

PATOLOGIAS EM PAREDE DE CONCRETO

Grégory Gonçalves da Silva Sampaio

Giuliano Cunha Coutinho
Marllon da Silva Nogueira
Renata Jogaib Manier

A grande concorrência imobiliária ligada à alta valorização dos terrenos nos grandes centros urbanos tem forçado cada vez mais as construtoras a buscar empreendimento de menor área e em maior quantidade. Pensando nisso, o mercado que já vive em constante evolução e em decorrência da intensa atividade imobiliária que se caracterizava no período de 2009, o programa habitacional “Minha Casa Minha Vida”, criado pelo governo federal, desenvolveu-se o modelo de construção de parede de concreto ou modelos de caixão, como é muito utilizado no meio construtivo. Nesse modelo, as paredes são moldadas no local, com o uso de formas moduladas e apresentam vantagens como rapidez de execução, redução de mão-de-obra, custos globais mais baixos, considerável desempenho, minimiza a geração de resíduos, além de produzir um modelo construtivo em escala, devido à industrialização do sistema. Mesmo com o avanço tecnológico das técnicas construtivas e o emprego de materiais de construção com maior controle de qualidade, ainda se observa um grande número de edificações apresentando patologias das mais variadas espécies. Grande parte dessas patologias é oriunda do mau planejamento ou má execução do serviço. Sendo necessário um controle constante aliado a um programa ou cronograma de execução periódico. Um programa eficiente de inspeção/manutenção periódica assegura a durabilidade das edificações e permite determinar prioridades para as ações necessárias ao cumprimento da vida útil prevista.

Palavras-chave: Concreto armado, Sistema SIPAC, Patologia

INTRODUÇÃO

A grande concorrência imobiliária ligada à alta valorização dos terrenos nos grandes centros urbanos tem forçado cada vez mais as construtoras a buscar empreendimento de menor área e em maior quantidade, otimizando assim o espaço e tornando o projeto viável a execução. Dependendo da legislação do estado e/ou município, é necessário pelo menos uma vaga no estacionamento, quando não são até duas. Com isso, os projetos tem que ser bem elaborados e sempre visando o custo ligado com a boa execução e o tempo de execução do serviço.

Pensando nisso, o mercado que já vive em constante evolução e em decorrência da intensa atividade imobiliária que se caracterizava no período de 2009, o programa habitacional “Minha Casa Minha Vida”, criado pelo governo federal, desenvolveu-se o modelo de construção de parede de concreto ou modelos de caixão, como é muito utilizado no meio construtivo.

Nesse modelo, as paredes são moldadas no local, com o uso de formas moduladas e apresentam vantagens como rapidez de execução, redução de mão-de-obra, custos globais mais baixos, considerável desempenho, minimiza a geração de resíduos, além de produzir um modelo construtivo em escala, devido à industrialização do sistema. O grande controle dos gastos é um dos seus principais atrativos, pois o desvio de consumo de material é praticamente inexistente. Esse modelo construtivo apesar do alto custo com as formas o aço e o concreto.

“Patologia faz parte da engenharia que estuda os mecanismos, os sintomas, as causas e as origens dos defeitos das obras. Em alguns casos, é possível se fazer um diagnóstico das patologias apenas através da visualização. Entretanto, em outros casos o problema é complicado, sendo necessário verificar o projeto; investigar as cargas a que foi submetida à estrutura; analisar detalhadamente a forma como foi executada a obra e, inclusive, como esta patologia reage diante de determinados estímulos. Dessa forma, é possível identificar a causa destes problemas, corrigindo-os para não se manifestem novamente.” (MANUEL CELESTE MARCONDES, CARLOS WAGNER FERNANDES DOS SANTOS, BEATRIZ CANNABRAVA., 1988)

“Sabe-se que a finalidade da patologia das estruturas é encontrar explicações técnicas e científicas para as irregularidades encontradas no comportamento das estruturas. Isso pode ocorrer na fase de construção, durante a execução dos serviços, assim é possível que se determine as suas consequências em relação à segurança e à confiabilidade da obra, analisando qual a decisão mais correta e segura quanto à utilização posterior das estruturas em análise. Levando-se em conta sua duração residual, o objetivo da patologia das estruturas é procurar definir a conveniência da recuperação, do reforço ou mesmo da demolição pura e simples dos elementos ou da estrutura danificada.” (MACHADO, 2002)

Mesmo com o avanço tecnológico das técnicas construtivas e o emprego de materiais de construção com maior controle de qualidade, ainda se observa um grande número de edificações apresentando patologias das mais variadas espécies. Grande parte dessas patologias é oriunda do mau planejamento ou má execução do serviço. Assim sendo, é necessário um controle constante aliado a um programa ou cronograma de execução periódico. Um programa eficiente de inspeção/manutenção periódica assegura a durabilidade das edificações e permite determinar prioridades para as ações necessárias ao cumprimento da vida útil prevista.

Segundo ANTONIAZZI (2009), qualquer edificação tem uma determinada vida útil que pode ser maior ou menor, dependendo de vários fatores como, por exemplo, a qualidade dos materiais empregados na construção, as condições a que as mesmas estão expostas e a existência de uma manutenção periódica. Ou seja, é necessário verificar e interpretar as manifestações patológicas, os vícios construtivos, as origens dos problemas, os agentes causadores dos problemas, o prognóstico para a terapia e os erros de projeto. (MIOTTO, DANIELA., 2010)

Estas patologias, depois do conhecimento do código do consumidor por meio dos proprietários, têm provocado grandes polêmicas entre construtoras e seus clientes, terminando geralmente, em demandas judiciais. Em sua grande maioria, as patologias tenham sido tratadas com descaso pelos construtores, executando reparos superficiais, sem resolver as causas, e com muita preocupação pelos moradores, exigindo grandes reformas e reforços às vezes não justificados.

Atualmente, têm-se códigos internacionais de práticas de concreto armado, como o *American Concrete Institute Code* (ACI-318, 1999) e a *Australian Concrete Standard* (AS - 3600, 2001), que destinam capítulos específicos para projetos de parede de concreto armado. O Brasil possui atualmente a *NBR 16055* “Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos”, que entrou em vigor a partir do dia 10 de maio de 2012, onde se apoiam todos os projetos de dimensionamento e execução que utilizam o sistema de paredes de concreto.

Por meio deste trabalho, venho esclarecer a natureza das patologias mais frequentes encontradas nos edifícios de parede de concreto, de forma que os leigos possam classificar de maneira clara e objetiva, tanto quanto a redução da durabilidade e eventual perigo que possam representar para o futuro morador ou comprador do imóvel.

OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo classificar as várias patologias que aparecem nos edifícios, procurando das enfoque as que causam mais preocupações e descontentamento aos proprietários, separando as que podem comprometer a estabilidade e a durabilidade da edificação das outras que só prejudicam a estética.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Pretende-se analisar as patologias que têm origem na estrutura de concreto armado, suas causas, prevenção e recuperação, visando seu melhor desempenho de uma forma geral. Geralmente, os defeitos se manifestam na forma de fissuras, trincas, umidades, flechas excessivas e deterioração do concreto, que serão objeto de estudo.

Classificando as patologias, alertando quanto a sua gravidade e determinando as causas e os procedimentos para as recuperações ou reforços que cada caso possa necessitar, enfatizando os cuidados necessários na fase de projeto e construção para minimizar estes defeitos.

METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho científico constituiu-se em:

Leitura de livros técnicos, publicações e artigos científicos que abordassem o tema. Estudo das Normas Técnicas referentes à execução de estruturas de concreto, alvenaria e revestimento.

Pesquisa junto a engenheiros e professores da minha instituição e outras.

Para a verificação das interferências executivas, foi analisada a obra que em que estagiei e estão utilizando o sistema construtivo em parede de concreto. O empreendimento da Sertenge Empreendimento Ltda e Sertenge S/A, localizado na cidade de São Gonçalo, chamado Obra Venda da Cruz, que é composto por 62 torres, sendo cada uma delas com 5 pavimentos totalizando 1240 unidades habitacionais, 7 itens de reforma, sendo duas Faetec, um CRAS, uma creche escola, uma biblioteca, um ginásio e uma praça.

A coleta de dados foi feita semanalmente, desde a locação do canteiro de obras até a data atual, com o intuito de acompanhar os procedimentos construtivos sob a prescrição da norma *ABNT NBR 16055:2012*, para dar suporte à estruturação do trabalho. Os laudos de concreto eram recebidos por mim e controlados seguindo os parâmetros de qualidade da empresa. Assim, foi possível ter um embasamento suficiente para compor as orientações e recomendações referentes ao método construtivo.

JUSTIFICATIVA

O conhecimento das causas que provocam as patologias nos edifícios e a conscientização que medidas preventivas na fase de projeto e cuidados na execução representam uma grande economia em relação às recuperações, nem sempre bem-sucedidas, são ferramentas fundamentais para reduzir as patologias.

As patologias em edificações, ou vícios aparentes de acordo com o código do consumidor, são extremamente importantes, visto que, podem assinalar um estado de perigo potencial para a estrutura ou, a necessidade de manutenção para evitar comprometimentos futuros ou ainda provocar insegurança e revolta aos moradores, gerando discussões e às vezes demandas judiciais. Vale ressaltar que as patologias, além dos ônus financeiros, provocam um desgaste da imagem das construtoras, afastando possíveis clientes.

ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

O conceito de concreto armado seria uma mistura feita de agregados miúdos e graúdos, cimento, areia e água e, por si só, é um material que resiste às tensões de compressão de uma estrutura. Possui uma baixa resistência à tração. Como solução para o problema foi adicionado aço para melhorar sua resistência a tração, fazendo com que o conjunto concreto mais armadura suportem as duas tensões: compressão e tração. O termo “concreto armado” é, portanto, o somatório destes dois materiais (concreto e barras de aço) que, trabalhando juntos, conseguem dar estabilidade às estruturas.

Bastos (2006) define concreto armado como sendo “a união do concreto simples e de um material resistente à tração (envolvido pelo concreto) de tal modo que ambos resistam solidariamente aos esforços solicitantes”

A NBR 6118 define o que são elementos de concreto armado: “são aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência”

CONCRETO ARMADO NO BRASIL

O concreto armado é um processo construtivo inventado na Europa em meados do século XIX. Este processo foi bastante difundido, pois possibilitou grandes construções, vencendo grandes vãos e alcançando alturas nunca antes imaginadas. O concreto, por ser um material moldável e assumir os mais vários formatos, começou a ser usado em larga escala.

Inicialmente empregado apenas em embarcações e tubulações hidráulicas, a partir de fins do século XIX o concreto armado passa a ser utilizado também nas edificações. Junto com o aço e o vidro, ele constitui o repertório dos chamados “novos materiais” da arquitetura moderna (BENEVOLO, 1976), que são produzidos em escala industrial e viabilizam arranha-céus, pontes, silos, estações ferroviárias ou, em suma, aqueles novos objetos arquitetônicos característicos do cenário do mundo modernizado do século XX.

Por volta dos anos 1900, começaram a surgir as primeiras construções em concreto armado em solo brasileiro. As primeiras aplicações que se tem notícia foi a de execução de casas de habitação em Copacabana, no Rio de Janeiro (VASCONCELOS, 1992). Nessa época, as estruturas de concreto eram calculadas no exterior.

O francês *François Hennebique* oferecia plantas e orçamentos gratuitos para obras no Rio de Janeiro. Ele foi o primeiro a compreender na Europa a necessidade das armaduras no concreto. Com a chegada da empresa alemã *Wayss & Freytag*, ocorreu o grande desenvolvimento do concreto armado no Brasil. E a partir de 1924, com a formação de engenheiros brasileiros especializados em concreto armado, os cálculos passaram a serem feitos aqui. (VASCONCELOS, 1992.)

NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foi criada no ano de 1940 e com a sua primeira norma NB-1. Dentre tantas normas existentes com o decorrer dos anos, destacam-se para concreto armado as seguintes normas técnicas:

- NBR 7211 (2005): Agregados para concreto – Especificação;
- NBR 6118 (2003): Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 14931 (2003): Execução de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 8681 (2003): Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- NBR 7480 (1996): Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado;

- NBR 12655 (1996): Concreto - Preparo, controle e recebimento;
- NBR 12654 (1992): Controle tecnológico de materiais componentes do concreto;
- NBR 6122 (1988): Forças devido ao vento em edificações - Procedimento;
- NBR 9607 (1986): Provas de carga em estruturas de concreto armado e protendido;
- NBR 8548 (1984): Barras de aço destinadas a armaduras para concreto armado com emenda mecânica ou por solda - Determinação da resistência à tração;
- NBR 7191 (1982): Execução de desenhos para obras de concreto simples ou armado;
- NBR 6120 (1980): Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;

SISTEMA CONSTRUTIVO SIPAC

“PAREDE DE CONCRETO é um sistema construtivo racionalizado, que oferece as vantagens da produção em alta escala sem perda de qualidade - condições técnicas e econômicas perfeitas para a atual demanda do mercado brasileiro da construção”. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2008, p.6).

“O método é inspirado em experiências consagradas e bem-sucedidas de construções industrializadas em concreto celular (sistema Gethal) e concreto convencional (sistema Outinord), que eram mundialmente conhecidas nas décadas de 70 e 80. Porém, devido à falta de escala e de continuidade de obras nesses padrões - principalmente com as limitações financeiras da época - essas tecnologias não se consolidaram no mercado brasileiro”. (MISURELLI H. MASSUDA C., 2009, p.74)

O sistema é muito utilizado em países como México, Chile e Colômbia, por apresentar vantagens de prazo, custo e qualidade, e principalmente por ser um sistema construtivo monolítico, o que é de grande importância para estes países que apresentam abalos sísmicos recorrentes. (NUNES, V.Q.G., 2011, p. 33)

Pelo fato de se tratar de um sistema racionalizado, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). (2008, p. 10) afirma que o sistema é recomendável para empreendimentos que têm alta repetitividade, como condomínios e edifícios residenciais. Obras que, nas grandes cidades, exigem das construtoras prazos de entrega exíguos, economia e otimização da mão de obra, Corsini (2012, p.44) ainda afirma que as paredes de concreto são extremamente competitivas em edifícios de dez andares para cima, e de dez andares para baixo compete por igual com os sistemas construtivos comumente aplicados no Brasil, seja no aspecto de demanda de material, seja no de mão de obra.

Outra importante característica do sistema parede de concreto é a alta qualidade da construção; sobre este assunto a Associação de Cimento Portland (2008, p. 11) escreve: “A qualidade final de uma obra está diretamente ligada aos materiais utilizados, aos métodos de execução e ao controle tecnológico que se faz, desde a produção dos insumos até sua aplicação. No sistema de parede de concreto, a qualidade é garantida pelo uso de: Fôrmas com grande precisão dimensional Materiais com produção controlada (concreto, tela de aço, etc.) Atividades planejadas e não-artesanais, potencializando a produção dentro dos requisitos de qualidade estabelecidos.

EVITA DESPERDÍCIOS

MENOR CONSUMO E MAIOR CONTROLE

Por oferecer controle total das etapas, sem desperdícios, o sistema de paredes de concreto é muito mais limpo que o convencional. Resulta num canteiro de obras organizado, com uma excelente planicidade das superfícies interna e externa das paredes que permitem receber diretamente a pintura. Isto significa a eliminação de várias etapas, redução no prazo da obra e conseqüentemente nos custos indiretos.

GRANDE VERSATILIDADE

As paredes de concreto atendem projetos de qualquer tamanho, com formas irregulares, regulares e construções junto às divisas:

- Edifícios residenciais;
- Indústrias e galpões;
- Painéis com tratamentos decorativos;
- Obras de arte;
- Superfícies que necessitam de relevos, logotipos, efeitos tridimensionais e texturas.

USO DO CDC

Para o sucesso de todos os empreendimentos que se utilizam do sistema de paredes de concreto, é fundamental o papel do Concreto Dosado em Central (CDC). Isto porque é necessário contar com a qualidade e uniformidade das características do concreto utilizado na fabricação de paredes, pilares e muros. Além disso, tendo em vista as grandes dimensões

das peças, somente uma concreteira teria condições de fornecer o volume de concreto necessário com a agilidade que os construtores necessitam. Somente o Concreto Dosado em Central oferece uniformidade e controle tecnológico correto, principalmente pela segurança que oferece para o içamento dos painéis. Contrate sempre os serviços de uma associada ABESC (Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem do Brasil).

São inúmeros os exemplos de obras de grande porte executadas em curto espaço de tempo, com custo reduzido e alta qualidade. No sistema de paredes de concreto montam-se as fôrmas metálicas no próprio canteiro de obras. Quando comparadas em termos de custos a outras tecnologias, as paredes de concreto oferecem uma melhor relação custo/benefício. Como são pré-moldadas in loco, não incidem tributos sobre sua fabricação e transporte, tornando-se mais competitiva do que os pré-fabricados de concreto convencionais.

FORMAS

A utilização de fôrmas adequadas potencializa os ganhos do sistema Parede de Concreto. Além das características de manuseio, durabilidade e economia (veja o quadro **10 dicas** – da Comunidade da Construção), avalie também a melhor opção entre os tipos indicados abaixo:

- Fôrmas metálicas (quadros e chapas em alumínio ou aço);
- Fôrmas metálicas + compensado (quadros em alumínio ou aço e chapas de madeira compensada ou material sintético);
- Fôrmas plásticas (quadros e chapas de plástico reciclável contra ventadas pós estruturas metálicas).

10 DICAS PARA ESCOLHER AS FÔRMAS	
Ao escolher o sistema de fôrmas, considere os seguintes aspectos:	
1.	Produtividade da mão-de-obra na operação do conjunto.
2.	Peso por m ² dos painéis.
3.	Número de peças do sistema.
4.	Durabilidade da chapa e número de reutilizações.
5.	Durabilidade da estrutura (quadros).
6.	Modulação dos painéis.
7.	Flexibilidade diante das opções de projetos.
8.	Adequação à fixação de embutidos.
9.	Análise econômica e comercialização (locação, venda, leasing etc.).
10.	Suporte técnico do fornecedor (capacidade instalada, área de cobertura, agilidade de atendimento, oferta de treinamento e assistência técnica).

Figura 1 - 10 dicas sobre o modelo (Fonte <http://www.comunidadeconstrucao.com.br>)

O empreendimento estudado faz uso das formas metálicas em alumínio, devido ao seu menor peso e maior duração, pois tanto o sistema de madeira, quanto o de forma de plástico tem uma vida útil muito pequena. Variando conforme a sua utilização e manutenção. Como o processo de montagem de forma é uma linha de produção contínua, o prazo em que uma forma não seja concretada acaba atrasando o cronograma e conseqüentemente travando determinados serviços. Essas formas possuem um jogo de peças as quais sem elas não seria possível a execução das mesmas

COMPONENTES DA FORMA METÁLICA

Além das placas com cores e numeração por cômodo, a forma metálica é composta basicamente de bites de janela, espaçadores em alumínio, mais conhecidos como faquetas, pinos, cunhas, chavetas, alinhadores, placas de *shaft*, placa de alçapão e escoras. No caso da construtora visitada, as janelas eram montadas na forma e seus bites de janela foram adaptados para a espessura da janela e da forma, de modo que quando fosse desmontada a mesma já estaria no local, evitando que se tenha que perder tempo com a instalação manual das mesmas. Além dos bites, foram construídas peças em formato de “U”, para reforçar os vãos e evitar que a forma abrisse ou movimentasse durante a concretagem. O uso desses componentes assim como a utilização de desmoldante, graxa ou qualquer outro tipo de material para lubrificar a peça e evitar que a mesmas fique presa ao concreto são de suma importância.

A seguir veremos um modelo de forma de alumínio com seus componentes e função dos mesmos.

ARMAÇÃO

TELA SOLDADA

A armação adotada no sistema Parede de Concreto é a tela soldada posicionada no eixo vertical da parede. Bordas, vãos de portas e janelas recebem reforços de telas ou barras de armadura convencional. Em edifícios mais altos, as paredes recebem duas camadas de telas soldadas, posicionadas na vertical, e reforços verticais nas extremidades das paredes. Nas paredes hidráulicas forma instaladas telas extras para reforçar a mesma e evitar que surjam fissuras futuras.

RECURSOS HUMANOS

OPERÁRIOS EM UMA LINHA DE MONTAGEM

Uma das principais características da Parede de Concreto é a racionalização dos serviços. A produtividade da mão-de-obra é potencializada pelo treinamento direcionado ao sistema. Os operários atuam como montadores especializados, executando tarefas como: armação, instalações elétricas e hidráulicas, montagem das fôrmas, concretagem e desforma.

Na obra em que estagiei, eram utilizados operários designados por função, como armadores, montadores de forma, eletricitas e bombeiros.

VANTAGENS

- Excelentes resultados de isolamento térmico e acústico;
- Redução no prazo de entrega da obra;
- Eliminação das patologias da alvenaria;
- Custos baixos sem cortar itens de qualidade;
- Alta resistência a agressões e vandalismo;
- Melhoria nas condições de segurança da obra;
- Eliminação do processo de assentamento de blocos (alvenaria);
- Otimização de mão-de-obra;
- Processo totalmente controlado e planilhado (sem surpresas em custos);
- Ausência de desperdícios;
- Equipe de trabalho reduzida;
- Rapidez do processo;
- Podem ser executadas em todo território nacional.

INDICAÇÕES DE USO

Fechamentos externos e internos para qualquer edificação como:

- Casas térreas,
- Casas Village (sobrado),
- Edifícios com pavimento térreo + 4 pavimentos-tipo,

- Edifícios com pavimentos térreo + 8 pavimentos-tipo - limite para ter apenas esforços de compressão,
- E de até 30 pavimentos
- Edifícios com mais de 30 pavimentos - considerados casos especiais e específicos

ETAPAS DO PORCESSO CONSTRUTIVO DA FORMA

FUNDAÇÃO

O processo escolhido pela engenharia após o laudo de sondagem foi o de radier, após o processo de escavação e hidráulica do pavimento térreo o solo é coberto com uma lona preta, para evitar que no processo de concretagem a unidade contida no concreto venha a trocar água com o solo.

Com esse processo finalizado, dá-se início a distribuição das cocadas, peças construídas com massa de cimento podre para elevar a malha de aço em relação a lona disposta no terreno, com dimensões aproximadas de 10x10x5cm podendo variar dependendo do cobrimento necessário, as mesmas podem ser substituídas por espaçadores plásticos.

Logo após esse processo colocasse a primeira malha de ferro, a qual ira percorrer toda a torre e o passeio. Acima dela vem o reforço do positivo, o qual ocupa apenas à região onde será a torre. Acima da malha de reforço vem os espaçadores, ou popularmente chamadas na obra de “caranguejo” ou “aranha”, com altura de 10cm e espaçamento lateral de 50cm à 1m, variando conforme o projeto, acima dela vem a ultima malha de aço.

Entre a malha de reforço e a ultima malha são feitas as instalações elétricas, tendo sempre em vista respeitar fielmente a *NBR 16055 - Paredes de Concreto (pág. 10)*, apesar de nosso empreendimento ser de parede de concreto armado é sempre bom fazer uso de mais duas outras normas para verificar se a nossa execução esta condizente com o que a norma preconiza. Seriam elas *NBR 5626 Instalação predial de água fria (pág. 18)* e *NBR 10837 Cálculo de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados e de concreto*. Apesar da ultima não se enquadrar no processo estudado, é sempre bom fazer uso de todas as normas possíveis para uma boa execução.



Figura 2 - Instalações na fundação (Fonte do autor)

CONCRETAGEM DA FUNDAÇÃO

Antes de se iniciar a concretagem é de suma importância que se fiscalize com uma trena calibrada, esquadros e o auxílio de um topógrafo e a estação total, para que os níveis possam ser conferidos e dar início a concretagem da função, no nosso caso o radier.

A concretagem pode ser efetuada por bomba lança ou por betoneira com auto bomba, mais conhecido como betobomba, ou com o auxílio de uma bomba estacionária. Durante toda a concretagem é imprescindível o uso do vibrador para uma melhor execução e melhor qualidade de acabamento. Além do vibrador, tem-se que fazer uso do nivelador, com o auxílio dele podemos garantir que nossa concretagem estará nivelada ou com caimento, variando de caso pra caso. Quando o nível está certo o aparelho emite um som avisando ao profissional, assim como ele avisa quando é preciso subir ou descer pelo seu visor.



