

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**RODRIGO BOESING
ROGÉRIO ALBERTO PHILIPPSSEN**

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ORIUNDAS DO PROCESSO
PRODUTIVO DE ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO
ARMADO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2011

RODRIGO BOESING
ROGÉRIO ALBERTO PHILIPPSEN

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ORIUNDAS DO PROCESSO
PRODUTIVO DE ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS
DE CONCRETO ARMADO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para a
conclusão do curso de Engenharia Civil
da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, Campus Pato Branco.

Orientador: Prof. Msc. Cleovir José Milani.

PATO BRANCO
2011



TERMO DE APROVAÇÃO

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ORIUNDAS DO PROCESSO PRODUTIVO DE ELEMENTOS PRÉ- MOLDADOS DE CONCRETO ARMADO

por

RODRIGO BOESING
ROGÉRIO ALBERTO PHILIPPSSEN

Aos 25 dias do mês de novembro do ano de 2011, às 16:00 horas, na Sala de Treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após argüição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco – UTFPR-PB, conforme Ata de Defesa Pública nº 008-TCC/2011.

Orientador: Prof. Msc. CLEOVIR JOSÉ MILANI (COECI / UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Dr^a. CAROLINE ANGULSKI DA LUZ (COECI / UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Msc. JAIRO TROMBETA (COECI / UTFPR-PB)

RESUMO

BOESING, Rodrigo. PHILIPPSEN, Rogério. **Manifestações Patológicas Oriundas do Processo Produtivo de Elementos Pré-Moldados de Concreto Armado.** 2011. 71 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

Este trabalho de conclusão de curso correlaciona as patologias com o processo produtivo de elementos pré-moldados de concreto que vêm sendo empregados pelas empresas que atuam na região oeste de Santa Catarina e sudoeste do Paraná. O trabalho identifica as patologias que são originadas ainda no processo de produção, investiga as causas de tais patologias e propõe medidas mitigadoras. Fundamentado em visitas técnicas, o estudo verificou como ocorre a produção dos pré-moldados, englobando itens que abrangem desde o recebimento e estocagem da matéria-prima, preparação do concreto, formas, armaduras, logística, até a expedição do produto acabado para o “consumidor”.

Palavras-Chave: Pré-moldados. Concreto Armado. Patologias. Processo de Produção.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 JUSTIFICATIVA	7
3 OBJETIVOS	8
3.1 OBJETIVO GERAL	8
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4 PRÉ-MOLDAGEM	9
4.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS	10
5 PROCESSO DE PRODUÇÃO	11
5.1 CONCRETO	13
5.1.1 Agregados e aglomerantes	14
5.1.2 Dosagem, preparo, lançamento e adensamento	16
5.1.3 Tempo de pega e cura	19
5.1.4 Aditivos	19
5.1.5 Controle tecnológico	20
5.2 ARMADURAS	21
5.3 EQUIPAMENTOS AUXILIARES DE TRANSPORTE INTERNO	22
5.4 FORMAS	23
5.4.1 Desmoldagem	24
6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	25
6.1 BOLHAS DE SUPERFÍCIE	26
6.2 MANCHAS	27
6.3 RETRAÇÃO	27
6.4 TRINCAS, FISSURAS E RACHADURAS	28
6.5 QUEBRAS	30
6.6 FALHAS DE CONCRETAGEM	30
6.7 RESISTÊNCIA	31
6.8 CORROSÃO DE ARMADURAS	32
7 METODOLOGIA	35
8 RESULTADOS	37
8.1 PROCESSO PRODUTIVO	37
8.1.1 Formas	38
8.1.2 Armadura	39

8.1.3 Agregados e aglomerante.....	40
8.1.4 Concreto.....	42
8.1.5 Transporte.....	44
8.1.6 Comparativo.....	45
8.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	47
8.2.1 Manchas.....	47
8.2.2 Trincas e fissuras.....	48
8.2.3 Bolhas superficiais.....	50
8.2.4 Falhas de acabamento e adensamento.....	52
8.2.5 Quebras.....	55
9 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	60
ANEXO A – Check List da Pesquisa.....	64

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a construção civil apresentou intenso crescimento, alavancado pelo desenvolvimento econômico vivenciado pelo país e pelos incentivos governamentais concedidos, o setor passou a ocupar uma posição de destaque na economia brasileira. Apesar disso, nos canteiros de obras espalhados pelo território nacional, ainda é comum o uso de práticas e técnicas artesanais, sem um desenvolvimento tecnológico significativo.

