

TRIBUNAL REGIONAL ELEITORAL DA PARAÍBA

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO E ORÇAMENTO

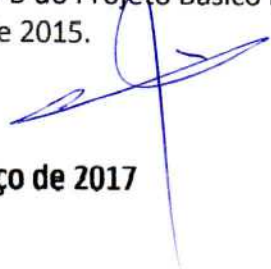
SEÇÃO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - SEARQ/COSEG

LOTE 04 - CARTÓRIO ELEITORAL DE JACARAÚ

AVALIAÇÃO TÉCNICA (PERÍCIA) E LAUDO TÉCNICO



Perícia/laudo técnico visando o diagnóstico e melhoria das condições no Fórum Eleitoral de Jacaraú pertencente ao Tribunal Regional Eleitoral da Paraíba elaborado pela Associação Politécnica de Consultoria - POLICONCONSULT em novembro/dezembro de 2016 referente ao Contrato nº 16/2016 –TRE-PB do Projeto Básico N.º 05/2014 de 19 de fevereiro de 2015.


Recife, 14 de março de 2017

TRIBUNAL REGIONAL ELEITORAL DA PARAÍBA

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO E ORÇAMENTO

SEÇÃO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - SEARQ/COSEG

LOTE 04 - CARTÓRIO ELEITORAL DE JACARAÚ

AVALIAÇÃO TÉCNICA (PERÍCIA) E LAUDO TÉCNICO



Recife, 14 de março de 2017





POLICONCONSULT - Associação Politécnica de Consultoria

Rua Benfina, 455, Escola Politécnica de Pernambuco, Bloco A

Madalena, Recife – PE. CEP: 50-720-001 Fone/Fax: (81) 3446.1508

CNPJ: 41.227.190/0001-61

www.policonsult.org.br/policonsult@policonsult.org.br

APRESENTAÇÃO

A Associação Politécnica de Consultoria - POLICONCONSULT, sociedade civil sem fins lucrativos, formada por professores da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, com o objetivo de implementar as atividades de extensão universitária e manter permanente articulação entre a teoria e a prática, conforme contrato nº 16/2016 –TRE-PB do Projeto Básico N.º 05/2014 de 19 de fevereiro de 2015, referente à edificação situada no endereço: Rua Presidente João Pessoa, S/N, Centro, Jacaraú – PB. CEP: 58.278-000

O presente Laudo de Vistoria é de responsabilidade técnica do engenheiro civil, o Professor Clark Virgínio Ramos Galvão, CREA-7156-D/PE, professor da Escola Politécnica de Pernambuco – POLI – UPE, do engenheiro civil, professor Alexandre Duarte Gusmão, CREA-17403- D/PE, do engenheiro civil Elton Dave Tenório Cavalcanti, CREA-PE 042.599 e da Arquiteta e Urbanista, Camila Borba Rodrigues, CAU A73099-8, consultores da Policonsult.

No presente documento, encontram-se explicitados a **Avaliação técnica/Perícia e Laudo Técnico.**


DISPOSIÇÕES GERAIS

Prezados Senhores, este trabalho tem como finalidade a elaboração de perícia/laudo visando o diagnóstico para melhoria das condições no Fórum Eleitoral de Jacaraú, pertencente ao Tribunal Regional Eleitoral da Paraíba.

Para tal, foram realizadas vistorias no cartório que tiveram como objetivo o reconhecimento da edificação, a identificação dos elementos construtivos e de suas condições atuais e a análise da estabilidade estrutural da edificação, tanto no aspecto estrutural quanto geotécnico.

Conforme consta no Projeto Básico Nº 05/2014, página 2/41 temos: “Registre-se que não constam nos processos de construção dos imóveis supramencionados nem os projetos estruturais, nem complementares, apenas os arquitetônicos. Não foram encontradas as ART’s correspondentes aos aludidos projetos”.

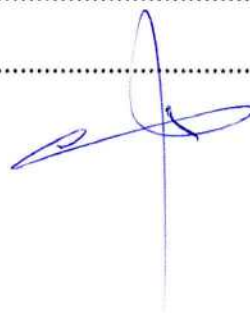
Desta forma não podemos realizar as interfaces do projeto com a construção, utilização e manutenção, conforme a **NBR 6118/2014** no seu **item 5 - Requisitos gerais de qualidade da estrutura e avaliação da conformidade do projeto**, e no seu **item 25 - Interfaces do projeto com a construção, utilização e manutenção**. Faremos então a confrontação do que foi licitado para a obra, conforme planilha licitada para a obra de construção do Cartório Eleitoral do Tribunal Regional Federal da Paraíba e a construção existente.



SUMÁRIO

1.	AVALIAÇÃO TÉCNICA/PERÍCIA.....	4
1.1	Vistorias realizadas	4
1.2	Metodologia.....	4
1.3	Documentos técnicos apresentados	6
1.4	Relatório técnico descritivo	6
1.4.1	Fundação.....	7
1.4.2	Pavimentação interna e externa.....	9
1.4.3	Alvenarias.....	10
1.4.4	Vergas e contravergas	11
1.4.5	Vigas / Cinta de amarração.....	11
1.4.6	Pilares.....	12
1.4.7	Lajes	12
1.4.8	Muro de contorno.....	12
1.4.9	Outras informações da edificação	13
2.	LAUDO TÉCNICO	14
2.1	Fundação.....	14
2.2	Pavimentação interna e externa	18
2.3	Alvenaria	18
2.3.1	Considerações técnicas.....	18
2.3.2	Laudo técnico.....	19
2.4	Vergas e contravergas	20
2.5	Vigas.....	20

2.6	Pilares.....	21
2.7	Lajes	21
2.8	Muro de contorno	21
2.9	Recomendações gerais	22
2.10	Planta de forma estrutural.....	23
2.11	Corte estrutural.....	23
3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
3.1	Introdução	23
3.2	Conclusões	24
3.3	Recomendações.....	25
	REFERÊNCIAS	28
	APÊNDICE A – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO.....	4
	APÊNDICE B – PLANTA DE FORMA ESTRUTURAL	5
	APÊNDICE C – CORTE ESTRUTURAL.....	6
	ANEXO A – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SAPATA.....	7
	ANEXO B – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO EM TESTEMUNHOS DE CONCRETO	8
	ANEXO C – VERIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS	9
	ANEXO D – ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO EM BLOCOS CERÂMICOS PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO	10
	ANEXO E – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DOS AUTORES (ART's)	11
	ANEXO F – OFÍCIO N 005/2017-PRES DO CREA /PE	12



1. AVALIAÇÃO TÉCNICA/PERÍCIA

A etapa de avaliação técnica/perícia ocorreu entre os dias 21 e 22 de novembro de 2016, período no qual foi visitado o Fórum Eleitoral do Município de Jacaraú/PB (Figura 1), onde foram identificados e avaliados o sistema estrutural e geotécnico, bem como das manifestações patológicas observadas na edificação (Fotos de 1 a 6).



