relativas ao telhado, cerca de 50 kgf/m², e as cargas da caixa de água, diretamente sobre as vigas V223 @ V227, com valor máximo de 245.700 kgf/m, distribuído linearmente sobre o trecho de 4,35 metros que apoia a caixa. O modelo está mostrado na figura 6.

Considerando a viga mais solicitada, para o trecho de seção 15x150 cm a análise resultou em momento máximo de 204,21 tfm e cortante máxima de 108,34 tf. Já no trecho de seção variável, que sai de 15x150 cm para 15x90 cm o momento é próximo de 73,24 tfm e o cortante máximo é 63,04 tfm. A figura 7 mostra a distribuição de momento fletor e esforço cortante nas vigas e a tabela 1 mostra os valores de aço exibidas no projeto estrutural e os valores da verificação feita com base na NBR 6118:2003-Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, norma válida na data de execução do projeto.

É possível ver que o aço projetado está menor que o necessário em todos casos. O trecho de mudança de seção, com dimensão mínima de 15x90 temos um pico de esforço cortante, justamente na região que foi verificado em campo a abertura para passagens de instalações. Nesse trecho temos apenas 66% do aço necessário para resistir ao esforço de acordo com as prescrições da NBR 6118. É nesta região que se acentuam as fissuras da viga, possivelmente causadas por este par de problemas.

A região das vigas que está acima da laje de cobertura mostra pontos com ausência de concreto, provenientes de falha na concretagem e aço exposto por ausência de cobrimento, como pode ser visto nas figuras 8, 9, 10 e 11.

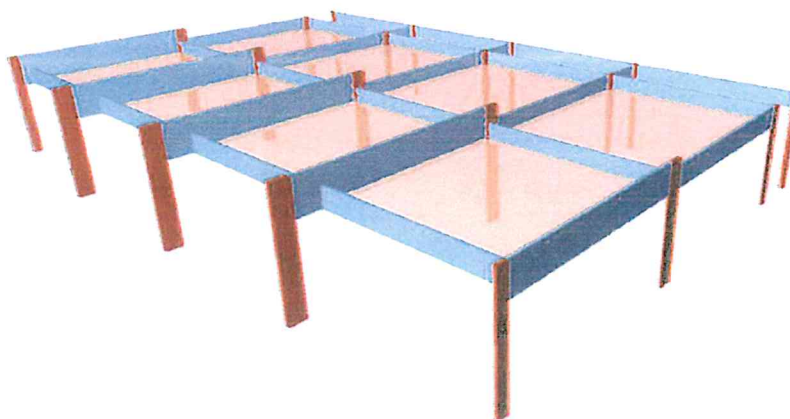


Figura 6 – Modelo estrutural do terceiro pavimento.



RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA

Contratante:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ.	DATA VIST: 27/09/16
Unidade:	EMEF PLACIDINO PASSOS	
End.:	CENTRO, ARACRUZ - ES	
Objeto/Projeto:	VERIFICAÇÃO DE VIGAS DE SUSTENTAÇÃO DE CAIXA DE ÁGUA	