Associada às práticas executivas artesanais, a mão-de-obra empregada pela construção civil, costuma apresentar baixo grau de escolaridade, esta pouca especialização da mão-de-obra contribui para tornar a construção civil um setor atrasado, em que se percebe baixa produtividade, grande desperdício de materiais, retrabalhos e baixo controle de qualidade, conforme afirma Brumatti (2008).

Para Souza (2008), aliada a estes problemas, a grande rotatividade dos operários faz com que as empresas da construção civil tenham dificuldades em oferecer cursos de aperfeiçoamento aos seus funcionários, uma vez que com o mercado aquecido e com a escassez de mão-de-obra, os operários constantemente recebem ofertas atrativas.

Oliveira (2010) afirma que ao contrário do que ocorreu em outros países, os métodos de execução da construção civil no Brasil não acompanharam o desenvolvimento tecnológico. No Brasil, ao longo dos anos não se teve a preocupação em adotar processos construtivos mais racionais; a mão-de-obra até então, abundante e barata, compensava os gastos com desperdícios e processos com baixo controle.

Porém, com o aquecimento do mercado e a forte concorrência, as empresas que atuam na construção civil devem encontrar maneiras de se manter cada vez mais competitivas. Assim, a redução de custos de produção, tempos de execução, menor desperdício, otimização da mão-de-obra são quesitos que devem ser ponderados. Nesse contexto, o uso de metodologias que propiciem a industrialização da construção civil se torna uma alternativa interessante, como é o caso da aplicação de elementos pré-moldados.

Segundo a NBR 9062/1985, os elementos pré-moldados são peças executadas industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obras, sob condições rigorosas de controle de qualidade. Para Pederiva (2009), tais

elementos representam uma opção válida para racionalizar o processo de produção. Essas peças apresentam algumas características significativas, são elas: rapidez de execução, controle de qualidade, projetos de modulação e relativo nível organizacional de produção.

A racionalização conseguida com o uso de pré-moldados permite que os materiais disponíveis para a execução do empreendimento sejam mais bem aproveitados, sem, contudo, demandar profundas alterações tecnológicas, conforme Pederiva (2009).

Porém, como todo processo industrial, o padrão de qualidade na produção de pré-moldados é um quesito preponderante. Um processo produtivo inadequado pode ocasionar manifestações patológicas que irão, por sua vez, influenciar diretamente na aparência e durabilidade da estrutura, conforme afirma Moreira *et. al.* (2009).

Na região Oeste de Santa Catarina e Sudoeste do Paraná, as peças pré-fabricadas vêm sendo empregadas frequentemente nas obras. Assim, há a necessidade de se conhecer o processo de produção de tais peças identificando as falhas que podem ocorrer durante a fabricação de modo que se possa ter, uma indústria que utilize racionalmente seus recursos e ofereça um produto de qualidade para o mercado consumidor.

Desse modo, com base em visitas às empresas, o trabalho visa estudar o processo produtivo das empresas produtoras de pré-moldados localizadas no Sudoeste do Paraná e Oeste de Santa Catarina, identificando as patologias mais frequentes e os fatores que podem influenciar na ocorrência dessas patologias durante o processo de produção. Serão visitadas empresas que produzem vigas, pilares, estacas, lajes e galerias pré-fabricadas.

Com a realização da pesquisa, será possível a elaboração de medidas mitigadoras, planos de ação e procedimentos de trabalho que poderão ser empregados nas empresas visitadas, propondo intervenções na linha de produção quando necessário.

2 JUSTIFICATIVA

Com o crescente desenvolvimento da construção civil, a busca por processos construtivos mais eficientes passou a ser uma questão primordial. A forte concorrência faz com que as empresas que atuam no setor busquem novas formas e métodos construtivos, com processo modulado, de maior industrialização, como é o caso dos pré-moldados em concreto armado.

No Brasil, os pré-moldados de concreto armado vêm sendo amplamente difundidos, englobando: postes, vigas, pilares, estacas, lajes, entre outros. Não são raras as edificações comerciais e residenciais que são construídas através deste método. Mais especificamente na região Sudoeste do Paraná e Oeste de Santa Catarina, apesar de produzirem peças pré-moldadas, na grande maioria das empresas, o processo de produção é realizado de modo artesanal, sem procedimentos claramente definidos. Assim, comumente vê-se peças de concreto pré-moldado com baixa qualidade sendo empregadas, o que justifica a relevância deste trabalho.