Figura 1: Fórum Eleitoral de Jacaraú.

1.1 Vistorias realizadas

As vistorias no edifício foram realizadas entre os dias 21 e 22 de novembro de 2016, de forma a identificar o partido adotado para a estrutura portante da edificação, a solução de fundação, bem como todas as manifestações patológicas existentes e, a apuração e indicação das causas que as motivaram.

1.2 Metodologia

Durante a etapa de Avaliação Técnica foi realizado um levantamento fotográfico do edifício com objetivo de registrar os problemas encontrados nas lajes, fundação, piso,

paredes, pilares, vigas e muros e passeios. Os registros podem ser encontrados no Apêndice A – Relatório Fotográfico.

Foi realizado, para reconhecimento do sistema estrutural bem como a investigação das manifestações patológicas na estrutura, a remoção de forros de gesso, escarificação de elementos estruturais de concreto armado, remoção de revestimento (reboco, cerâmica, etc.) e remoção de pavimentação externa (Fotos 7 a 13).

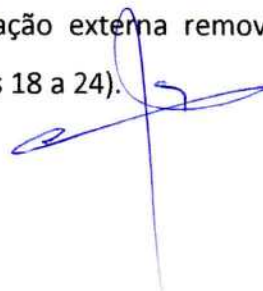
Foi realizado o levantamento arquitetônico da edificação utilizando medidor laser de distâncias, marca Bosch, modelo GLM 250 VF Profissional. As espessuras das paredes e seções transversais de vigas e pilares foram aferidas com trena metálica, bem como as dimensões dos pisos e locação do mobiliário fixo (Foto 14).

Para a retirada de amostras dos elementos estruturais foi utilizada uma máquina de perfuração rotativa, denominada perfuratriz diamantada, marca Hilti, modelo DD 160 (Fotos 15 e 16).

As bitolas das barras de aço presentes no concreto armado de pilares, vigas e vergas foram medidas com paquímetro metálico.

A presença da armadura em peças em concreto armado foi conferida com um multidetector (Ferroscan), equipamento para detecção de metal ferroso e não ferroso, cabos elétricos, tubos plásticos e outros elementos, como madeira e espaços ocultos, da marca HILTI, modelo PS 38 (Foto 17). As peças estruturais não identificadas pelo o Ferroscan, foram pesquisadas com o auxílio de furadeira e broca.

Todos os pontos de investigação foram devidamente recuperados, a saber: vigas das quais foram retiradas amostras, reboco das paredes removidos para reconhecimento de pilares, reposição das amostras de alvenaria e forro de gesso retirado para verificação das lajes, além da pavimentação externa removida para reconhecimento da fundação do edifício e do muro (Fotos 18 a 24).



Para análise da influência da agressividade do ambiente externo na edificação estudada, o local onde foi executada a construção foi classificado como nível de agressividade I (fraca), uma vez que se trata de um ambiente rural (NBR 6118, ABNT, 2014), justificado por Nakamura (2011):

Estruturas expostas a uma atmosfera mais limpa não sofrem com as agressões químicas decorrentes da poluição urbana, como a chuva ácida, por exemplo. O risco de deterioração da estrutura é insignificante. Por isso, é possível utilizar uma camada menos espessa de concreto sobre as armaduras. Enquadram-se nesse grupo as edificações implantadas em ambientes rurais.

1.3 Documentos técnicos apresentados

Os documentos técnicos fornecidos pela SEARQ – TRE/PB, relevantes na elaboração deste trabalho estão listados abaixo:

- Projeto Básico para tomada de preço nº 05/2014;
- Projeto Básico nº 021/2002;
- Planta de cobertura;
- Planta baixa;
- Fachadas.

É importante salientar que não foi apresentada a planta estrutural da edificação que deveria conter os seguintes dados: dimensionamento dos elementos estruturais existentes, resistência característica do concreto, dimensionamento e posicionamento da armação e indicação do cobrimento nas armaduras do concreto armado.

O material fornecido pelo SEARQ – TRE/PB, foi utilizado para confrontação do que foi licitado pelo tribunal e o existente na edificação.

1.4 Relatório técnico descritivo

O relatório técnico descritivo teve como objetivo descrever os elementos da edificação, com suas principais características bem como apresentar seu estado de conservação apresentando suas possíveis manifestações patológicas.

Segundo a Associação Brasileira de Patologia das Construções – ALCONPAT, o aparecimento de manifestações patológicas está associado a diversos fatores e por vezes ao conjunto destes. Elas podem ser originadas durante a realização de um ou mais processos da construção civil, tais como projeto, construção e uso inadequado e manutenção. A ALCONPAT afirma ainda que:

Para que a enfermidade seja perfeita e completamente entendida (diagnosticada), é necessário que se conheça suas formas de manifestação (sintomas), os processos de surgimento (mecanismos), os agentes desencadeadores desses processos (causas) e em que etapa da vida da estrutura teve origem o problema (TUTIKIAN e PACHECO, 2012).

Logo, pretende-se neste relatório, além de descrever os problemas relacionados na vistoria, indicar as possíveis causas das manifestações patológicas encontradas indicando em que etapa esta teve origem.

Durante a vistoria foram verificadas as informações acerca dos elementos a seguir:

1.4.1 Fundação

A fundação do edifício é em pedra rachão e areia, não sendo observada a presença de aglomerante entre estes, contrariando o Projeto Básico nº 21 / 2002 que previa fundação em pedra granítica argamassada (**falha de construção**) (Fotos 25 a 28). A camada de rachão e areia tem dimensão igual a 20x30 cm, seguida pela alvenaria de embasamento e pela cinta de amarração da fundação, 10x20 cm. A memória de cálculo da estabilidade da fundação encontra-se no ANEXO A.

A não presença de aglomerantes na fundação gera o risco de carreamento do material, devido a possíveis vazamentos na tubulação existente ou pela própria água da chuva. Desta forma, pode haver o comprometimento de sua função estrutural, uma vez que pode ocasionar recalques na estrutura da edificação, criando sérios riscos a sua

estabilidade. A ausência de aglomerante também possibilita a existência de raízes no corpo da estrutura.