Figura 3 - Adensamento de concreto com vibrador e nível a laser (Fonte do autor)

MARCAÇÃO DAS LAJES

O processo de marcação das lajes é de suma importância para que durante o processo de montagem não se perca tempo por conta de estrutura não fechar, assim como para uma execução rápida e precisa do empreendimento. Assim como a etapa anterior, essa também é acompanhada por um supervisor ou encarregado, sendo conferida ao termino da atividade.

Nesse processo são demarcadas as linhas das paredes, assim como os vãos de porta. Os vãos de porta recebem ferragem perpendicular a laje para que sirva de base para a armação, que será presa a ela e a outros pontos que serão executados no eixo das paredes.

São feitas perfurações, geralmente com furadeira, nas lajes para a fixação de barras de aço, na mesma bitola que as dos reforços da estrutura, com o intuito de servir de alinhamento e ponto de amarração para as telas da parede. Seu espaçamento vai conforme o projeto, tendo no mínimo três pontos de fixação por parede para as telhas, de modo a garantir a boa execução das mesmas pelos armadores. Junto a essas barras, podendo ser postos no mesmo ponto de fixação. Vêm os espaçadores de plástico, chamados na obra de “bolachas”. Esses servem para quando a placa for encaixada nas laterais das telas de aço, seja respeitada a espessura das paredes no projeto, que geralmente é de 10cm.

ARMAÇÃO

TELA SOLDADA

A norma brasileira que rege o processo de utilização de telas de aço é a *ABNT NBR 7481 – Tela de aço soldada – Armadura para concreto, com base nela é executada todas as malhas do nosso projeto.*

Com a etapa da marcação concluída, damos início a atividade da amarração das paredes de aço para a concretagem, as telas são fixadas utilizando as pontas das barras de aços deixadas na etapa anterior, conhecidas na obra como arranque. Nos cantos é feito um reforço de acordo com o especificado no projeto, geralmente entre 20cm e 30cm, onde ela é amarrada em "L" respeitando os espaços da malha e de maneira que a mesma fique firme.

Com exceção da porta de entrada do apartamento, as telas passam pelas portas e vãos dos cômodos internos, sendo cortadas com as mesmas já no local, no seu entorno são postas barras de aço, da mesma bitola da usada para fixação dos pontos anteriores para a malha, com o intuito de combater os esforços de cisalhamento e evitar prováveis fissuras naquela peça. Os vãos de janela, assim como o das portas internas, são recortados e reforçados no local.

O reforço no empreendimento estudado é executado com duas barras de ferro paralelas que percorrem todo o perímetro da edificação. A instalação elétrica é feita posicionando os conduites e caixas tanto de luz como para tomadas, além do QDL (quadro de distribuição) que fica posicionado na cozinha e nele ficaram todos os disjuntores do apartamento.

As placas da forma possuem partes negativas, para que após a concretagem fiquem os espaços para a passagem de toda a infra do apartamento e conseqüentemente de cada torre. Essas partes recebem um reforço com malha de ferro, com bitola do mesmo diâmetro da malha utilizada nas paredes, para evitar possíveis trinca e/ou fissuras. Na parte da cozinha acima dos negativos o reforço é executado dobrando a malha de ferro, ou seja, é posto uma segunda malha reforçando aquela área. Os vãos de janelas e porta por sua vez recebem o reforço com barras de ferro fazendo o requadro e com pedaços de malha de 20x20cm no canto superiores. Como o empreendimento possui apartamento para PNE, os

mesmo têm todos os pontos de elétrica e hidráulica com altura acessível para o morador, às áreas comuns não existe alteração em altura das mesmas.

Nas paredes são fixados espaçadores circulares respeitando espaçamento indicado no projeto por toda a extensão da malha, esses espaçadores têm como principal função evitar que as placas não respeitem a distância mínima da parede. Além de facilitar na montagem, tendo em vista que como os mesmo delimitam o espaçamento mínimo o funcionário não perde tempo medindo as mesmas constantemente com uma trena.

Nas lajes são utilizado “caranguejos” ou espaçadores plásticos apoiados nas placas de teto da forma, para que possa ser respeitado o cobrimento mínimo da ferragem e evitar que a mesma fique exposta no teto do andar inferior. Não vão entre as placas é colocado um reforço com uma tela por toda a sua extensão, caso seja necessário pode se fazer uso de espaçador de paredes de placas para evitar que as mesmas saiam de posição em cima.

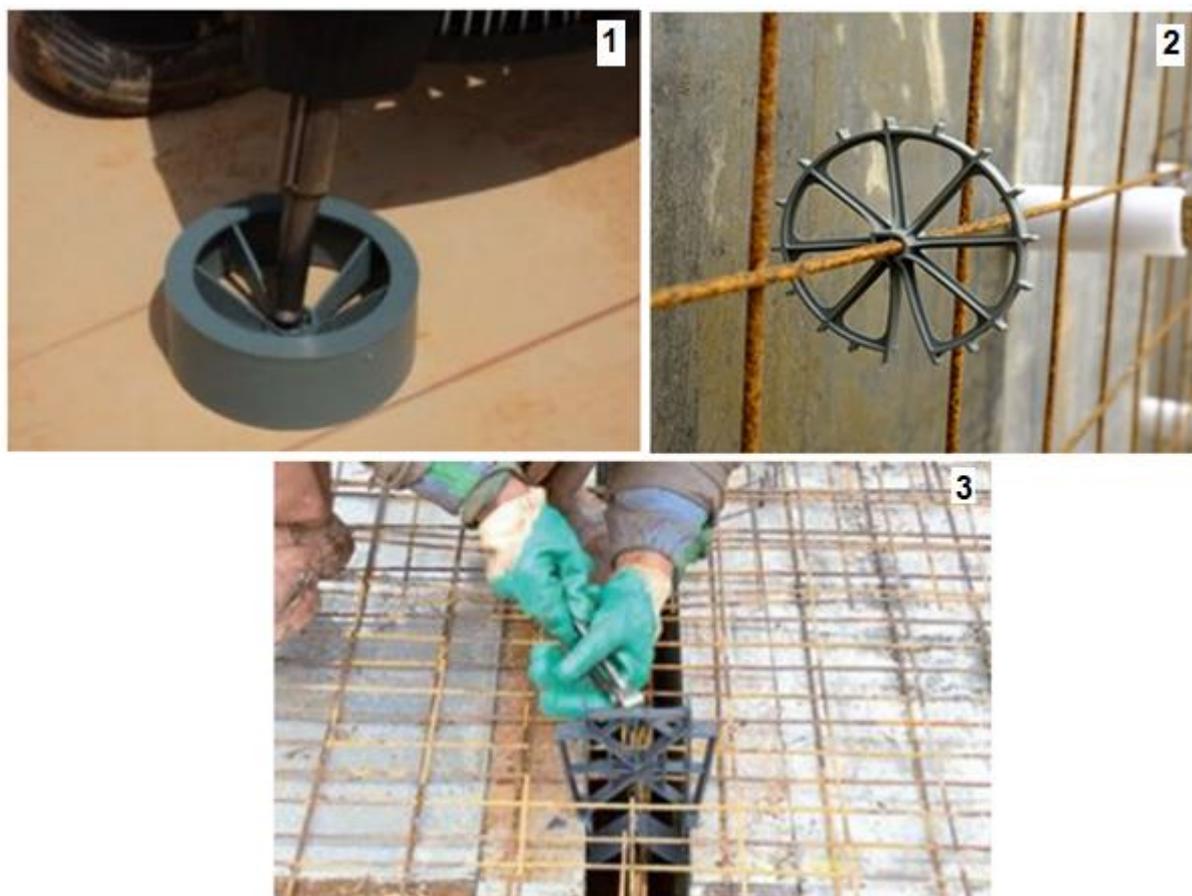


Figura 4 - 1 Espaçador para base da parede, 2 Espaçador de parede e 3 Espaçador de placas para laje (Fonte do autor)

INSTALAÇÕES NA FORMA

Essa é uma das etapas na qual podem surgir muitas patologias, pois o mal posicionamento dos conduites pode ocasionar em brocas e até mesmo desagregação de material. Após a execução da ferragem e conferido pelo responsável, dá-se início a etapa de montagem das instalações elétricas.

Com base no projeto de elétrica os funcionários vão distribuindo as caixas onde ficaram os pontos de luz e demais, após essa etapa começar a passagem e interligação dos conduites ou condutores nas caixas nas paredes. O teto é feito após a montagem do teto, assim como as instalações hidráulicas, ou seja, os pontos de esgoto.

É de suma importância que todos os conduites sejam fixados nas malhas respeitando espaçamentos de 20cm a 30cm, tanto nas paredes como nas lajes, para evitar que os mesmos possam se soltar, caso sejam emendados com luvas, o que ocasionaria em entupimento dos mesmos.



Figura 5 - 1 Caixas presas com grapa, 2 Execução de instalação e fixação dos condutores na laje, 3 Instalação elétrica nas paredes do QDL E 4 Fixação dos conduites na laje (Fonte do autor)

MONTAGEM DA FORMA

Nessa etapa os operários antes de fixarem as placas no local, tem que fazer uso de qualquer tipo de produto lubrificante, seja ele desmoldante, graxa, diesel ou qualquer outro óleo, para que no processo de desmontagem as peças soltem com facilidade, o que evita prováveis danos as paredes no processo de desmontagem das formas. No empreendimento é utilizado desmoldante a base de óleo vegetal.

Após a aplicação do produto as paredes são postas de pé e fixadas com os pinos e as cunhas. Não se esquecendo de passar as faquetas pelos espaços. As faquetas recebem um Protetor de Presilha de plástico popularmente chamado de camisinha, e é recomendado que se passe o desmoldante nelas para facilitar a sua retirada.

É de suma importância que todos os vãos nas placas possuam as faquetas, fixadas na peça com os pinos e cunhas. As faquetas, junto com o espaçador, servem para delimitar a espessura da parede. O pino e a cunha tem uma função similar, porem, eles combatem a compressão existente na peça durante a concretagem. Não é aceitável a falta desses componentes em qualquer parte da forma, principalmente nas partes inferiores onde temos toda a pressão do concreto e no teto, pois nela teremos o peso do mesmo e dos trabalhadores.

Durante o fechamento das paredes e antes do fechamento do teto é necessário que se observe se todas as faquetas estão passadas e se as mesmas estão com a camisinha e o desmoldante. Além de conferir se todas estão pinadas e com cunha, é necessário que todas as partes estejam bem executadas para evitar que a forma abra, o que pode tanto comprometer a concretagem quanto danificar as peças.

Após as paredes fixadas assim como as peças do teto, damos inicio a colocação das peças de travamento. Todos esses componentes tem que respeitar fielmente a planta de montagem fornecida pela empresa que construiu a forma. As escoras são responsáveis por estabilizar o teto da estrutura e manter a sua altura correspondente a do projeto, podendo varias de uma a até quatro por cômodo nos apartamentos. Os alinhadores são postos com o auxilio das chavetas, e são fixadas na parede da forma. O projeto solicita ao menos um alinhador por parede interna e por todo entorno da forma do lado externo, para uma melhor execução e um alinhamento mais preciso é aconselhado colocar alinhadores extras nos vão de janela e porta pelos dois lados.

É fundamental que todos os itens citados acima estejam postos nos seus devidos lugares e que estejam firmes, de modo a não saírem de posição. No caso dos alinhadores, eles têm como principal função combater aos esforços nos vãos, onde temos a maior pressão exercida pelo concreto durante a concretagem. E as escoras têm como principal função regular a altura do teto e evitar que o mesmo sele, não podemos apertar de mais as mesmas, senão elas vão empurrar o teto, fazendo com que o teto não tenha a espessura mínima de projeto.

Uma inovação utilizada nesse empreendimento é o uso de gabarito para janelas, no qual a janela futura do apartamento já fica fixada no processo de concretagem, o que dá um maior ganho em etapa futuras. Assim como a forma, o gabarito é feito de alumínio e furado, para que possa receber faquetas, pinos e cunhas. Assim garantindo o alinhamento da mesma.