Para que um padrão de qualidade satisfatório seja atingido, capaz de atender a demanda existente, é importante um controle rigoroso durante o processo produtivo das peças e a verificação de manifestações patológicas oriundas deste processo, a fim de minimizá-las ou saná-las, de modo a atestar a funcionalidade, estética e estabilidade dos elementos.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Identificação da influência do processo produtivo na geração de manifestações patológicas nas peças pré-fabricadas e apresentação de sugestões de melhorias no processo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o processo de produção das peças pré-fabricadas de concreto armado.
- Identificar manifestações patológicas oriundas do processo produtivo.
- Propor medidas mitigadoras para as patologias identificadas.

4 PRÉ-MOLDAGEM

O processo de pré-moldagem pode ser entendido como uma metodologia de construção, na qual a obra como um todo ou parte dela, é moldada fora de seu local de utilização. Segundo Brumatti (2008), a utilização das estruturas em concreto pré-moldado apresentam características benéficas à obra, são elas: diminuição do desperdício de material e a otimização da execução de estruturas em concreto.

Para El Debs (2000), a construção civil brasileira vem sendo considerada como uma indústria atrasada quando comparada a outros setores industriais. Tal fato é oriundo da baixa produtividade, do grande desperdício de materiais, morosidade e baixo controle de qualidade das edificações. Mansell *et. al.* (2010) concorda e afirma que a construção civil brasileira é resultado da mixagem entre subdesenvolvimento e desenvolvimento, apresentando técnicas avançadas ao lado de procedimentos artesanais, fundamentados na tradição e no conservadorismo.

Nesse contexto, estimulados pela forte concorrência no setor de edificações e necessidade de racionalização, o concreto pré-moldado se transformou em uma forte alternativa para o desenvolvimento da construção, que na atual conjuntura, vem tendo forte demanda, conforme Mansell *et. al.* (2010). Khalil (2000) completa, alegando que a utilização do concreto pré-moldado pode se dar no sentido de redução do custo das estruturas de concreto, formas e cimbramento. Além disso, aplicação de elementos pré-moldados pode contribuir com o desenvolvimento tecnológico do setor, demandando maior oferta de equipamentos, valorização da mão-de-obra e maior controle de qualidade dos produtos.

Para Moreira *et. al.* (2009), a agilidade na construção, o uso de novas tecnologias são as exigências do mercado. Aliados a isso, a necessidade de reduzir custos, prazos de execução, aumentar a margem de lucro, além de produzir peças com qualidade e bom acabamento são os requisitos primordiais para que as empresas possam se tornar competitivas e sobreviver no mercado. Nesse contexto, começaram a ser implantadas as indústrias de pré-moldados. Assim como todo processo de produção, os elementos pré-moldados de concreto também devem ser produzidos com qualidade e sem qualquer patologia que comprometa a estética e a estabilidade da estrutura acabada.

As patologias podem causar danos de durabilidade e resistência mecânica, desde a peça recém-produzida até após alguns anos de seu uso. Moreira *et. al.*

(2009) afirma que para a identificação dessas manifestações patológicas no concreto pré-moldado, é preciso determinar as possíveis causas que podem ser oriundas de planejamento, projeto, materiais utilizados, processo de produção, transporte e estocagem.

4.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE PRÉ-MOLDADOS

A utilização das peças pré-moldadas de concreto possui algumas vantagens significativas em relação ao procedimento convencional. Neto *et. al.* (2010), afirma que uma das mais significativas vantagens é a maior rapidez de execução da edificação, e por conseqüência, cumprimento de cronogramas. Ainda segundo o autor, podem-se ter outras vantagens, como por exemplo: melhor organização e limpeza do canteiro de obras, redução no desperdício de materiais, etc.

Entretanto, fatores como transporte, carga e descarga dos elementos, içamento, correto posicionamento e forma de fixação dos elementos devem ser estudados quando da decisão de se utilizar elementos pré-moldados, conforme Neto *et al.* (2010). Para Migliore *et. al.* (2008), a grande desvantagem dos pré-moldados está nos quesitos transporte e armazenagem. As peças geralmente possuem grandes dimensões e peso elevado, requerendo equipamentos especiais de transporte, grande área no caso de estocagem, além de custos com frete e guindastes que podem inviabilizar este tipo de processo construtivo. Na Tabela 1, tem-se um comparativo entre as vantagens e desvantagens do uso de pré-moldados.