No momento da vistoria não foi observada nenhuma manifestação patológica que possa estar relacionada a recalques excessivos da fundação.

Foi verificada durante a inspeção a existência de oxidação no estágio avançado da armadura do radier do fórum (Foto 29 e 30) devido à falta de qualidade do concreto e/ou ao cobrimento insuficiente (**falha de construção**).

Além da fundação encontrada abaixo das paredes, foi verificada a presença de blocos de fundação para a absorção dos esforços dos pilares (Foto 31).

Foi identificado no Projeto Básico nº 21 / 2002 da construção do **item 7 – Movimento de Terra**, que as valas devem ter uma modulação de 40x45, contudo, foi explicitado que esta profundidade pode variar para mais ou menos, dependendo da resistência do terreno à escavação. Já o **item 8 – Fundações**, indica que as fundações devem seguir as normas da ABNT, indicando que há uma contradição na indicação da profundidade e resistência características do terreno para execução da edificação (**falha de projeto**).

É importante salientar que a NBR 6122 (ABNT, 1996) prescreve, para fins de projeto e execução de fundações, que sejam realizadas investigações de campo e de laboratório a fim de reconhecer o subsolo do local. Fato este que não foi realizado antes da construção do edifício, mas apenas no ano de 2014. Ainda, a NBR 6122 (ABNT, 1996) afirma que:

As sondagens de reconhecimento à percussão são indispensáveis e devem ser executadas de acordo com a NBR 6484, levando-se em conta as peculiaridades da obra em projeto. Tais sondagens devem fornecer no mínimo a descrição das camadas atravessadas, os valores dos índices de resistência à penetração (S.P.T.) e as posições dos níveis de água.



Logo, não havendo nenhum tipo de reconhecimento do subsolo, não houve respeito às normas vigentes para a execução da obra, configurando uma **falha de construção**.

Foram realizadas 03 sondagens de reconhecimento à percussão. O perfil apresenta inicialmente uma camada de areia média, fofa, com espessura em torno de 1,80 m. Segue-se uma camada de areia média e fina, siltosa, fofa a medianamente compacta, até o limite das sondagens. Não foi encontrado nível d'água freático nas sondagens.

Para a estimativa da capacidade de carga da sapata corrida, foram admitidos para a camada de areia média os seguintes parâmetros geotécnicos:

- Peso específico aparente do solo úmido: 1,6 tf/m³;
- Coesão: nula;
- Ângulo de atrito do solo: 30 graus.

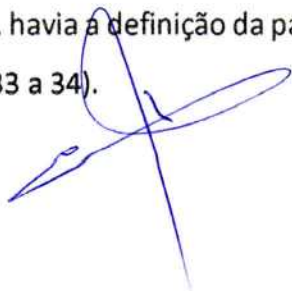
A sapata corrida tem 20 cm de largura e tem embutimento de 50 cm. A partir da equação da capacidade de carga de Terzaghi (1943), tem-se que a carga de ruptura é 18,3 tf/m². A carga máxima transmitida pela sapata é da ordem de 15 tf/m², o que significa que a fundação tem um fator de segurança global igual a 1,22. Desta forma a sapata é estável.

1.4.2 Pavimentação interna e externa

Os pisos internos são em cerâmica 40x40 cm, para todos os ambientes do fórum, o que está em conformidade com o Projeto Básico nº 21 / 2002 (Foto 32).

Não foram encontradas manifestações patológicas no piso interno da edificação.

Com relação ao piso externo, este é em lajota 40x40 cm. No Projeto Básico nº 21 / 2002, havia a definição da pavimentação em paralelo sobre colchão de areia rejuntado (Foto 33 a 34).



Foi informado por funcionários do fórum que houve um problema de vazios no abaixo da pavimentação externa, porém o problema já foi sanado pela equipe de manutenção do TRE/PB (Foto 35).

1.4.3 Alvenarias

A vedação do edifício é feita com tijolos cerâmicos de 8 furos, medindo 9x19x19 cm. A espessura das paredes internas é de 11 a 16 cm enquanto as paredes externas têm 16 cm de espessura.

Com relação às paredes externas da edificação, foram verificadas fissuras horizontais nas fachadas, se concentrando entre a cinta de amarração e a alvenaria, provocadas pela diferença no coeficiente de dilatação térmica dos materiais ou em virtude da concentração de cargas nas cintas superiores às paredes. Também foram observadas fissuras nas juntas do muro externo com a alvenaria da edificação, causadas por movimentações térmicas dos materiais (Fotos 36 a 39). A execução de revestimento em argamassa está prevista na NBR 7200 (ABNT, 1998) onde são estabelecidos todos os procedimentos para revestimento em argamassa, bem como detalhes construtivos, a fim de reduzir as manifestações patológicas na edificação. Um dos detalhes construtivos definidos em norma é a execução de juntas:

1.3 Juntas


1.3.1 As juntas devem ser executadas nos locais indicados no projeto.

1.3.2 Para a execução de juntas no revestimento, colocar um elemento com dimensão igual à espessura da junta especificada no projeto, antes do lançamento da argamassa de cada camada.

1.3.2 Após a argamassa ter adquirido uma consistência apropriada, retirar o elemento, se ele não for deformável, corrigindo-se possíveis falhas. (NBR 7200, ABNT, 1998).

Logo, como a norma vigente na época da construção estabelece que para a execução de juntas seja obedecido o que consta no projeto e o projeto não traz essas informações, trata-se de uma **falha de projeto**.

É importante salientar que:



As fissuras constituem-se num dos principais mecanismos de redução da vida útil das construções, uma vez que facilitam o ingresso de agentes agressivos na estrutura. Sempre que possível, é imprescindível que esta anomalia seja corrigida (ROCHA, 2015).

1.4.4 Vergas e contravergas

Durante as inspeções realizadas na edificação, foram encontradas vergas nas portas e janelas do edifício.

Apesar da inclusão de vergas, foram observadas fissuras em uma das janelas da edificação, devidas ao surgimento de tensões nas suas extremidades, sendo estas mais acentuadas nos seus cantos podendo variar em função do tamanho e da localização da abertura da parede (**falha de projeto**) (Fotos 40 e 41).