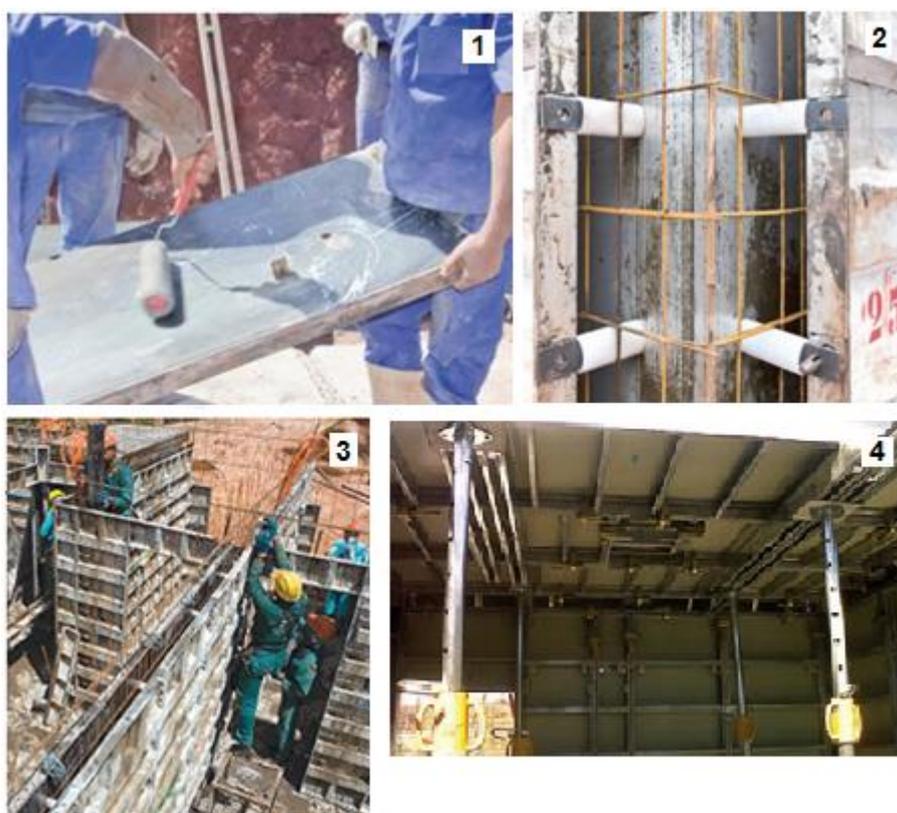


Figura 6 - 1 Execução de desmoldante, 2 Faqueta com camisinha, 3 Montagem da Forma e 4 Escoramentos do teto (Fonte do autor)

CONCRETAGEM DA FORMA

A nova norma estabelece critérios de qualidade mínimos para o fck e a relação água/cimento, A/C, do concreto utilizado em obra, levando-se em conta as

condições de exposição dos elementos da estrutura de concreto às intempéries. Isto é uma novidade em relação à antiga NBR-6118:1978. A tabela 2 apresenta as relações A/C máximas admissíveis e o fck mínimo exigido (classe do concreto) para o concreto em função da agressividade do ambiente e do tipo de armadura (armadura passiva – CA e armadura ativa – CP)

Correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

NOTAS:
1. O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na NBR 12655.
2. CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
3. CP Componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 6118:2003

Figura 7 - Classe de Agressividade (Fonte: NBR 6118:2003)

Essa é a penúltima etapa do ciclo de uma forma, tendo em vista que a desforma é a etapa final. Nela é lançado o concreto, respeitando o valor mínimo de FCK de 20 MPA, conforme a norma preconiza. Nessa etapa é aconselhado o uso de vibradores, para obter uma melhor homogeneidade do concreto lançado, assim como um melhor acabamento. Algumas construtoras fazem o uso de fibra para dar uma qualidade visual e estrutural melhor ao concreto, apesar de encarecer o processo o custo benefício.

DESMONTAGEM DA FORMA

Nessa etapa os operários usando de deformadores, vide foto abaixo, executam a desforma das peças para a execução do processo de montagem novamente, nessa etapa podemos observar melhor as Patologias decorrentes desse processo construtivo. E nela que temos que tomar as devidas anotações e tomar as providencias necessárias. Sempre tendo como base o engenheiro calculista.

Para o ganho na agilidade desse modelo construtivo é necessário que o processo de montagem das elas das paredes seja executado um dia antes, para que a equipe de instalação já entre e no dia seguinte a equipe de montagem de forma possa desmontar e montar a mesma já nessa estrutura.

RASTREABILIDADE DO CONCRETO

A rastreabilidade é a etapa de concretagem mais importante do processo de concretagem, sendo um conceito que permeia pela Comunidade da Construção. O do processo de rastreabilidade é um padrão utilizado em qualquer tipo construtivo, sendo de suma importância. Por meio dele podemos saber em que local caiu cada caminhão de concreto e a partir dos ensaios de corpo de prova, saber se o mesmo resistiu a capacidade mínima do Fck do concreto. Quando o mesmo não é alcançado, por meio do rastreio do concreto é possível saber exatamente onde o mesmo caiu e retirar uma contraprova por meio de extração e novo ensaio de ruptura.

No caso de concreto usinado o controle tecnológico ocorre através de ensaios realizados sobre o concreto de cada caminhão contratado para a concretagem de elementos estruturais. São moldados 4 corpos de prova por caminhão, rompendo cada um aos 7 dias, 14 dias e 28 dias. Na obra em que estagiei eram rompidos 2 corpos de prova no de 28 dias, para fazer a contraprova do resultado.

Conhecer em detalhes cada etapa da execução de uma obra, monitorando a entrada e o uso de materiais, equipamentos e mão de obra, é a forma mais confiável de estabelecer um controle rigoroso sobre o resultado final da construção.

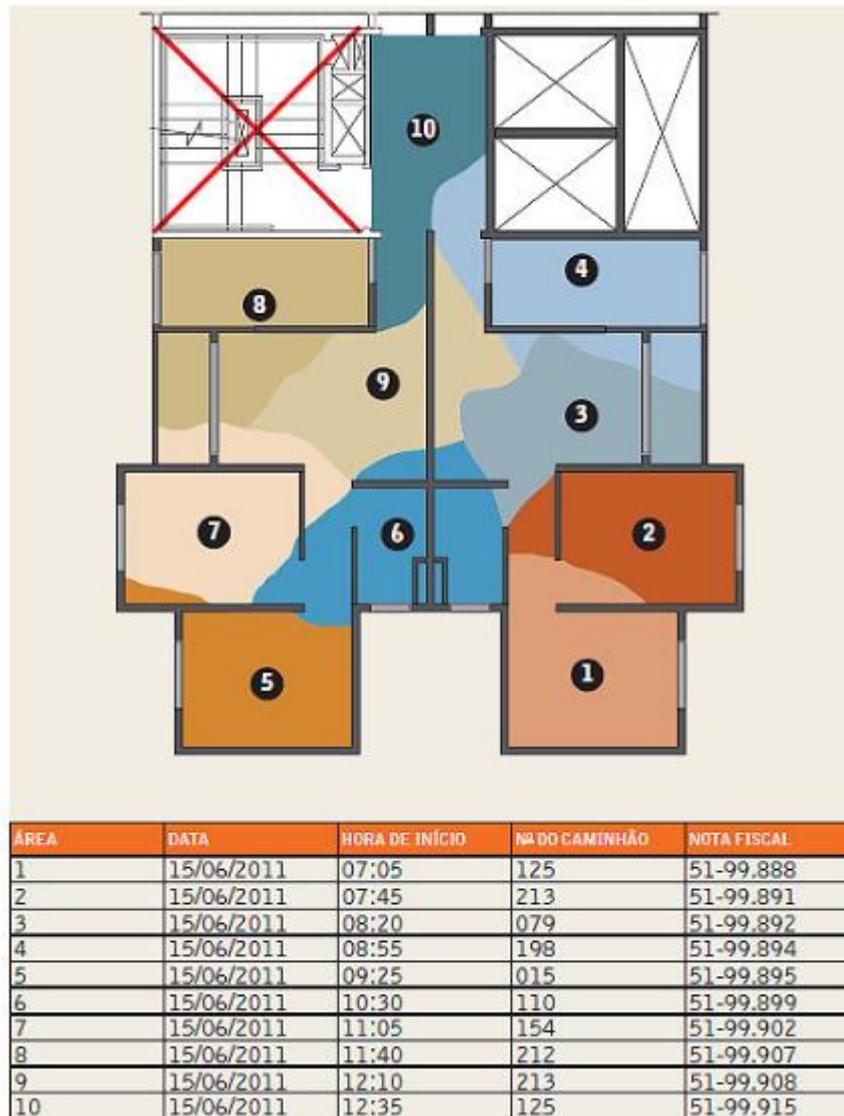


Figura 8 - Mapa de rastreabilidade (Fonte <http://equipedeobra.pini.com.br>)

ENSAIO DE RUPTURA DE CORPO DE PROVA

Uma série de procedimentos deve ser respeitada, após o carregamento na usina a betoneira estaciona e começa a bater (homogeneizar) o concreto, o laboratorista retira a amostra para a realização do ensaio de abatimento. A moldagem é realizada em moldes cônicos, em três camadas de volumes iguais, em cada camada são aplicados 25 golpes com soquete apropriado, distribuídos uniformemente em toda a superfície do concreto, sendo importante ressaltar que em momento algum o soquete pode tocar no fundo ou lateral do cilindro.

Em seguida, retira-se o molde suavemente dentro de um prazo de dez segundos. O abatimento é a diferença entre a altura do molde e o cone abatido de

concreto. Após coletar o valor e compara-lo ao Slump do concreto é autorizado ou não a descarga do concreto. Caso o resultado dê dentro do intervalo o mesmo é liberado, caso dê acima o mesmo fica batendo e um novo teste é realizado, quando fica a baixo é acrescentado água e após ser batido outro teste é feito. Vale ressaltar que o mesmo tem prazo de vida útil de no máximo 2 horas após sua dosagem.

PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A patologia das construções é semelhante à Ciência Médica, já que estuda os sintomas, formas de manifestação, origens e causas das doenças ou falhas que ocorrem nas edificações (HELENE, 2002).

Nos últimos anos tem crescido o número de estruturas de concreto armado com manifestações patológicas, como resultado do envelhecimento precoce das construções existentes. Essas constatações, tanto no âmbito nacional quanto no âmbito internacional, demonstram que as exigências e recomendações existentes nas principais normas de projeto e execução de estruturas de concreto vigentes, até o final do século passado, eram insuficientes. (HELENE, 2001)

Segundo HELENE (2002), as patologias normalmente apresentam características externas a partir das quais se pode conhecer sua origem, natureza e os mecanismos dos acontecimentos envolvidos. Certos problemas têm maior incidência, devido a necessidade de cuidados que geralmente são ignorados, seja no projeto, na execução ou até mesmo na utilização. Pode-se dizer que os problemas de maior importância nas estruturas em concreto armado, que requer atenção pelo seu evidente risco à integridade da estrutura, são a corrosão da armadura do concreto, as flechas excessivas das peças estruturais e as fissuras patológicas nestas. (MIOTTO, DANIELA., 2010)

A partir das informações do autor acima citado, fica evidente que é importante que seja executada uma análise correta dos problemas, nos permitindo definir com clareza a origem, as causas, assim como as consequências, a intervenção mais adequada e o método de intervir.

Dentre os problemas mais comuns encontrados no concreto destacam se, as eflorescências, as fissuras, as flechas excessivas, a corrosão da armadura, as manchas no concreto aparente, os defeitos de aterro e compactação e problemas devido à segregação dos componentes do concreto. Geralmente, as manifestações patológicas aparecem de forma bastante característica e com ocorrência bem estabelecida estatisticamente.

Depois de se conhecer as patologias, é possível identificar a origem e natureza dos problemas, bem como suas consequências. Na tabela abaixo temos as principais manifestações encontradas no concreto armado:

Incidência de Manifestações Patológicas	
Manifestações Patológicas	Ocorrência %
Deterioração e degradação química da construção	7%
Deformações (flechas e rotações) excessivas	10%
Segregação dos materiais componentes do concreto	20%
Corrosão das armaduras do concreto armado	20%
Fissuras e trincas ativas ou passivas nas peças de concreto armado	21%
Manchas na superfície do concreto armado	22%

Fonte: Machado (2002, p. 06)

Figura 9 - Incidência de Manifestações Patológicas (Fonte Machado (2002, p,06))

ORIGEM DAS PATOLOGIAS

De acordo com o especialista só quando o desempenho da estrutura está ameaçado ou comprometido é que ficam caracterizadas as 'enfermidades' do concreto ou da estrutura, que podem ser congênicas – nascem com a estrutura – ou são adquiridas ao longo de sua vida, devido à ação direta de inúmeros agentes externos, incluindo usuários, ou ainda fenômenos físicos, entre eles, choques, terremotos, incêndios, enchentes, explosões, recalques e variações de temperatura.