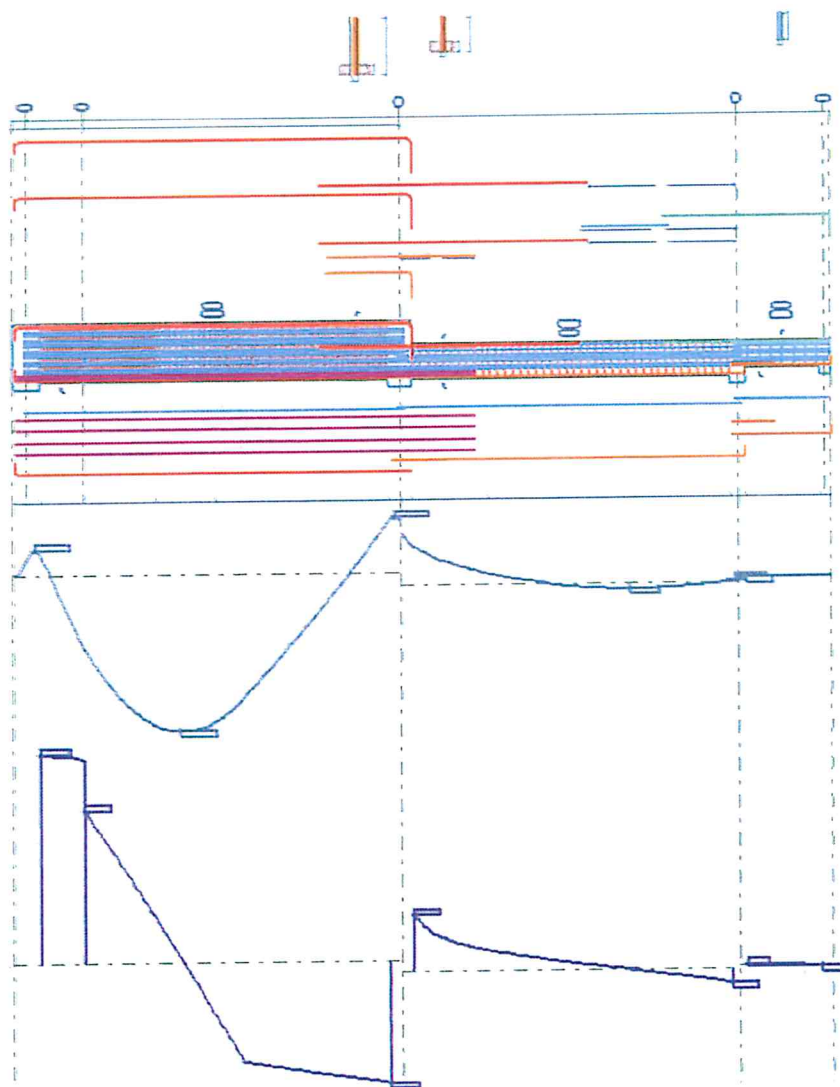


Figura 7 – Distribuição de momento fletor e esforço cortante nas vigas V224, V225 e V226.



RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA

Contratante:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ.	DATA VIST: 27/09/16
Unidade:	EMEF PLACIDINO PASSOS	
End.:	CENTRO, ARACRUZ - ES	
Objeto/Projeto:	VERIFICAÇÃO DE VIGAS DE SUSTENTAÇÃO DE CAIXA DE ÁGUA	

TABELA 1

COMPARATIVO AÇO NECESSÁRIO/AÇO PREVISTO EM PROJETO PARA VIGAS V223, V224, V225, V226 E V227 - Fck 25 MPa

Seção da viga de concreto	Momento Máximo (tfm)	Aço longitudinal necessário (cm²)	Aço longitudinal previsto em projeto (cm²)	Aço longitudinal de projeto em relação ao necessário
15x150	204,21	42,77	30,16	71%
15x90	73,24	22,83	16,08	70%

Seção da viga de concreto	Cortante Máximo (tf)	Aço transversal necessário (cm²/m)	Aço transversal previsto em projeto (cm²/m)	Aço longitudinal de projeto em relação ao necessário
15x150	108,34	15,76	14,00	89%
15x90	63,04	15,34	10,05	66%



RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA

Contratante:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ.	DATA VIST: 27/09/16
Unidade:	EMEF PLACIDINO PASSOS	
End.:	CENTRO, ARACRUZ - ES	
Objeto/Projeto:	VERIFICAÇÃO DE VIGAS DE SUSTENTAÇÃO DE CAIXA DE ÁGUA	