Observando marcas nas paredes externas, abaixo das janelas, pode ser constatado que foi realizado um serviço de recuperação de fissuras da edificação com a inclusão de contravergas, a fim de combater os esforços atuantes no local. Tais marcas indicam que, provavelmente, estas contravergas não foram executadas no período da construção do fórum (Fotos 42 e 43).

1.4.5 Vigas / Cinta de amarração

Durante a vistoria foi verificada a existência de uma viga de concreto armado para a absorção dos esforços das lajes da Sala de Atendimento (Foto 44).

O Projeto Básico nº 21 / 2002 não previa a execução de vigas no edifício, mas a construção de cintas de amarração em todo o seu perímetro, acima da alvenaria. As cintas são em blocos calhas, armadas com 1 Ø 4.2 mm, e preenchidas com concreto (Fotos 45 e 46).

O cobrimento encontrado nas vigas da edificação foi de apenas 1,0 cm, o que está fora do indicado na NBR 6118 (ABNT, 1980), onde indica a espessura de 1,5 cm de cobrimento. Portanto a estrutura não seguiu a norma vigente no momento da construção (**falha de construção**).



Entretanto, não foi identificada oxidação aparente nas vigas da edificação.

1.4.6 Pilares

Os pilares inspecionados possuem dimensão igual a 15x15 cm, em concreto armado com 4 Ø 10.0 mm e estribos de 4.2 mm a cada 17,5cm. O cobrimento da armadura dos pilares é de 1 cm, indicando que não foi seguida a norma vigente (NBR 6118, ABNT, 1980) que indicava 1,5 cm de cobrimento (**falha de construção**). Como pode ser observado no **item 2 (laudo técnico)**, Apêndice B – Planta de forma estrutural.

Visando a segurança da estabilidade da estrutura, como também pelo motivo da situação frágil encontrada na estrutura do pilar, não foi retirado nenhum testemunho do material para verificação da sua resistência.

Não foram observadas manifestações patológicas nos pilares, contudo estes não atendem as prescrições da NBR 6118 (ABNT, 1980).

1.4.7 Lajes

A laje adotada no edifício é pré-moldada composta por vigotas de concreto e blocos cerâmicos, cuja a camada formada pelos blocos é de 7 cm e a camada de concreto armado é de 5 cm, totalizando uma espessura de 12 cm (Fotos 47 a 49).

Não foram identificadas flechas nas estruturas das lajes pré-moldadas, indicando assim que os esforços aplicados na estrutura foram absorvidos sem nenhum impacto estrutural. Não foi identificada a presença de oxidação nas ferragens das nervuras bem como na ferragem da malha superior, encontrando-se portando no formato original da execução. Não foram encontradas fissuras nas lajes que pudessem causar danos na estabilidade da edificação.

1.4.8 Muro de contorno

O muro de contorno do fórum eleitoral é de alvenaria de blocos cerâmicos com espessura de 11 a 12 cm, possuindo pilares de amarração a cada 2,5 m, com altura igual a 1,90 m. O Projeto Básico nº 21 / 2002 determinava a construção do muro com altura



igual a 1,80 m e pilares a cada 2,5 m. Os pilares em concreto armado possuem dimensões iguais a 10x15cm (Fotos 50 e 51) e a fundação do muro é em pedra rachão, sob uma cinta de concreto.

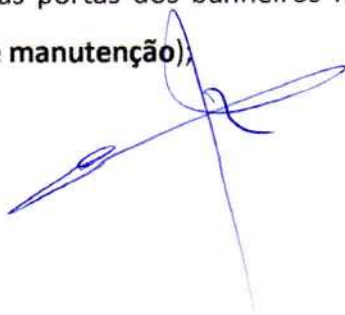
Foram verificadas fissuras nos muros de contorno, entre os pilares de amarração e a alvenaria, provocados por diferentes coeficientes de dilatação térmica. Também foram observadas fissuras de retração térmica na superfície das paredes, uma vez que a previsão de juntas em revestimentos de argamassa deve ser estabelecida em projeto e não o foi, houve **falha de projeto**, semelhantemente ao justificado no item 1.4.3.

O muro divisório da parte posterior do fórum é a parede de uma igreja, vizinha ao edifício, e apresenta diversas fissuras (Fotos 52 a 54).

1.4.9 Outras informações da edificação

Ainda foram conferidas *in loco* as demais informações referentes à construção do edifício, constantes no Projeto Básico nº 021/2002 sendo verificado que:

- A cobertura é em telha canal, sobre trama de madeira, apresentando-se muito suja e com algumas telhas deslocadas (**falha de manutenção**);
- A calha está revestida com manta aluminizada em mau estado de conservação, apresentando resíduos em seu interior (**falha de manutenção**);
- O algeroz previsto no Projeto Básico nº 021/2002 possuía 20 cm de comprimento com 3 cm de espessura, e o verificado *in loco* tem 30 cm de comprimento e 3 de espessura;
- A rampa de acesso ao fórum que na planilha de especificações quantitativas e preços deveria ser revestida em piso polido, é em lajota 40x40 cm;
- As portas que deveriam ser envernizadas segundo o Projeto Básico nº 021/2002, estão pintadas;
- As maçanetas das portas dos banheiros feminino e masculino estão com defeito (**falha de manutenção**).



- A porta e a janela da sala do juiz apresentam pontos de oxidação (**falha de manutenção**);
- As grades de proteção das janelas da fachada frontal do fórum não permitem sua abertura (**falha de construção**);
- Existem quatro mastros metálicos na parte frontal do fórum, em conformidade com o Projeto Básico nº 021/2002.
- Foram encontradas duas fossas negras no terreno, em não conformidade com as normas técnicas vigentes na época (NBR 7229, ABNT, 1993; NBR 13969, ABNT, 1997) e com o Projeto Básico nº 021/2002, que estabelecem a construção de tanques sépticos como objetivo “preservar a saúde pública e ambiental, a higiene, o conforto e a segurança dos habitantes” (NBR, 7229, ABNT, 1993) (**falha de construção**) (Fotos 118 e 119);

2. LAUDO TÉCNICO

Após a avaliação técnica realizada no Fórum Eleitoral do Município de Jacaraú/PB foi elaborado um laudo técnico conclusivo contendo diagnóstico, prognóstico e solução a respeito das situações constatadas na edificação.

2.1 Fundação

Da vistoria realizada *in loco* foi verificada uma fundação corrida em pedras graníticas e areia, seguida pela alvenaria de embasamento com a presença de cinta de amarração. Não foram detectados problemas decorrentes de recalques na fundação, mas foi observada presença de oxidação da armação do radier.