De acordo com PEDRO et al. (2002), a origem das patologias pode ser classificada em: *congênicas, construtivas, adquiridas e acidentais*.

Congênicas: São aquelas que surgem ainda na fase de projeto, e ocorrem pela falta de observação das Normas Técnicas, também por falhas e descuidos dos profissionais, que acabam tendo como consequência falhas no detalhamento e execução inadequada das construções (PEDRO et al., 2002).

Construtivas: Conforme PEDRO et al. (2002), o surgimento dessas patologias está relacionado na etapa de execução da obra, e tem ocorrência no emprego de mão-de-obra desqualificada, materiais não certificados e ausência de metodologia para execução dos serviços.

Adquiridas: Segundo PEDRO et al. (2002), essas patologias aparecem durante a vida útil da edificação e são causadas pela exposição ao meio em que se inserem.

Acidentais: São as patologias causadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum (PEDRO, E. G. MAIA, L. E. F. C. ROCHA, M. O. CHAVES, M. V., 2002)

As manifestações patológicas referentes às fases de planejamento, projeto, fabricação e construção surgem no período inferior a dois anos, porém durante a utilização os problemas podem aparecer depois de muitos anos. Por isso, é muito importante identificar em qual etapa surgiram os vícios construtivos, até mesmo para a atribuição de responsabilidades civis (MACHADO, 2002)

Material não inerte, o concreto armado está sujeito a alterações ao longo do tempo, em função de interações entre os elementos que o constituem (cimento, areia, brita, água e aço), com os aditivos e com agentes externos, como ácidos, bases, sais, gases, vapores e micro-organismos. “Muitas vezes, dessas interações resultam anomalias que podem comprometer o desempenho da estrutura, provocar efeitos estéticos indesejáveis ou causar desconforto psicológico nos usuários”, diz o engenheiro Élvio Piancastelli, professor da Universidade Federal de Minas Gerais.

No Brasil, as principais causas das patologias estão relacionadas à execução. A segunda maior causa são os projetos que pecam por má avaliação de cargas; erros no modelo estrutural; erros na definição da rigidez dos elementos estruturais; falta de drenagem; ausência de impermeabilização; e deficiências no detalhamento das armaduras.

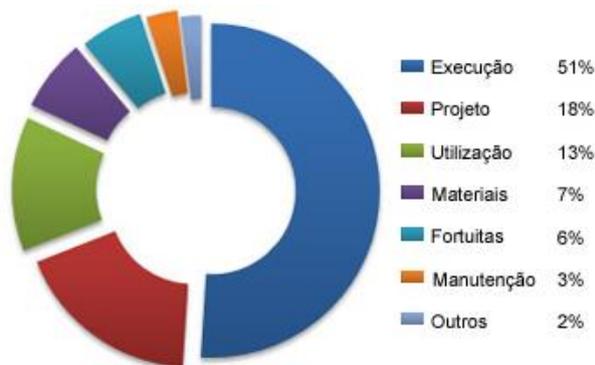
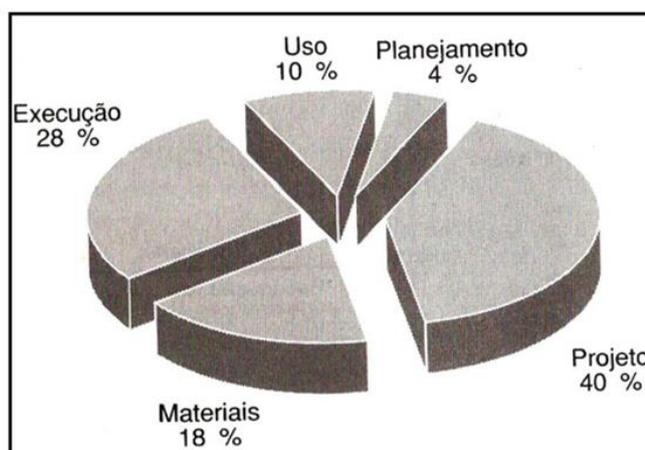


Figura 10 - Principais Causas das Patologias (Fonte <http://www.aecweb.com.br>)

HELENE e PEREIRA (2007) afirmam que os processos de construção e uso podem ser divididos em até cinco etapas, sendo elas: planejamento, projeto, fabricação de materiais e elementos fora da obra, execução propriamente dita e uso. Grande parte dos problemas tem origem nas fases de planejamento e projeto, conforme mostra a figura abaixo.



Etapas de processo de construção
Fonte: Helene (1992, p. 22)

Figura 11 - Etapas do Processo Construtivo (Fonte Helene (1992, p,22))

As falhas de planejamento e projetos são, em geral, mais graves que as falhas da qualidade dos materiais e de má execução. Por isso, recomenda-se dedicar mais tempo em fazer projetos mais detalhados e completos. Como são várias as causas que dão origem a problemas patológicos, sendo assim, tem-se o desejo de se procurar determinar qual fase tem sido responsável, ao longo dos tempos, pela maior quantidade de erros. Ou seja, o surgimento de problemas patológicos geralmente está associado a uma ou mais falhas durante a execução de um dos processos da construção. Portanto é importante que se defina qual desses processos é responsável pela maior quantidade de erros, para que sejam realizadas alterações no mesmo, a fim de evitar a incidência de novos problemas.

CAUSAS DAS PATOLOGIAS

São vários os fatores que resultam em manifestações patológicas nas construções. MACHADO (2002) descreve as principais causas:

- *Deficiência na execução dos projetos* no que se refere às cargas atuantes, montagem errada da forma e ou falta de componentes estruturais, dimensionamento incorreto das estruturas, e ainda materiais e processos com descrições inadequadas;
- *Ações térmicas internas* (gradientes térmicos originados pelo calor de hidratação) e externas (variação sazonal de temperatura) atuando nas estruturas de concreto armado;
- *Intemperismo*, tais como variação de umidade, agentes atmosféricos diversos, agressões ambientais, entre outros.
- *Utilização inadequada da construção* (alteração da destinação, acréscimo das solicitações).

Os problemas patológicos surgem em qualquer tipo de construção, tendo sua maior ênfase nas edificações, podem se manifestar das mais diversas formas. Esses problemas podem manifestar-se de forma simplificada, sendo de fácil identificação e reparo evidente. Ou podem apresentar-se também de forma complexa, requerendo uma análise individualizada. As patologias que ocorrem com maior frequência são infiltrações, manchas, bolor ou mofo, eflorescência, fissuras e trincas, corrosão da armadura, esbojamento, brocas, entre outros.

Abaixo será citado um pouco sobre os problemas, focando nos principais voltados a nosso tipo de edificação, no caso de concreto armado:

- *Infiltração*: ocorre quando a quantidade de água é maior ela pode pingar, ou até fluir resultando numa infiltração;
- *Manchas*: A água ao atravessar uma barreira fica aderente, resultando daí uma mancha;
- *Bolor ou mofo*: O termo bolor ou mofo é entendido como a colonização por diversas populações de fungos filamentosos sobre vários tipos de substrato, citando-se inclusive as argamassas inorgânicas. O termo emboloramento, de acordo com Allucci (1988) constitui-se numa “alteração observável macroscopicamente na superfície de diferentes materiais, sendo uma consequência do desenvolvimento de micro-organismos pertencentes ao grupo dos fungos”. O desenvolvimento de fungos em revestimentos internos ou de fachadas causa alteração estética de tetos e paredes, formando

manchas escuras indesejáveis em tonalidades preta, marrom e verde, ou ocasionalmente, manchas claras esbranquiçadas ou amareladas;

- *Eflorescência*: Formações salinas nas superfícies das paredes, trazidas de seu interior pela umidade. Apresenta-se com aspecto esbranquiçado à superfície da pintura ou reboco;
- *Criptoflorescência*: Formação de cristais no interior da parede ou estrutura pela ação de sais. Causam rachaduras e até a queda da parede;
- *Gelividade*: Ação da água depositada nos poros e canais capilares dos materiais que ao se congelar podem causar a desagregação dos mesmos devido ao seu aumento de volume;
- *Fissuras*: Estado em que um determinado objeto ou parte dele apresenta aberturas finas e alongadas na sua superfície. Exemplo: a aplicação de uma argamassa rica em cimento apresentou, após a cura, muitas fissuras em direções aleatórias. As fissuras são, geralmente, superficiais e não implicam, necessariamente, em diminuição da segurança de componentes estruturais.
- *Trincas*: Estado em que um determinado objeto ou parte dele se apresenta partido, separado em partes. Exemplo: a parede está trincada, isto é, está separada em duas partes. Em muitas situações a trinca é tão fina que é necessário o emprego de aparelho ou instrumento para visualizá-la. As trincas, por representar a ruptura dos elementos, podem diminuir a segurança de componentes estruturais de um edifício, de modo que mesmo que seja muito pequena e quase imperceptível deve ter a causa ou as causas minuciosamente pesquisadas.
- *Corrosão da armadura*: Pode-se definir corrosão como a interação destrutiva de um material com o ambiente, seja por reação química, ou eletroquímica. Basicamente, são dois os processos principais de corrosão que podem sofrer as armaduras de aço para concreto armado: a oxidação e a corrosão propriamente dita.
- *Esbojamento da forma*: O esbojamento é decorrente da pressão exercida pelo concreto durante o processo de concretagem da forma, na falta de elementos de travamento o concreto procura se expandir e com isso empurra as placas.
- *Brocas*: São decorrentes da desagregação dos componentes do concreto.

DIAGNÓSTICO DAS PATOLOGIAS

O que pode estar acontecendo para que o modelo apresentado antes esteja naquela situação. Vejamos abaixo alguma das possíveis causas:

1. *Trinca horizontal próxima ao teto:* pode ocorrer devido ao adensamento da argamassa de assentamento dos tijolos ou falta de amarração da parede com a viga superior;
2. *Fissuras nas paredes em direções aleatórias:* pode ser devido à falta de aderência da pintura, retração da argamassa de revestimento, retração da alvenaria ou falta de aderência da argamassa à parede;
3. *Trincas no piso:* podem ser produzidas por vibrações de motores, excesso de peso sobre a laje ou fraqueza da laje. Verificar se há trincas na parte de baixo (ver item4). Se tiver é grave. Peça o Parecer de um engenheiro de estruturas;
4. *Trincas no teto:* podem ser causadas pelo recalque da laje, falta de resistência da laje ou excesso de peso sobre a laje. Pode ser grave. Peça o Parecer de um engenheiro de estruturas;
5. *Trincas inclinadas nas paredes:* é sintoma de recalques. Um dos lados da fundação não aguentou ou não está aguentando o peso e afundou ou está afundando. Geralmente é grave. Peça o Parecer de um engenheiro de estruturas;
6. *O abaulamento do piso:* pode ser causado por recalque das estruturas, por expansão do subsolo ou colapso do revestimento. Quando causados por recalques, são acompanhados por trincas inclinadas nas paredes. Os solos muito compressíveis, com a presença da água, se expandem e empurram o piso para cima;
7. *As trincas horizontais próximas do piso:* podem ser causadas pelo recalque do baldrame ou mesmo pela subida da umidade pelas paredes, por causa do colapso ou falta de impermeabilização do baldrame;
8. *Trinca vertical na parede:* é causada, geralmente pela falta de amarração da parede com algum elemento estrutural como pilar ou outra parede que nasce naquele ponto do outro lado da parede.
9. *Esbojamento da forma:* Durante o processo de montagem do sistema SIPAC, é necessário que seja observado se todos os elementos estruturais e de

travamento estejam firmes e nos seus devidos lugares. A falta deles promove o deslocamento vertical da placa e o esbojamento da parede;

- 10. Brocas:** São decorrentes da desagregação dos componentes do concreto, podem ocorrer por vários fatores, dentre eles podemos destacar: *má dosagem do concreto*, adicionando água além do necessário; *Lançamento livre de grande altura*; *vibração excessiva do concreto*, quanto o vibrador toca nas placas ou na ferragem e por meio da vibração ocorre a segregação dos materiais; *conduites mal posicionado nas paredes da forma*, o que retém o concreto e promove a formação das brocas; *Concentração de armadura que impede a passagem da brita*; *Vazamento da pasta pela fôrma*.