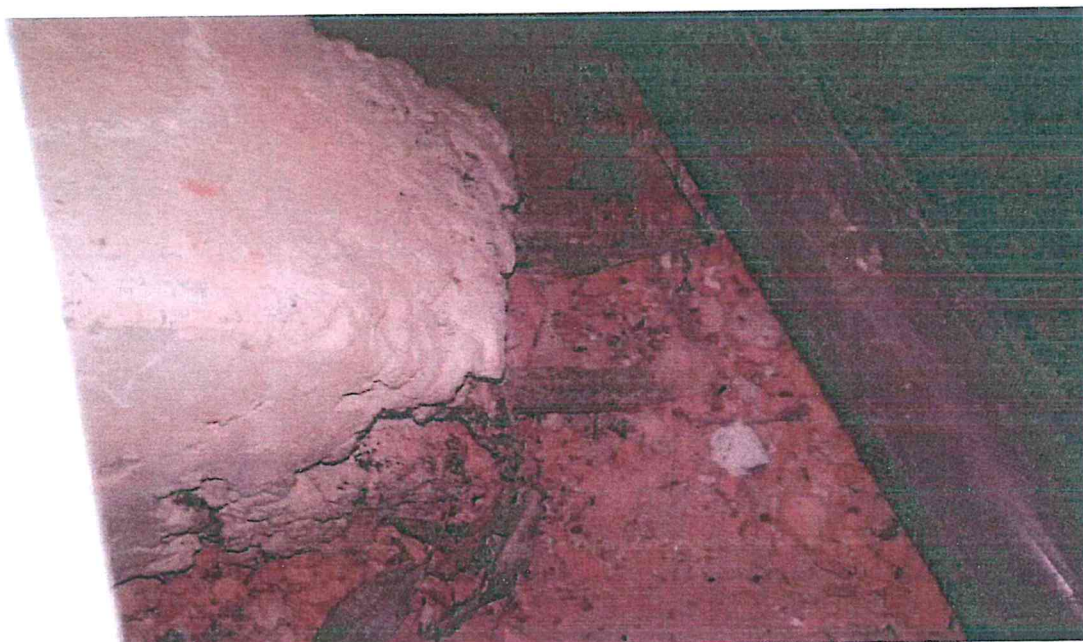


Figura 8 – Aço exposto por falha na concretagem, na região de redução de altura, sobre o pilar intermediário.



Figura 9 – Aço exposto por falha na concretagem, próximo ao centro do vão.



RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA

Contratante:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ.	DATA VIST: 27/09/16
Unidade:	EMEF PLACIDINO PASSOS	
End.:	CENTRO, ARACRUZ - ES	
Objeto/Projeto:	VERIFICAÇÃO DE VIGAS DE SUSTENTAÇÃO DE CAIXA DE ÁGUA	