Os problemas detectados na fundação, caso não sejam corrigidos podem vir a afetar a estabilidade da estrutura.

Segundo Souza e Ripper (1998), o processo de deterioração da estrutura pode se dar por diversas causas, algumas delas intrínsecas ao concreto e ao sistema produtivo e outras, devidas a agente externos. Dentre as causas possíveis que colaboraram para o processo de oxidação da armadura, pode-se destacar a insuficiência de cobrimento ou

de má qualidade, “ [...] o que facilita a implantação de processos de deterioração tal como a corrosão das armaduras, ao propiciar acesso mais direto dos agentes agressivos externos” (SOUZA e RIPPER, 1998).

Sobre a corrosão, sabe-se que o termo, até a pouco tempo era utilizado para escrever um determinado tipo de deterioração dos metais, não se aplicando a materiais não-metálicos, conforme explica o Prof. H. H. Uhlig, do Departamento de metalurgia do Massachusetts Institute of Technology (M. I. T.), um dos pioneiros americano do estudo da corrosão.

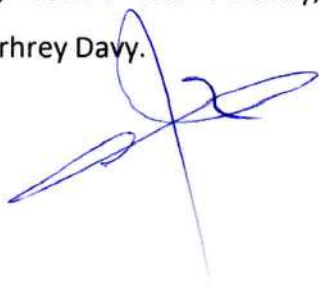
Entretanto, de acordo com a conceituação mais moderna, entende-se por corrosão a deterioração dos materiais pela ação do meio. Expresso desta forma, o conceito abrange materiais metálicos e não metálicos.

As estruturas em concreto armado e protendido exigem a presença simultânea de concreto e aço em suas peças, sejam elas, vigas, lajes, pilares, sapatas e estacas, com exigência de armadura mínima na seção das mesmas.

Proteger as armaduras existentes nas peças em concreto armado com o objetivo de evitar a oxidação das mesmas é uma questão não totalmente elucidada em peças de concreto armado e protendido, embora em outros tipos de estrutura de aço, tais como: navios, tubulações enterradas e etc., já existe um procedimento cientificamente aceito pela comunidade internacional.

Um dos procedimentos utilizados para a proteção dos metais é a proteção catódica.

A história da proteção catódica data dos primórdios do século XIX, quando a eletroquímica também dava os seus primeiros passos, principalmente na Inglaterra, onde os anais da Real Sociedade guardam até hoje, as comunicações dos cientistas da época, dentre eles Faraday, Mrianini, Becquerel, Walcker, particularmente, Sir Humphrey Davy.



Em 1823, foi comissionado pelo Almirantado Britânico para estudar uma solução para os problemas de corrosão na chaparia de cobre que revestia o casco de madeirados navios de guerra de Sua Majestade.

Davy fez experiências como ânodos de ferro, de estanho e de zinco para proteger o cobre.

Com relação a peças de concreto armado e protendido, as normas mundiais e brasileiras exigem que estas peças sejam dimensionadas e construídas de forma que atenda ao meio de agressividade que as mesmas irão habitar: característica do concreto (F_{ck}), cobrimento nominal, relação água cimento (a/c) e consumo mínimo de cimento por m^3 do concreto.

Para a oxidação de outros materiais utilizados na construção civil, tais como: revestimento de fachadas, alvenaria, esquadrias, etc., já são praticadas as soluções.

Na oxidação não desejada dos metais o átomo que perde elétron se oxida e o átomo que ganha se reduz.

O mecanismo eletrolítico da corrosão só se verifica em presença de quatro elementos:

- Uma área onde se passa a reação anódica por isso mesmo denominada de área anódica;
- Uma área distinta daquela onde se passa a reação catódica por isso mesmo denominada de área catódica;
- Uma ligação metálica que une ambas as áreas por onde fluem os elétrons resultantes das reações anódicas;
- Eletrólito em contato simultâneo com as mesmas áreas por onde fluem os íons resultantes de ambas as reações.

Na realidade em metais corroendo ânodos e cátodos ocorrem uns dos outros e também se alternam constantemente, em qualquer instante a lei fundamental da

corrosão é mantida, isto é, a velocidade de oxidação total é igual à velocidade de redução. Os estudos da termodinâmica foram realizados por Pourbaix mostrando em seu diagrama E/PH as zonas de imunidade /passividade/corrosão.

A cinética do processo foi estudada por Evans relacionando corrente e potencial. Em peças de concreto armado corroendo as armaduras aumentam de volume, causando tensões em todo o perímetro das áreas causando inicialmente fissuras nos revestimentos e posteriormente expulsando os mesmos. Desta forma reduzindo as áreas das armaduras projetadas e das seções de concreto o que levará as referidas peças ao longo do tempo se o processo não for sanado (a uma constante diminuição do seu coeficiente de segurança e a instabilidade).

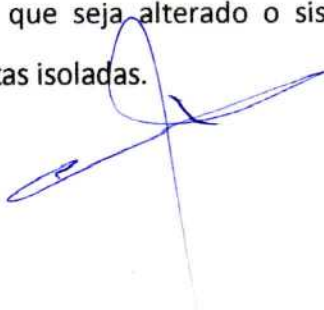
A deterioração da armadura pode comprometer sua resistência à tração e consequentemente sua função no concreto armado, logo, o seu progresso pode ocasionar a ruptura do elemento estrutural e consequentemente levar a edificação à ruína.

Uma vez que a manifestação patológica não está associada a transferência de cargas para o solo, mas à deterioração dos materiais que constituem os elementos de fundação, a solução adotada deve ser em relação ao reparo ou reforço dos materiais (HACHICH et al., 1998).

A armadura do radier deverá sofrer uma recuperação para combater o processo evolutivo da oxidação.

Apesar de ser estável, a sapata da edificação tem um fator de segurança menor que o mínimo recomendado na Norma NBR-6122:2010 – Projeto e Execução de Fundações, portanto, a fundação não atende aos requisitos de projeto estabelecidos nas normas atuais.

Recomenda-se que seja alterado o sistema estrutural da edificação, com a criação de novas sapatas isoladas.



2.2 Pavimentação interna e externa

A pavimentação interna é em cerâmica 40x40 cm e está em bom estado de conservação, devendo ser mantido.

O piso externo é em lajota 40x40 não apresentando manifestações patológicas, devendo ser mantido.