De acordo com Ambrosio (2004), o concreto segregado pode ser avaliado através do estado que se encontra a superfície:

- *Superficial:* com falhas apenas na argamassa superficial do concreto, sem aparecimento de agregados graúdos;
- *Média:* com grandes falhas na superfície do concreto, com aparecimento dos agregados graúdos;
- *Profunda:* com profundas imperfeições na superfície do concreto, com desprendimento do agregado graúdo; ou sem falhas na superfície, com argamassa de cobrimento dando conformação a peça, porem contendo vazios interiores.

Ainda pela mesma autora, as anomalias do concreto segregado são geralmente constatadas com mais frequência nas seguintes regiões dos elementos estruturais:

- *Junto à base* (de pilares, paredes e elementos estruturais verticais);
- *Junto à face inferior* (de vigas, lajes e elementos estruturais horizontais);
- *Em junta de concretagem* (elementos estruturais em geral);
- *Em junta de dilatação* (elementos estruturais em geral);
- *Em junção de elementos*;
- *Concreto segregado geral*.

Entre as várias patologias já abordadas, a fissuração pode ser considerada a que mais ocorre, ou pelo menos a que chama mais atenção dos proprietários e das construtoras.

As Trincas, em geral, são ocorrências muito comuns nas casas e prédios. Surgem em função de muitas causas diferentes e são conhecidas também como Fissuras ou Rachaduras, como se fossem a mesma coisa. Entretanto, existe uma diferença conceitual entre Fissura, Trinca e Rachadura.

FISSURAS

Estado em que um determinado objeto ou parte dele apresenta aberturas finas e alongadas na sua superfície. As fissuras são, geralmente, superficiais e não implicam, necessariamente, em diminuição da segurança de componentes estruturais. Como por exemplo, quando houver a aplicação de uma argamassa rica em cimento apresentou, após a cura, muitas fissuras em direções aleatórias.

A NBR 15.575:2013 apresenta a fissura de componente estrutural como: seccionamento na superfície ou em toda seção transversal de um componente, com abertura capilar, provocado por tensões normais ou tangenciais.

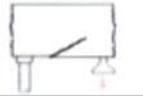
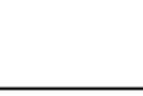
Fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas das edificações observadas em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos entre outros elementos, geralmente causadas por tensões dos materiais. Se os materiais forem solicitados com um esforço maior que sua resistência acontece a falha provocando uma abertura, e conforme sua espessura será classificada como fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha. (OLIVEIRA, ALEXANDRE MAGNO., 2012)

As fissuras podem ser classificadas como ativas (variação da abertura em função de movimentações hidrotérmicas ou outras) ou passivas (abertura constante), ou seja, para a especificação de um correto tratamento, é de vital importância que se verifique se a fissura analisada é ativa (viva ou instável) ou inativa (morta ou estável). São chamadas de ativas, as fissuras que apresentam variação de abertura, e de inativas aquelas em que tal variação não ocorre. Tal verificação é feita, geralmente, através da utilização de “selos” rígidos, que são gesso ou plaquetas de vidro coladas, que se rompem caso a fissura apresente variação de abertura, ou através

da medição direta (fissurômetro) dessa variação. (PIANCASTELLI, ÉLVIO M., 1997)

A sua posição em relação à peça estrutural, a abertura, a direção, e sua forma de evolução (com relação à direção e à abertura), dão indicações das causas prováveis. Há que se destacar que fissuras são também ocorrências inerentes ao concreto armado, visto que as seções são dimensionadas nos Estádios II (seção fissurada) ou Estádios III (ruptura), não sendo, portanto, sempre, manifestação patológica. (PIANCASTELLI, ÉLVIO M., 1997)

Ambrosio (2004) traz algumas origens de fissuras em estruturas, com explicações sobre os tipos de fissuras e suas configurações:

TIPO DE FISSURA	PEÇAS MAIS SUJEITAS	CONFIGURAÇÃO TÍPICA	EXEMPLO
Recalque Diferencial da fundação	Paredes / Vigas	→ Inclinação, se afastamento da região que menos recalçou; → Abertura variável.	
Cisalhamento	Qualquer elemento	→ Mais inclinadas junto ao apoio, verticalizando-se em direção ao meio do vão; → Abertura variável, desaparecendo ao atingir a região comprimida da peça.	
Flexão	Qualquer elemento; Lajes, junto aos cantos.	→ Mais concentradas junto às regiões de máximo momento fletor e aumento gradativamente o espaçamento, ao se afastarem dessa região; → Abertura variável, desaparecendo ao atingirem a região comprimida; → Diagonal, formando um triângulo aproximadamente isósceles com os cantos.	
Torção	Peças lineares, com cargas não coincidentes com seu eixo longitudinal.	→ Em forma de hélice ao longo do eixo longitudinal	
Tração	Qualquer elemento tracionado longitudinalmente	→ Perpendiculares à direção da carga de tração, seccionando a seção transversal; → Mais fechadas junto as armaduras.	
Tração	Peças de suporte	→ Perpendiculares à direção da reação de apoio das peças apoiadas indiretamente.	
TIPO DE FISSURA	PEÇAS MAIS SUJEITAS	CONFIGURAÇÃO TÍPICA	EXEMPLO
Punção	Lajes / Sapatas / Paredes, com cargas perpendiculares a seu plano	→ Tronco-cônicas, contornando a carga concentrada, em forma de "tela de aranha", em planta	
Fendilhamento	Qualquer peça protendida junto as ancoragens / Pilares / Paredes com cargas concentradas aplicadas segundo seu plano	→ Paralelas à direção de aplicação da carga; → Abertura variável, mais abertas aproximadamente à metade da maior dimensão da seção transversal da peça, a partir da face carregada.	

Fonte: Ambrosio, 2004

Figura 12 - Origens de Fissuras em Estruturas (Fonte Ambrosio 2004)

TRINCAS

Estado em que um determinado objeto ou parte dele se apresenta partido, separado em partes. As trincas, por representar a ruptura dos elementos, podem diminuir a segurança de componentes estruturais de um edifício, de modo que mesmo que seja quase imperceptível deve ter as causas minuciosamente pesquisadas. Como por exemplo, A parede está trincada, isto é, está separada em duas partes. Em muitas situações a trinca é tão fina que é necessário o emprego de aparelho ou instrumento para visualizá-la.

De acordo com a NBR 9575:2003, as trincas são aberturas ocasionadas por ruptura de um material ou componente com abertura superior a 0,5 mm e inferior a 1,0 mm.

A NBR 15.575:2013 apresenta as trincas como: expressão coloquial qualitativa aplicável a fissuras com abertura maior ou igual a 0,6mm.

As trincas são muito mais perigosas do que as fissuras, pois apresentam ruptura dos elementos, como no caso mencionado da parede, e assim podem afetar a segurança dos componentes da estrutura de sua casa ou prédio

RACHADURAS

Estado em que um determinado objeto ou parte dele apresenta uma abertura de tal tamanho que ocasiona interferências indesejáveis. São muito comuns, mas isto não significa que são normais. Portanto não devem ser aceitas passivamente. Muitas vezes são bem pequenas, quase invisíveis, mas podem ser sintomas de algo muito grave que está acontecendo com a estrutura do seu prédio. Como por exemplo, pela rachadura da parede entra vento e água da chuva. As rachaduras, por proporcionar a manifestação de diversos tipos de interferências, devem ser analisadas caso a caso e serem tratadas antes do seu fechamento. Portanto, apresentam aberturas mais pronunciadas, da ordem acima de 5,0 mm.

CORROSÃO DA ARMADURA

Segundo Helene (2002) define a corrosão das armaduras de concreto como um fenômeno de natureza eletroquímica que pode ser acelerado pela presença de agentes químicos externos ou internos ao concreto.

Segundo (CASCUDO, 1997) no concreto armado, o aço encontra-se no interior de um meio altamente alcalino no qual estaria protegido do processo de corrosão devido à presença de uma película protetora de caráter passivo.

Segundo (CÁNOVAS, 1988). Ao produzir-se por efeito da corrosão óxido expansivo, com aumento de volume de aproximadamente oito a dez vezes do volume original, criam-se fortes tensões no concreto, que levam a que este se rompa por tração, apresentando fissuras que seguem as linhas das armaduras principais e, inclusive, dos estribos, se a corrosão foi muito intensa. (MIOTTO, DANIELA., 2010)

Os danos causados pela corrosão de armadura geralmente são manifestados por fissuras no concreto paralelas à direção da armadura, delimitando e ou desprendendo o recobrimento. Em componentes estruturais que apresentam uma elevada quantidade de umidade, os primeiros sintomas de corrosão evidenciam-se por meio de manchas de óxido nas superfícies do concreto. (MIOTTO, DANIELA., 2010)

LEVANTAMENTO DAS PATOLOGIAS

Com o andamento parcial da obra, já pude observaram algumas não conformidades em relação ao sistema construtivo, tais oriundas de natureza patológica, assim como outras de interferências na execução. Sendo listadas a seguir.

- *Marcas de desformas nos painéis: É notório as marcas de juntas entre painéis no acabamento pós desforma e principalmente entre pavimentos, onde os desaprumos se dão de forma mais acentuada, tal desnível pode ser causa de futuras fissuras advindas das concentrações de tensão ao longo da parede estrutural.*

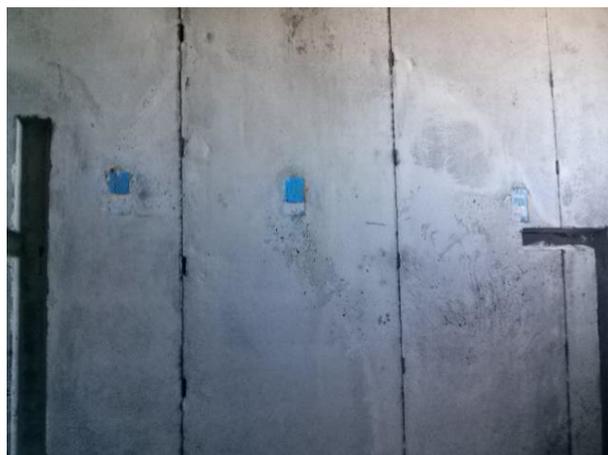


Figura 13 - Marcas da desforma (Fonte do autor)

- *Trincas de “bigode” nos vértices dos vãos de janela:* Um local muito susceptível a trincas são as regiões de vergas e contravergas, como no sistema em questão estes elementos são ausentes, tem-se a necessidade de reforços no perímetro dos vãos para janelas e portas. Sob o suporte da NBR 16055, que prevê apenas os reforços perimetrais, entretanto, na obra foram observadas acentuadas fissuras diagonais a partir dos vértices inferiores dos vãos de janelas, fissuras aparentes inclusive na face externa para a fachada. Em consequência disso, nota-se a necessidade de reforço adicional, estes são armaduras a que não estavam previstos em projeto, a fim de que essas manifestações patológicas sejam solucionadas. De acordo com

referências normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR16055, as armaduras de reforço ao redor das aberturas devem ser distribuídas em faixas com dimensões de e devem ter como comprimento mínimo, além da abertura, o maior valor entre a_v e l_b , onde l_b é o comprimento de ancoragem, dado em metros (m). Além do que a NBR 16055 solicita, a empresa reforçou todos os vãos de janelas, portas, ar condicionado e transpassou duas barras de aço por toda a extensão da estrutura.