Tabela 1 – Vantagens e Desvantagens do Uso de Pré-Moldados

Vantagens	Desvantagens
Melhoria da qualidade dos trabalhos.	Problema na resolução de juntas entre as peças.
Facilidade de realizar controle de qualidade.	Equipamentos especiais para transporte e montagem.
Possibilidade de evitar juntas de concretagem.	Necessidade de superdimensionar as peças, em virtude do transporte.
Organização do canteiro de obras.	Elevado custo com transporte.
Redução de desperdício de materiais.	
Economia de tempo.	
Padronização	

FONTE: Brumatti (2008) e El Debs (2000).

Segundo El Debs (2000), os pré-moldados em concreto armado também possuem grande vantagem em regiões e países de clima frio, nos quais por longos períodos durante o ano, têm-se dificuldades na execução do concreto moldado no local.

5 PROCESSO DE PRODUÇÃO

No caso de pré-moldados na indústria, a produção engloba desde a armazenagem dos insumos (brita, areia, aço, cimento) até a execução do elemento, incluindo produção do concreto, preparo da armadura, cura da peça, transporte e estocagem dos elementos.

A execução das peças pode ser subdividida em três fases, segundo El Debs (2000). São elas: atividades preliminares, execução das peças e atividades posteriores. De modo simplificado, tem-se o processo produtivo esquematizado na Fig. 1.

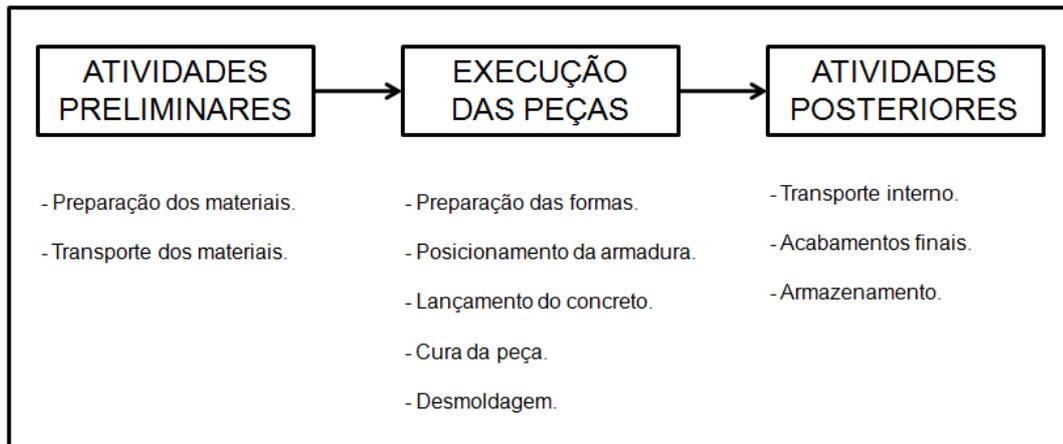


Figura 1 – Processo de produção dos pré-moldados. FONTE: El Debs (2000)

Nas atividades preliminares estão inclusos a preparação e transporte dos materiais, com estocagem das matérias-primas, dosagem, elaboração do concreto, preparo e montagem da armadura.

Na execução das peças: limpeza das formas, aplicação do desmoldante, posicionamento das armaduras, lançamento do concreto, cura e desmoldagem. As atividades posteriores envolvem o transporte interno (da desmoldagem até a área de estocagem), acabamentos finais (inspeção, maquiagem) e armazenamento antes da expedição para o canteiro de obras.

Após a desmoldagem, em geral, as peças são levadas para a área de estocagem. O armazenamento das peças é importante para que a peça adquira a resistência de projeto.

Conforme El Debs 2000, o processo executivo dos pré-moldados pode ser realizado de maneiras distintas: forma estacionária; forma móvel (carrossel); pista de concretagem. No procedimento por formas estacionárias, que é o mais usual, as etapas produtivas são executadas ao entorno das formas, que permanecem imóveis durante todo o processo, enquanto que as equipes de trabalho movimentam-se ao entorno das formas. O processo por forma móvel, ao contrário das formas estacionárias, se caracteriza pela movimentação da forma, na qual as atividades de produção são executadas por equipes de trabalhos em postos imóveis. Na execução por pista de concretagem, as peças pré-moldadas são executadas em linha de produção contínua ou descontínua. Geralmente tal procedimento é adotado no emprego de elementos protendidos. A escolha do processo executivo depende dentre outros quesitos, da demanda da empresa, da disponibilidade de recursos, da

especialização da mão de obra. Deve-se salientar que, ainda segundo o autor, os processos de execução que teoricamente possibilitam maior produtividade são a pista de concretagem e a forma móvel.