2.3 Alvenaria


2.3.1 Considerações técnicas

Da vistoria técnica realizada ao imóvel foi verificado que os blocos cerâmicos utilizados nas paredes internas e externas são de cerâmica, com oito furos, assentados com os furos na horizontal.

A primeira Norma Brasileira Regulamentadora da ABNT – NBR 8042/1992 – Bloco cerâmico para alvenaria, determinam o posicionamento bloco cerâmicos de acordo com sua função na edificação, descrevendo: “Os blocos cerâmicos podem ser de vedação (projetados para serem assentados com os furos na horizontal) e portantes (projetados para serem assentados com os furos na vertical”.

A NBR 15270 (ABNT, 2005) - Componentes cerâmicos: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos – estabelece alguns critérios para os blocos de vedação, recomendando em seu item 3:

1. O bloco cerâmico para vedação é produzido para ser usado especificamente com furos na horizontal, como representado esquematicamente na figura 1.
2. Também pode ser produzido para utilização com furos na vertical, como representado esquematicamente na figura 2.
3. Os blocos cerâmicos para vedação constituem as alvenarias externas ou internas **que não têm a função de resistir a outras cargas verticais**, além do peso da alvenaria da qual faz parte.



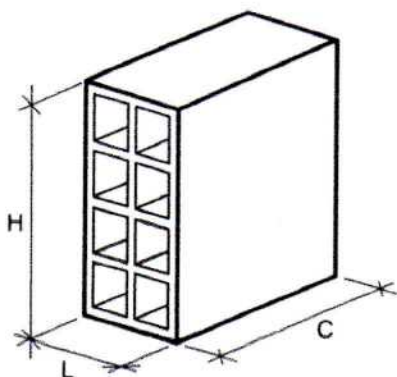


Figura 1 — Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal

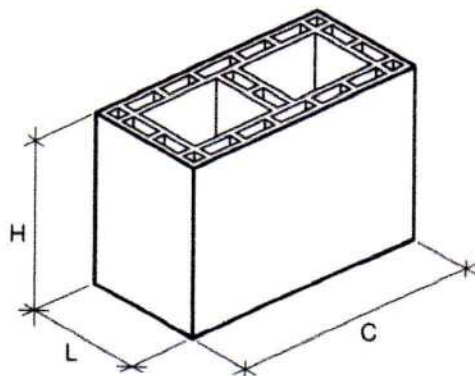


Figura 2 — Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical

Caso alvenaria esteja suportando outras cargas se não seu peso próprio, estes devem ser considerados como blocos estruturais, tendo que, para tanto obedecer aos critérios da NBR 15270-2 (ABNT, 2005) - Blocos cerâmicos para Alvenaria Estrutural - Terminologia e requisitos.

2.3.2 Laudo técnico

Foram removidos, de forma aleatória, corpos de prova “tijolos” que foram ensaiados nos laboratórios da Empresa TECOMAT, cujos resultados encontram-se no Anexo D - ensaio de resistência à compressão em blocos cerâmicos para alvenaria de vedação- deste laudo.

Foram observadas diversas fissuras na alvenaria, principalmente nas aberturas (portas e janelas) e fissuras de dilatação térmica entre materiais, fato este explicado em função da concentração de cargas na região e variação dos coeficientes de dilatação dos materiais. Estas fissuras deverão ser reparadas e, após a execução dos reparos, recomenda-se a pintura geral do edifício.

Foram realizados estudos com base nas normas da ABNT: 15270-1, 15270-2 e 15270-3, e calculadas as resistências à compressão dos tijolos. A memória de cálculo referente à estabilidade da parede encontra-se no ANEXO C. Foi analisada a parede que recebe a maior carga, denominada PAR 1, e verificado que a carga atuante é superior a carga admissível, logo a parede não suporta a carga sobre ela. Além disso, os ensaios

realizados com os blocos, também apresentaram resultados inferiores aos mínimos determinados em norma.

2.4 Vergas e contravergas

Conforme a NBR15812-1: 2010 da ABNT, no item 3. “Termos e definições”, tem-se:

3.14. Verga – Viga alojada sobre abertura de porta ou janela e que tenha a função exclusiva de transmissão de cargas verticais para as paredes adjacentes à abertura.

3.14. Contraverga – Elemento estrutural colocado sob o vão da abertura com a função de redução de fissuração nos seus cantos.

Foram detectadas vergas e contravergas nas aberturas da edificação, motivo pelo qual não existem muitas fissuras decorrentes destas. Observou-se fissuras em apenas uma das janelas do fórum.

Estas fissuras deverão ser reparadas e, após a execução dos reparos, recomenda-se a pintura geral do edifício.

2.5 Vigas

Durante a perícia foram localizadas vigas na edificação, nas quais não foram detectadas fissuras que representassem risco iminente.

Foram removidos 2 testemunhos de viga V1 e encaminhados à TECOMAT onde foram realizados ensaios de laboratório (Fotos 55 e 56), cujos resultados encontram-se no Anexo B - Determinação da resistência à compressão em testemunhos de concreto.

A média das resistências a compressão dos testemunhos foi igual a 15,9 MPa, indicando que a resistência à compressão axial do concreto está abaixo da exigência normativa atual, 20 MPa (NBR 6118, ABNT 2014).

A memória de cálculo das condições de estabilidade das vigas da edificação está presente no ANEXO C. Segundo os cálculos dos momentos máximos, as vigas não são capazes de suportar os esforços atuantes sobre elas.

2.6 Pilares

O edifício em estudo possui pilares em concreto armado de 15x15 cm, seção esta que se encontra fora das normas atuais.

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), a dimensão mínima de pilares não deve ser menor que 19 cm. Contudo, admite-se o uso de pilares entre 14 e 19 cm desde que os esforços sejam multiplicados por um coeficiente adicional. Ainda pela norma, não se admite que a seção do pilar seja inferior a 360 cm². Os pilares encontrados na edificação do fórum foram de 225 cm², em se tratando de pilares 15x15 cm.

A memória de cálculo referente à estabilidade dos pilares está apresentada no ANEXO C. Segundo os cálculos de estabilidade, todos os pilares suportam as cargas atuantes, contudo, o sistema estrutural está comprometido uma vez que outros elementos do sistema, vigas e paredes, são insuficientes.

2.7 Lajes

As lajes da edificação são pré-moldadas, compostas de vigotas de concreto armado e blocos cerâmicos, recebendo as cargas da cobertura e do forro de gesso.