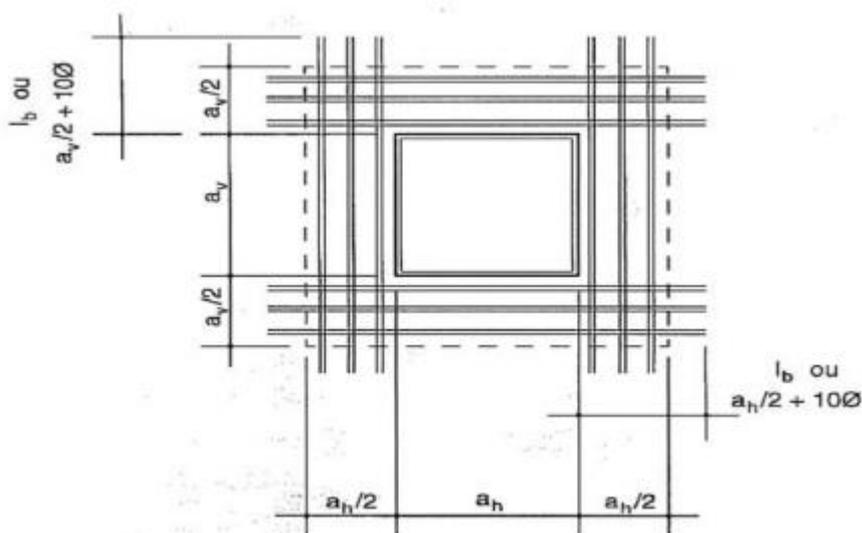


Figura 14 - Esquema das armaduras de reforço (Fonte NBR 16055 (2012))

- *Adensamento inadequado do concreto:* Nos locais onde o espaço para a passagem do concreto era restrito, região próxima aos vãos de ar condicionado e vão inferiores das janelas, muitas das vezes não era possível se ter um preenchimento completo das formas, onde armaduras ficaram expostas e ocorreram-se pequenas descontinuidades na concretagem das paredes, além de nichos em alguns locais. Para isso, foi necessária a adequação ao traço, que por sua vez se tornou mais fluido, sem perder a trabalhabilidade, com isso, preenchendo todos os locais que antes não eram alcançados com o adensamento. E foi adicionada fibra ao concreto para melhorar sua homogeneidade. E nos locais foi recolocado a forma preenchido novamente com grauth.



Figura 15 - Adensamento inadequado do concreto (Fonte do autor)

- *Segregação do concreto*: Observou-se que em boa parte das paredes executadas ocorreram casos de bolsões de materiais aparentes. Pressupõe-se ter como origem a segregação, pelo fato de que os agregados ficaram visíveis e nitidamente dispersos do concreto. Analisando que o concreto utilizado no estudo de caso é do tipo bombeado, *slump* 22+-3cm, sendo relativamente menos fluido e trabalhável em relação ao autoadensável. Outro ponto importante a ser citado é a plasticidade do concreto em questão, deve-se utilizar um material com boa coesão para evitar esses modelos de fissuração, obtendo uma mistura mais homogênea.



Figura 16 - Bolsões de segregação do concreto (Fonte do autor)

- *Armaduras da laje e paredes expostas:* Na realização da desforma dos painéis da laje, foi observado que as telas ficaram aparentes, os espaçadores plásticos do tipo “cadeirinha” utilizados para garantir o cobrimento necessário do elemento estrutural foram danificados, em consequência da movimentação dos operários nos processos de instalação de infra e no momento da concretagem, assim as armaduras ficaram aparentes. Considerando-se que a próxima etapa construtiva seria o revestimento em selador e massa para aplicação de textura, é essencial o devido tratamento desta não conformidade. Para a solução desse problema, foi aplicado grauth antes da aplicação do selador, e nos pontos ao entorno da patologia foi passadas duas demãos do selador.



Figura 17 - Armaduras da laje exposta (Fonte do autor)

- *Parede com excesso de desmoldante:* O excesso de desmoldante é notório, fazendo-se necessário uma otimização no processo da aplicação do produto. Para o evitar atrasos nas etapas seguintes, é essencial o lixamento da parede citada, recuperando assim, a capacidade de aderência aos revestimentos.



Figura 18 - Parede com Excesso de Desmoldante (Fonte do autor)

- *Trincas verticais oriundas de conduites nas paredes:* No empreendimento não foi encontrado nenhum tipo dessa anomalia. Em locais onde há uma elevada concentração de conduites, que geram uma diminuição de área útil do concreto, deixando o trecho em questão susceptível a trincas por retração ou acomodação do concreto, sendo assim, para esta manifestação sendo necessário ser adotado um tratamento com sela trinca. Segundo Graziano *et al.* (2013), O problema é que se a parte da retração ocorre no estado ainda plástico do concreto onde a resistência à tração é próxima de zero e por consequência a adesão entre o concreto e a armadura também são muito baixas, expondo sobremaneira a parede de concreto por não poder contar com a resistência à tração e nem com a armadura de aço.



Figura 19 - Fissura oriunda de instalação elétrica (Fonte do autor)

- *Acabamento da fachada do empreendimento: Foi observado em casos isolados que nas regiões próximas aos vãos de ar condicionado, ocorreram esbojamentos na parede. A solução para o problema foi reforçar o travamento nos pontos e a instalação de sancas de isopor para melhorar a estética do empreendimento.*



Figura 20 - Esbojamento na fachada (Fonte do autor)

- *Junta de descontinuidade na concretagem da parede: Foi presenciado que em algumas regiões, que a concretagem não se deu de uma forma*

contínua, o que ficou aparente as chamadas “juntas frias”, que demonstram a diferença dos concretos. Tal situação, além de acarretar em problemas de aderência e ligação entre as partes, faz com que a estrutura deixe de trabalhar de forma monolítica, passando então, a ter comportamentos diferentes dos quais não são previstos em projeto.



Figura 21 - Junta de descontinuidade do concreto (Fonte do autor)

- *Excessiva porosidade na superfície das paredes:* Em varios locais e várias torres foi constatato o aparecimento de porosidade excessiva na superfície das paredes, causadas certamente por algum manejo indevido na etapa de adensamento do concreto, que neste caso, foi incorporado certa quantidade de bolhas de ar. Por outro lado, não se pode descartar a verificação do tipo de desmoldante. Estas manifestações devem ser evitadas antecipadamente com o vibrador adequado para o volume de concreto, e no caso de correção, utilizar argamassa colante para o devido tratamento.



Figura 22 - Porosidade excessiva na parede (Fonte do autor)

- *“Barriga” causada pela falta das gravatas no travamento dos painéis:* A falta de compatibilização de projetos são causas relevantes de não conformidades, podendo ocorrer Patologias, projetos elétricos que não era compatível com os de modulação dos painéis, dessa forma não se previa a passagem das gravatas de travamento das formas cruzando exatamente no mesmo lugar que as caixinhas elétricas, não sendo possível a ancoragem com as gravatas neste local. Como os painéis não são chumbados à laje, no instante da concretagem, o peso do concreto fez com que os painéis desalinhassem, causando uma espécie de “barriga” na parede estrutural. Para solucionar esse problema será necessário a escarificação da área para alcançar o prumo necessário, e o tratamento com grauth, além das compatibilizações futuras.

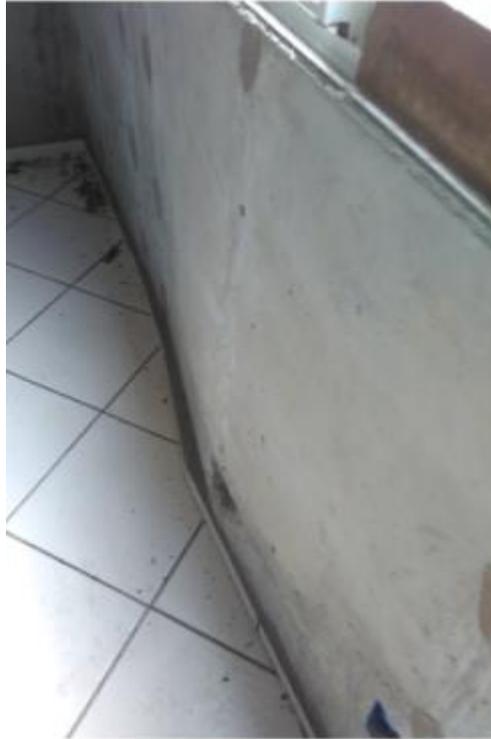


Figura 23 - “Barriga” (Fonte do autor)

- *Necessidade de reparos na instalação componentes obstruídos ou entupidos:* Após a concretagem, no momento da desforma, notou-se que alguns pontos elétricos e hidráulicos apresentavam problemas durante o processo de instalação. Na parte elétrica foi encontrado problemas com relação aos conduites, pois os mesmo se encontravam entupido. A solução adotada foi de melhorar a angulação dos conduites e de reforçar a sua fixação, evitando que o mesmo se solte e cause problemas futuros.



Figura 24 - Conduite entupido (Fonte do autor)

Quanto à parte hidráulica, foi adotado o capeamento de todos os tubos e a utilização de gabarito de madeira para ficar no entorno das tubulações hidráulicas, o mesmo era enchido com areia em sua concretagem das fundações



Figura 25 - Gabarito de madeira para pontos hidráulicos (Fonte do autor)

- *Fissura na região dos negativos:* Após a concretagem, no momento da desforma, notou-se que alguns pontos na parede hidráulica da cozinha apresentavam problemas de fissuração. A solução para o problema foi o reforço duplo com malha de aço em toda a extensão da parede hidráulica, desde o teto até o ponto de água.

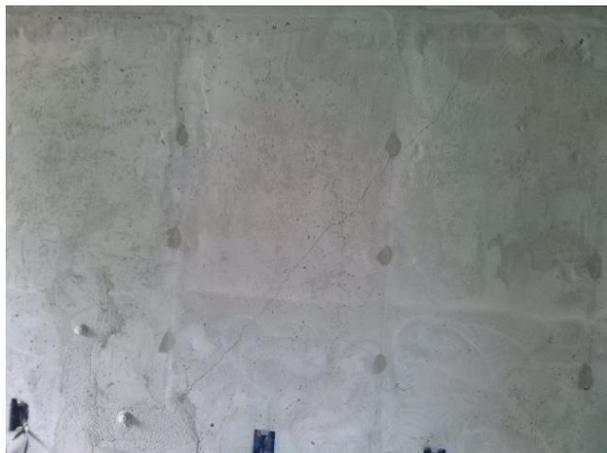


Figura 26 - Fissura a 45º do negativo do painel (Fonte do autor)

ANÁLISE DOS DADOS

Após o levantamento dos problemas é necessário fazer o estudo dos casos e a partir desses dados tomando a melhor decisão para a correção e recuperação do elemento estrutural. Dependendo do problema podemos tomar as seguintes decisões:

- *Reforço*: aumento da capacidade de resistência de um elemento estrutural ou de fundação em relação ao projeto original, devido à alteração de utilização, degradação ou falha que reduziram ou não atendem a capacidade de resistência inicial;
- *Reconstrução*: é o refazimento ou reconstrução de um elemento estrutural ou de fundação em relação ao projeto original em razão de mesmo que este recebesse uma ação corretiva, não atenderia mais ao desempenho mínimo aceitável, ou, de um custo dado que a intervenção corretiva seja maior do que o custo de sua reconstrução.

É muito importante que as patologias sejam diagnosticadas o mais precocemente possível, assim, quanto antes elas forem tratadas, menor será a perda do desempenho da edificação e mais barato será a intervenção. Além de que, as patologias comprometem a durabilidade e a consequente previsão de vida útil da edificação.

De maneira geral, costuma-se separar as considerações em dois tipos: aquelas que comprometem as condições de segurança da estrutura e aquelas chamadas de condições de serviço e funcionamento da obra, ou seja, que abrangem a higiene e estética. Envelhecimento e alterações são processos inevitáveis nas edificações, no entanto, elas devem ser projetadas e construídas de forma que mantenham sua segurança e aparência aceitável durante toda vida útil da edificação. Ou seja, deve-se providenciar as devidas manutenções, para prorrogar

ao máximo a vida útil e buscar a ausência de patologias, assim garantindo a maior segurança dos seus usuários.

A *NBR 14037/198* também tem bastante importância dentro do tema estudado, pois “determina o conteúdo a ser incluído no manual de operação, uso e manutenção de edificações, com recomendações para sua elaboração e apresentação”, tendo como objetivo orientar o proprietário e o usuário para a correta realização das atividades de manutenção. Esta norma prevê que a elaboração do manual fica a cargo do responsável pela produção da edificação.