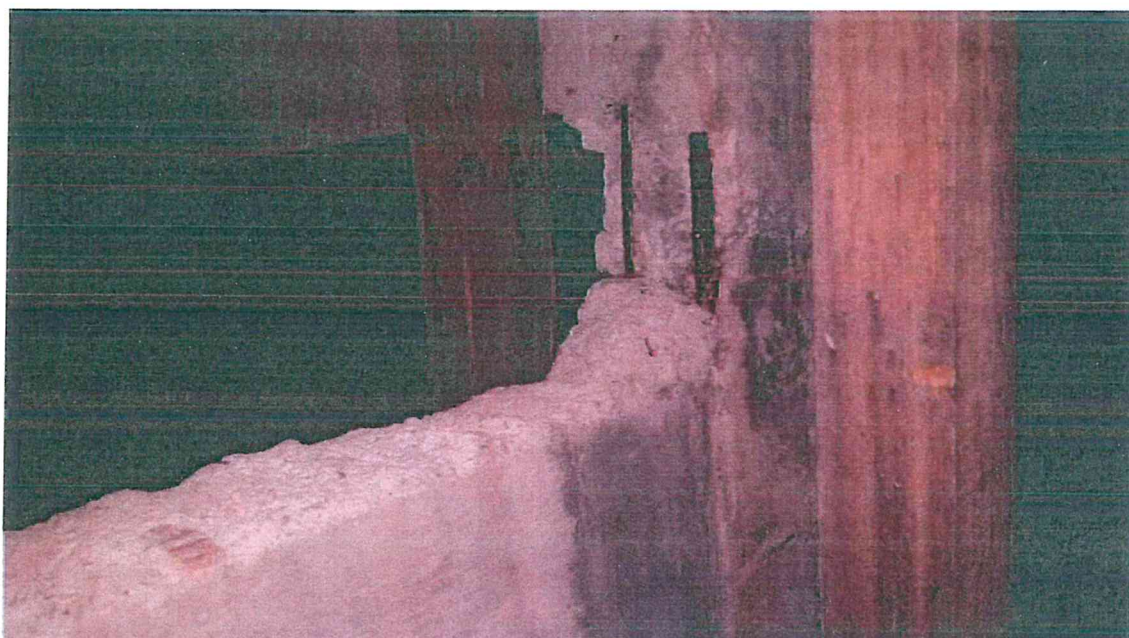




Figura 10 – Aço exposto por falha na concretagem, na borda da estrutura que sustenta a caixa de água.



Figura 11 – Aço exposto por ausência de cobrimento adequado. O projeto especifica cobrimento de 2 cm.

 EMPRESA CERTIFICADA ISO 9001		 PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ www.aracruz.es.gov.br
RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA		
Contratante:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ.	DATA VIST: 27/09/16
Unidade:	EMEF PLACIDINO PASSOS	
End.:	CENTRO, ARACRUZ - ES	
Objeto/Projeto:	VERIFICAÇÃO DE VIGAS DE SUSTENTAÇÃO DE CAIXA DE ÁGUA	

4) Proposta de Solução:

A análise estrutural feita com as informações disponíveis hoje, mostra que as seções de concreto e as armaduras especificadas não são suficientes para resistir aos esforços da edificação. No procedimento normal de cálculo, existem coeficientes de segurança que reduzem a resistência da estrutura e aumentam os valores dos esforços, definidos estatisticamente para garantir que a estrutura funcione mesmo com todas as incertezas de execução, aproximações dos modelos de cálculo em relação às estruturas reais, incertezas quanto aos valores nas cargas sobre a estrutura entre outros. Quando temos uma estrutura subdimensionada em relação às prescrições de norma, temos uma menor margem de segurança, que não necessariamente leva a estrutura ao colapso. Entretanto estas vigas já apresentam fissuras, indicando que o grau de segurança da obra é baixo, com risco real de ruptura das peças.



A sugestão aqui é consultar o responsável pelo projeto estrutural da escola, para verificar suas considerações de cálculo sobre estas vigas e também para todo o restante da obra.

De imediato, para aumentar o grau de segurança das vigas V223 @ V227, que apoiam a caixa de água, recomenda-se a redução da carga sobre elas, diminuindo o volume de água no reservatório superior, conforme figura 12, levando a lâmina de água a 90 cm de altura em relação ao fundo nos três reservatórios maiores e a 18 cm acima do fundo do reservatório menor, mantendo valor máximo de 93 m³ de água armazenada (as posições de saídas de água devem ser verificadas para garantir que distribuição de água em todos os pontos seja mantida). Essa mudança reduzirá a carga sobre as vigas no centro do vão em aproximadamente 25%. É uma medida provisória que possibilita o uso da edificação até que se tomem as medidas definitivas de reforço da estrutura. É necessário também verificar se este volume de água atende ao uso da edificação no período que será necessário manter o nível reduzido.

Recomenda-se fortemente o reforço das vigas V224@V226, que são as mais solicitadas do conjunto que sustenta a caixa de água. O arquivo 096-EM-DE-001-R00, anexo a este documento, é um croqui sugerindo uma tipologia de reforço para as vigas V224@V226, que deve ser estudado quanto a viabilidade executiva, com um detalhamento mais completo caso seja adotado como solução nesta obra. O reforço foi dimensionado para receber o excedente de carga que as vigas de concreto não suportam. Este reforço é direcionado exclusivamente às vigas de concreto citadas e não garante que o restante da estrutura estará completamente seguro. Apenas após consulta ao responsável pela concepção do projeto original, e uma nova análise completa da estrutura do bloco A, será possível concluir se mais peças da estrutura devem ser reforçadas.