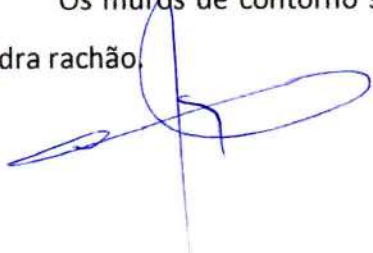
Não foram encontradas manifestações patológicas nas lajes, devendo estas ser conservadas.

Com relação às cobertas, foi realizada uma inspeção *in loco*, verificando que a cobertura da edificação é composta por telhas tipo canal. A cobertura se apoia em uma estrutura de madeira que descarrega na laje.

Deverá ser executada a manutenção dos materiais da cobertura com a troca das telhas quebradas e o alinhamento de todas as telhas para a verificação completa do madeiramento, determinando assim quais peças deverão ser tratadas ou substituídas.

2.8 Muro de contorno

Os muros de contorno são em alvenaria de bloco cerâmico com fundação em pedra rachão.



O muro posterior da edificação, que faz parte do edifício adjacente, possui diversas trincas verticais. Segundo Thomaz (1949): “as trincas verticais (caso mais típico), provenientes da deformação transversal da argamassa sob ação das tensões de compressão, ou da flexão local dos componentes de alvenaria”. Observando-se as fissuras, pode-se afirmar que estas são decorrentes de cargas concentradas, provenientes da cobertura e peso próprio da edificação. Ainda segundo Thomaz (1949):

A atuação de sobrecargas localizadas (concentradas) também pode provocar a ruptura dos componentes de alvenaria na região de aplicação da carga e/ou o aparecimento de fissuras inclinadas a partir do ponto de aplicação; em função da resistência à compressão dos componentes da alvenaria é que poderá predominar uma ou outra das anomalias citadas.

As fissuras deverão ser tratadas a fim de garantir a estabilidade da estrutura.

2.9 Recomendações gerais

- A cobertura deve ser limpa e as telhas devem ser posicionadas de modo a impedir a passagem de água;
- A calha deve ser limpa e sua impermeabilização recuperada de modo a evitar o acúmulo de água em seu interior;
- Recomenda-se a construção de um abrigo para a caixa d'água superior a fim de que não seja necessária a remoção de telhas quando da inspeção desta;
- As maçanetas danificadas devem ser substituídas;
- As portas e janelas com oxidação devem ser recuperadas;
- Após o reparo de fissuras, recomenda-se a pintura geral da edificação;
- A pedido de funcionários do fórum, recomenda-se que a bancada da copa tenha sua posição alterada, ou seja trocada por uma menor, visto que a posição atual ocasiona problemas operacionais;
- Devem-se adaptar os ambientes e área externa da edificação à norma NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos (ABNT, 2015);
- Recomenda-se a pintura dos mastros e a colocação das bandeiras.



2.10 Planta de forma estrutural

A planta de forma estrutural produzida de acordo com os dados coletados durante a vistoria e está apresentada no Apêndice B – Planta de forma estrutural. O posicionamento das vigas está relacionado com as medidas obtidas entre as paredes e a locação dos pilares.

No Apêndice B também consta os desenhos de armações das vigas, pilares e lajes maciças das marquises.

2.11 Corte estrutural

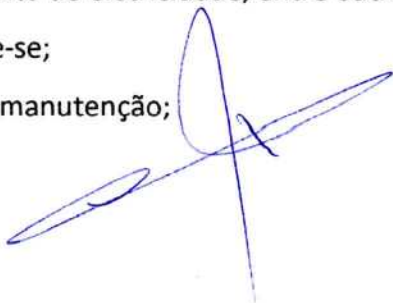
O desenho de corte estrutural está apresentado no Apêndice C – Corte estrutural. Este desenho apresenta em detalhes as informações obtidas durante a vistoria tais como materiais utilizados, cotas dos elementos estruturais e relação entre os elementos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

3.1 Introdução

A construção de uma edificação na forma dos procedimentos e normas legais no Brasil atendem a uma sequência de etapas composta de:

- a. Estudos topográficos e de sondagem do terreno da edificação a ser construídas;
- b. Projeto básico;
- c. Projeto executivo;
- d. Construção (alvará de construção);
- e. Fiscalização;
- f. Entrega da obra (licença ambiental, aprovação do projeto pelo corpo de bombeiros; aprovação do projeto pelo serviço de água e esgoto, aceite do órgão de fornecimento de eletricidade, entre outros);
- g. Habite-se;
- h. Uso e manutenção;



- i. Adequação, quando possível, as novas normas vigentes.

No sentido de melhor esclarecer os fatos aqui levantados, o ANEXO D apresenta uma cópia do ofício 005/2017 – PRES do CREA/PE.

3.2 Conclusões

As conclusões do presente Laudo são decorrentes do disposto no Contrato 16/2016 e o Projeto Básico de Nº 05/2014 do TRE- PB e especialmente ao item 3.61 da NBR 13752/1996 – PERÍCIAS DE ENGENHARIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL, norma da ABNT, a saber: “3.61 Perícia - Atividade que envolve apuração das causas que motivaram determinado evento ou da asserção de direitos”.

O presente laudo técnico procurou esclarecer as causas e origem de cada manifestação patológica constatada durante a vistoria, de modo que seja possível definir a eventual responsabilidade do problema, caso exista. Logo, foi importante distinguir se os problemas observados foram decorrentes ou não de falhas de projeto, execução, manutenção ou utilização.

Da análise dos fatos temos a constatar o seguinte, na concepção dos laudos:

Com relação a definição de projeto básico segundo a Resolução CONFEA nº 361, de 10 de dezembro de 1991.

O Projeto Básico é uma fase perfeitamente definida de um conjunto mais abrangente de estudos e projetos, precedido por estudos preliminares, anteprojeto, estudos de viabilidade técnica, econômica e avaliação de impacto ambiental, e sucedido pela fase de projeto executivo ou detalhamento (CONFEA, 1991).

Não houve a apresentação de estudos preliminares ou estudos complementares. Outro aspecto a ser observado é com relação às características do projeto que devem apresentar definições tais quais especificar o desempenho esperado da obra e fornecer memórias de cálculo para justificar a escolha da técnica construtiva, o que, de acordo com a documentação fornecida, não foi realizado na concepção do edifício.