CLASSIFICAÇÃO DOS REPAROS

Esta associado à escolha dos materiais e definição dos métodos de reparo, isto é, de terapia, que pode ser classificado em:

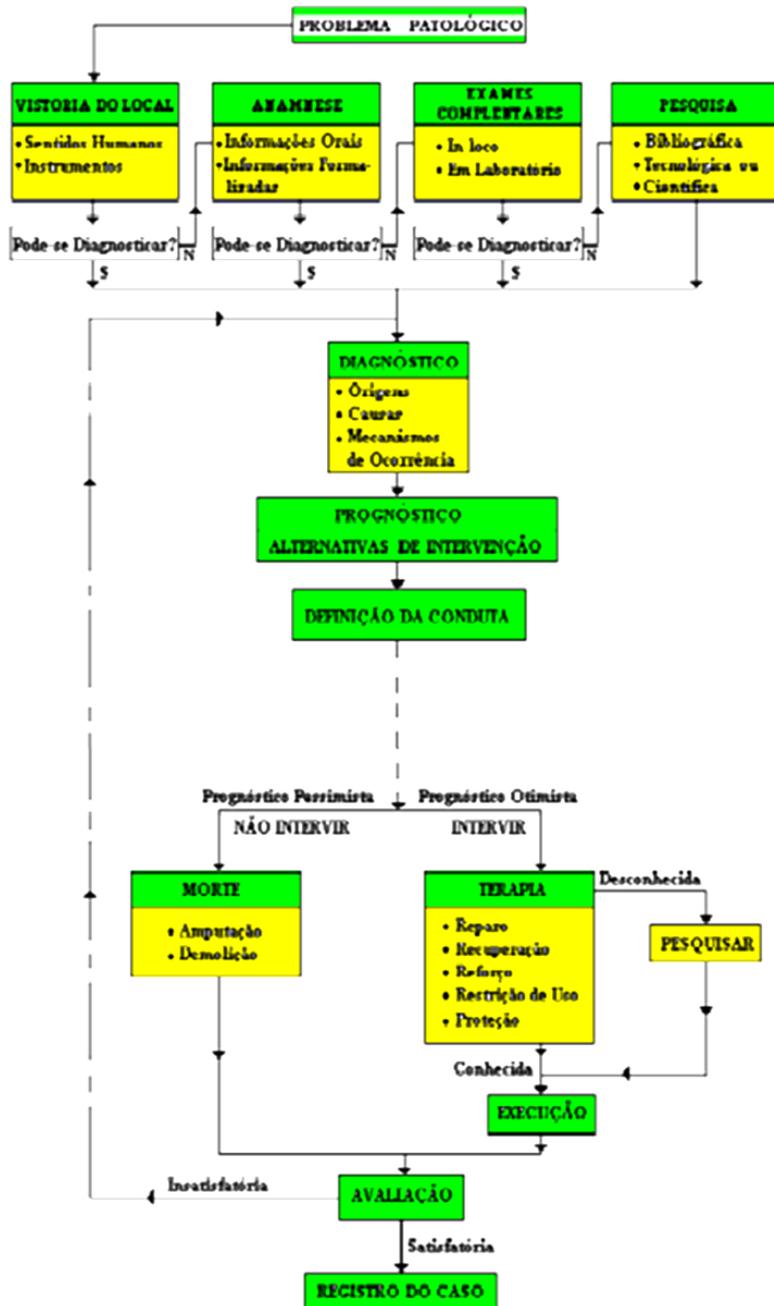
- *Reparos rasos*: São localizados ou generalizados de 5mm à 30mm de profundidade;
- *Reparos semi-profundos*: De 31mm à 60mm de profundidade;
- *Reparos profundos*: De 61mm à 300mm de profundidade;
- *Tratamento de fissuras*: Nos reparos de fissuras, deve ser determinado se elas são ativas ou inativas. As fissuras causadas por retração hidráulica, recalques estabilizados e juntas de concretagem mal executadas podem ser tratadas como inativas.

Segundo Elvio Piancastelli “Em muitos casos, devidas a esforços excessivos, principalmente se forem efetuadas intervenções de reforço, podem ser entendidas como inativas. Já as fissuras ativas funcionam como ‘juntas naturais’ da estrutura, devendo, portanto, ser tratadas como tal. As causadas por variação de temperatura são o exemplo típico”, acrescentando que a regra geral é: “se o agente causador da fissura não mais atua, ela pode ser tratada como inativa, caso contrário, como ativa”. Por outro lado, considerado apenas o aspecto de comportamento do reparo, qualquer fissura pode ser tratada como ativa.

Nos tratamento de fissuras destacam-se:

- *Reparos nas inativas*: implicam na restauração da monoliticidade do concreto. Consistem, portanto, na aplicação de produtos (adesivos) capazes de promover a aderência entre os concretos de suas duas faces. Isto pode ser feito por gravidade ou por injeção sob pressão (ar comprimido), conforme o caso.
- *Reparos nas ativas (ou inativas com monoliticidade não exigida)*: feitos por juntas de dilatação. “Para impedir a penetração de materiais que impeçam sua livre movimentação (pó, areia, brita etc.) ou que sejam deletérios ao concreto (água, óleos, fuligens etc.), as ‘novas juntas’ devem ser vedadas com mastiques ou outros materiais elásticos”;

- *Reparos especiais*: são aqueles nos quais é inviável a execução de técnicas padronizadas. Nesses casos, são empregadas combinações de técnicas, algumas delas com adaptações. Procedimentos alternativos são também utilizados;



Fluxograma de atuação para resolução de problemas patológicos segundo Lichtenstein. Fonte: Piancastelli, 1997

Figura 27 - Fluxograma Para Solucionar uma Patologia (Fonte Piancastelli, 1997)

PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

A *NBR 5674 (ANBT, 1999)* define manutenção como o conjunto de atividades a serem desempenhadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional de uma edificação e de suas partes constituintes de forma a atender as necessidades e segurança dos usuários.

Depois de concluída a execução da estrutura, cabe ao seu usuário cuidar de utilizá-la da maneira mais eficiente, com o objetivo de manter as características originais ao longo de toda a sua vida útil. A eficiência relaciona-se tanto com as atividades de uso, como, por exemplo, garantir que não sejam ultrapassados os carregamentos previstos em projeto, quanto com as atividades de manutenção, já que o desempenho da estrutura tende a diminuir ao longo da sua vida útil (ANDRADE & SILVA, 2005).

Os problemas patológicos ocasionados por ausência de manutenção ou mesmo por manutenção inadequada, têm sua origem no desconhecimento técnico, na incompetência, no desleixo e em problemas econômicos. A falta de destinação de verbas para manutenção pode vir a tornar-se fator responsável pelo aparecimento de problemas estruturais de maior gravidade, implicando em grandes gastos e, dependendo da situação, pode levar até mesmo a demolição da estrutura. (SOUZA, V. C. RIPPER, T., 1998)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do referido trabalho de conclusão de curso apresenta a origem dos problemas patológicos encontrados nas construções de concreto armado do sistema SIPAC, assim como seus sintomas, terapia, diagnósticos. Com base em análises técnico construtivas do sistema, a fim de que seja possível indicar soluções para as medidas corretivas que podem ser executadas para cada tipo de manifestações patológicas.

Em decorrência da viabilidade e velocidade de execução ocorreu uma ascensão do referido método construtivo, viu-se também que seria necessário uma adequação dos procedimentos executivos, tendo em vista que o modelo visto anteriormente segue normativos e processos específicos em sua execução. Através do acompanhamento das obras executadas foi possível montar uma metodologia construtiva para as diversas etapas do sistema, os quais fez com que o mesmo fosse visto com bons olhos e fosse aprimorado.

Com relação à qualidade, Foi apontado que o sistema SIPAC é um método viável tanto na produção quanto na qualidade, buscando redução de mão de obra e etapas de serviços. Quando comparado ao método convencional, têm-se as etapas

construtivas demandam muito tempo e mão de obra em abundância, além de que é dispensável os revestimentos com massa, como reboco em emboço, os quais demandam um bom tempo. É importante salientar que a qualidade do sistema estrutural das paredes é decorrente do fornecedor, na obra citada nesta obra foram utilizadas apenas formas da empresa SH.

Tanto na parte de montagem ou desmontagem da forma não é possível quantificar o tempo gasto para os mesmos, o que inviabiliza o cálculo de homem-hora para fins administrativos e financeiros, tendo em vista que dependerá muito da mão de obra e da especialização da mesma. Entretanto, é utilizado o processo de produção, a qual os operários ao término da montagem da forma é dispensando, esse atrativo faz com que os mesmos tentem executar o serviço cada vez mais rápido, o que acarreta em um maior tempo abito para as demais atividades que antecedem a concretagem. É de suma importância que se tenha profissionais qualificados para a regência das etapas, assim como sua conferência no pós-montagem.

E não menos importante que as demais informações apresentadas, é imprescindível que se faça uso de mais de uma norma para todas as etapas de execução, visando sempre a boa execução do serviço e evitando problemas futuros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESC. Disponível em:

<<http://abesc.org.br/tecnologias/tec-paredes-de-concreto.html>> Acesso em: 10 fev.

2016

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5674:1999:

Manutenção de Edificações – Procedimento. . Rio de Janeiro: ABNT, 1999. 6p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6118 - Projeto

de estruturas de concreto - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 221p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 14037/98:

Edificações – Conteúdo e recomendações para a elaboração e apresentação..

Rio de Janeiro: ABNT, 1998. 5p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16055

“Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos”. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 35p.

AMBROSIO, THAIS DA SILVA. Patologia, tratamento e reforço de estruturas de concreto no metro de São Paulo. 2004. 128f. Monografia (Bacharelado em Patologia, tratamento e reforço de estruturas de concreto) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2004.

ANDRADE, T.SILVA,A.J.C. EDITOR: GERALDO CECHELLA ISAIA. Patologia das Estruturas. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (Ed) Concreto: In.: Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações.. 2005. 40f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - IBRACON,, V.1, Cap. 32., São Paulo, 2005.

BENEVOLO, L. História da Arquitetura Moderna. São Paulo: Perspectiva, 1976. 395p.

CASCUDO, OSWALDO. O Controle da Corrosão de Armaduras em Concreto: Inspeção e Técnicas Eletroquímicas. São Paulo: Pini, 1997. 237p.

Comunidade da Construção. Disponível em:

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/>> Acesso em: 7 jan. 2016

Equipe de obra. Disponível em:

<<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/mapeamento-de-concretagem-220680-1.aspx>> Acesso em: 8 abr. 2016

HELENE, P. Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto NB/2001. São José dos Campos: WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES, 2001. 20p.

Mapa de Rastreabilidade. Disponível em:

<<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/mapeamento-de-concretagem-220680-1.aspx>> Acesso em: 1 dez. 2015

MACHADO, A. P. Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono. São Paulo: Pini, 2002. 271p.

MANUEL CELESTE MARCONDES, CARLOS WAGNER FERNANDES DOS SANTOS, BEATRIZ CANNABRAVA. Patologia e terapia do concreto armado. .

São Paulo: Pini,, 1988. 346p.

MIOTTO, DANIELA. Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco-PR. 2010. 63f. Monografia (Bacharelado em Especialização em Construção de Obras Publicas) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2010.

MISURELLI H.MASSUDA C. Como construir parede de concreto. 147. ed. São Paulo: Revista Técnica, 2009. 80p.

NUNES, V.Q.G. Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado. 2011. 152f. Dissertação (Mestrado em Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

OLIVEIRA, ALEXANDRE MAGNO. Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações. 2012. 96f. Monografia (Especialização em Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

Patologias das Edificações. Disponível em:

<<http://pt.slideshare.net/profNICODEMOS/patologias-1>> Acesso em: 8 jan. 2016

Patologias do Concreto. Disponível em:

<http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-do-concreto_6160_10_0> Acesso em: 1 dez. 2015

PEDRO, E. G.MAIA, L. E. F. C.ROCHA, M. O.CHAVES, M. V. Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada. 2002. 50f. Monografia (Especialização em Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias) - CECON, Belo Horizonte, 2002.

PIANCASTELLI, ÉLVIO M. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto Armado. 1997. 160f. Monografia (Bacharelado em Ed. Departamento de Estruturas da EEUFMG) - EEUFMG, Minas Gerais, 1997.

SOUZA, V. C. RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1998. 267p.

SH Formas. Disponível em: <<http://www.sh.com.br/catalogos/>> Acesso em: 7 jan.2016

SH Formas. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/caracteristicas/o-sistema/18/caracteristicas.html>> Acesso em: 1 dez. 2015

Tecnologias em Paredes de Concreto. Disponível em: <<http://www.abesc.org.br/tecnologias/tec-paredes-de-concreto.html>> Acesso em: 1 dez. 2015

VASNCONCELOS, A. C. O concreto no Brasil. São Paulo: Pini, 1992. 355p.