Para as áreas de aço exposto na viga, nas regiões acima da laje de cobertura, deve-se romper a camada de concreto no entorno das barras de aço, deixando as peças aparentes em um comprimento de no mínimo 10 cm de distância da área originalmente exposta, limpar as barras

PROCESSO
Pg nº
46
FICA

 		
RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA		
Contratante:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ.	DATA VIST: 27/09/16
Unidade:	EMEF PLACIDINO PASSOS	
End.:	CENTRO, ARACRUZ - ES	
Objeto/Projeto:	VERIFICAÇÃO DE VIGAS DE SUSTENTAÇÃO DE CAIXA DE ÁGUA	

de aço com lixamento até remover todo o produto de corrosão; aplicar duas demãos de argamassa SikaTop 108 ou material similar em toda a armadura, garantindo proteção de toda a superfície do aço exposta e posteriormente recompor a seção de concreto com argamassa SikaMonoTop 622 BR ou equivalente. Considerar as instruções dos fabricantes dos materiais usados para instruções de aplicação.

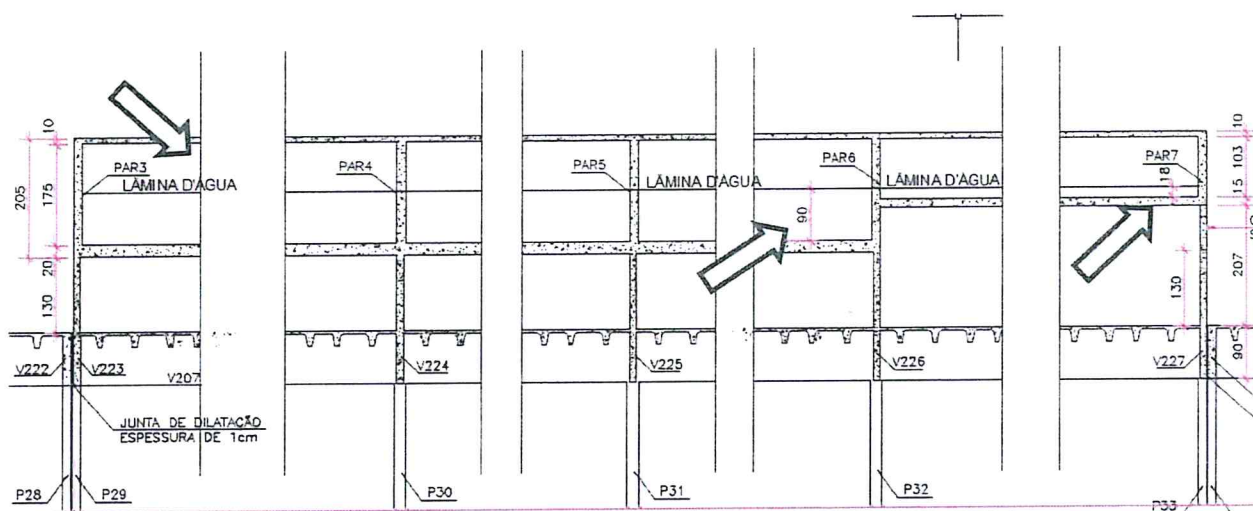


Figura 42 – Reservatórios superiores de água. Reduzir o nível de água à 90 cm de altura nos reservatórios de maior capacidade e à 18 cm no reservatório de menor capacidade.

Leonardo Martins
Engenheiro Civil
CREA 123987/D

Vitória - ES, 04 de novembro de 2016.

Leonardo Martins
Engenheiro Civil – CREA MG-123987/D
DAN ENGENHARIA
PROJETOS e CONSULTORIA LTDA