Ainda é possível observar que não há clareza nas definições de projetos complementares contrariando a Resolução CONFEA nº 361 (CONFEA, 1991) que afirma:

O nível de detalhamento dos elementos construtivos de cada tipo de Projeto Básico, tais como desenhos, memórias descritivas, normas de medições e pagamento, cronograma físico, financeiro, planilhas de quantidades e orçamentos, plano gerencial e, quando cabível, especificações técnicas de equipamentos a serem incorporados à obra, devem ser tais que informem e descrevam com clareza, precisão e concisão o conjunto da obra e cada uma de suas partes.

Desta forma, a ausência de informações, projetos e detalhes no projeto básico podem trazer prejuízos técnicos e financeiros para o contratante:

Se o escopo de um projeto (entregáveis) não estiver bem definido, documentado e acordado entre as partes, alterações ocorrerão com frequência no projeto, ocasionando perda de tempo em atividades de replanejamento e de “remendos” ao que já foi definido/realizado no projeto. Outro item que por vezes é decorrência deste é “mudanças constantes de escopo”, ou seja, em função de novas necessidades de negócios ou especificidades do projeto, se torna necessária a realização de alterações no escopo durante seu progresso. Assim, questões relacionadas a escopo, seja ele mal definido ou alterado constantemente, trazem impacto não só em prazos, mas em custos, na qualidade dos entregáveis e na motivação da equipe do projeto (TERRIBILI FILHO, 2011).

A priori podemos dizer e identificar que as falhas citadas na vistoria, são em sua maioria, falhas na construção, pois a norma vigente na ocasião foi contrariada. Para isso e outras coisas existe o que na construção chama-se de “**como construído**” (*as built*) ação em que o construtor tende a ajustar durante a obra o projeto de modo a satisfazer circunstâncias não previstas observando as normas vigentes.

3.3 Recomendações

Diante da experiência técnica da Policonsult e dos dados levantados no presente laudo, que constata graves não conformidades nos sistemas de fundação e de estruturas, por não atenderem as normas da época da construção ou por falhas de construção, o fato é que nenhum sistema atende às normas atuais da ABNT, caracterizando a necessidade de interdição da edificação por parte da SEARQ, a fim de

garantir a segurança, bem-estar dos funcionários e usuários e integridade das documentações existentes no cartório.

A partir dos laudos verificamos que diante das normas ABNT, em especial a **NBR 7680-1 de 2015 – Concreto – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto Parte 1: Resistência à compressão axial**, a referida edificação apresenta três alternativas, conforme item 7.1.4 da citada norma, abaixo transcrita:

“7.1.4 Não conformidade final

Constatada a não conformidade final de parte ou do todo da estrutura, deve ser escolhida e aplicada uma das seguintes alternativas:

- a) determinar as restrições de uso da estrutura;***
- b) providenciar o projeto de reforço;***
- c) decidir pela demolição parcial ou total da estrutura.”***

De acordo com a norma citada, temos três alternativas para o todo do sistema de fundação e estrutura a ser aplicado na edificação referenciada:

1. **Primeira Alternativa:** Determinar a restrição do uso da estrutura, que se torna inviável, pois a mesma abrange toda a edificação, ou seja, não teríamos como restringir as cargas atuantes.
2. **Segunda Alternativa: Providenciar projeto de reforço**, o qual seria elaborar um projeto de reforço das fundações e da estrutura da edificação.

No entanto como dito no laudo por nossa equipe técnica, as condições das fundações e estruturas de concreto armado estão fora das normas e com riscos elevados, podendo sofrer um colapso a qualquer momento, por fatores alheios a nossas vontades, como resultante de intempéries por ventos e chuvas fortes.

Diante do exposto não temos como reaproveitar total ou parcialmente tais estruturas, tanto de fundação como da parte estrutural de concreto, além de que as alvenarias utilizadas, por serem de fechamento e com tijolos,



POLICONCONSULT - Associação Politécnica de Consultoria

Rua Benfica, 455, Escola Politécnica de Pernambuco, Bloco A

Madalena, Recife – PE. CEP: 50-720-001 Fone/Fax: (81) 3446.1508

CNPJ: 41.227.190/0001-61

www.policonsult.org.br/policonsult@policonsult.org.br

comprovados de baixa resistência, não permitem sua utilização como estrutural, ou seja, para manter a estrutura teria que ser feito um **novo projeto de fundação e de estrutura independentes do sistema existente** de modo a permitir o uso da edificação.

3. **Terceira Alternativa:** Promover a **demolição da edificação**, inclusive das fundações originais, com sua remoção e reaterro da área, de acordo com procedimentos técnicos, para que possa ser erguida uma nova edificação, com um **novo projeto executivo de arquitetura e de engenharia complementares**.

Clark Virginio Ramos Galvão – CREA 7156-D/PE
Coordenador e Responsável Técnico

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro, 1980.

_____. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13752**: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13969**. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15270-2**: Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15270-3**: Componentes cerâmicos Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15812-2**: Alvenaria estrutural — Blocos cerâmicos Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 12655**. Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 7680-1** – Concreto – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto Parte 1: Resistência à compressão axial. Rio de Janeiro, 2015.

CONFEA - CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. **Resolução nº 361, de 10 de dezembro de 1991**. Brasília, 1991.



HACHICH W.; FALCONI, F.F.; SAES, J.L.; FROTA, R.Q.G.; CARVALHO, C.S.; NIYAMA, S. **Fundações: Teoria e prática**. 2 ed. PINI: São Paulo, 1998.

NAKAMURA, J. NBR 6118: a busca da durabilidade. **Téchne**. 86 ed. 2004. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/86/artigo286291-1.aspx>>. Acesso em: dez. 2016.

NAKAMURA, J. Cobrimento de armaduras. **Equipe de obra**. 45 ed. 2011. Disponível em: <<http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/45/cobrimento-de-armaduras-espessura-de-camada-de-concreto-sobre-250451-1.aspx>>. Acesso em: dez. 2016.

ROCHA, E, A. **Fissuração em estruturas de concreto**. 06 abr. 2016. Notas de Aula.

SOUZA, V.C.M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. PINI: São Paulo, 1998.

TERRIBILI FILHO, A. **Planejamento & gestão: os 8 porquês dos atrasos nos projetos**. 2011. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/Portal_Planejamento_Estrategico/PlanejamentoGestao_8_Porques_Atraso_Projetos.asp>. Acesso em: 19 jan. 2017.

TERZAGHI, K. **Theoretical Soil Mechanics**. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1943.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: IPT/EPUSP/PINI, 1989. 194 p.

TUTIKIAN, B; PACHECO, M. **Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil**. Porto alegre: Boletim técnico ALCONPAT Internacional, 2012.