5.1 CONCRETO

Basicamente, o concreto pode ser entendido como uma mistura de água, cimento e agregados inertes com partículas de granulometria graúda e miúda. Ao serem misturados, a água e o cimento formam uma pasta que com o decorrer do tempo perde sua plasticidade aderindo-se aos agregados e adquirindo resistência mecânica, prevalecendo no caso do concreto, à resistência a compressão simples, conforme Araujo *et. al.* (2011).

A ligação da pasta com os agregados forma um material resistente e homogêneo. Para Giammusso (1992), a qualidade e resistência desse material dependem basicamente de três fatores, são eles: resistência e qualidade dos agregados; coesão da pasta; aderência entre a pasta e os agregados. Dentre estes, o autor destaca a importância da relação água/cimento da pasta; quanto maior a quantidade de cimento em relação à água adicionada, maiores serão a coesão e a aderência, possibilitando então, a confecção de um concreto de qualidade. Helene *et. al.*(1995), ressalta que o concreto ou um elemento de construção adequado ao uso, deve ter como características básicas: resistência estrutural; baixo custo e preço acessível.

No estado fresco, instantes após a mistura dos materiais, o concreto possui características de trabalhabilidade que permitem com que seja lançado nas formas, preenchendo os espaços, eliminando vazios e obtendo-se um elemento homogêneo, conforme Giammusso (1992). Para o autor, a existência de vazios pode acarretar em prejuízos estéticos e principalmente afetar significativamente a resistência. Conforme Barbosa (2011), conhecer bem as características do concreto no estado fresco é muito importante. Para a autora, concretos endurecidos de boa qualidade dependem dos cuidados tomados na fase plástica, já que as deficiências geradas nesta etapa prejudicarão a integridade da peça acabada por toda sua vida útil.

No estado endurecido, Helene *et. al.* (1995), destaca que a resistência à compressão é a propriedade do concreto comumente adotada para o dimensionamento de peças estruturais. A resistência do concreto está intimamente

relacionada com o tipo de cimento a ser utilizado, com a relação a/c (água:cimento), idade, temperatura, tamanho máximo do agregado.

Para Giammusso (1992), a influência do cimento se dá desde o valor final da resistência até mesmo na sua evolução ao longo do tempo, de acordo com suas adições. Já a relação a/c, tem influência direta no número de vazios; quanto maior a relação a/c, maior número de vazios será originado, tendendo a diminuir a resistência do concreto. A relação a/c tem influência direta também na consistência da mistura. Com o aumento da quantidade de água, a mistura se torna mais trabalhável. Porém, o autor destaca que a quantidade de água a ser adicionada depende das dimensões do agregado. Do modo geral, aumentando-se a dimensão dos agregados, diminui-se a área superficial e por conseqüência a demanda de água para uma mesma consistência.

A idade da peça de concreto também é um fator determinante na resistência do concreto. Segundo Araujo *et. al.* (2011), sua influência se dá conforme a evolução da idade do concreto. Com o passar do tempo, o concreto endurecido vai aumentando a resistência a esforços mecânicos. Aos 28 dias, o concreto já atingiu de 75 a 90% de sua resistência de projeto.

Para Helene *et. al.* (1995), como o concreto é originado a partir da mistura de cimento, agregados miúdos e graúdos, água e aditivos, é plausível considerar o comportamento do concreto dependente dessa composição e das características de todos seus constituintes.

5.1.1 Agregados e aglomerantes

Para Giammusso (1992), os agregados podem ser entendidos como sendo um componente inerte quimicamente, que tem o papel de enchimento e de material resistente, com partículas que serão unidas entre si através da pasta de cimento. Essa pasta de cimento deve envolver todas as partículas de agregado e preencher os vazios entre elas.

Os agregados constituintes do concreto são classificados segundo sua granulometria e são subdivididos em: miúdo e graúdo. Agregados miúdos são aqueles passantes na malha da peneira com abertura de 4.8mm (areias) e os agregados graúdos, por sua vez, são os que ficam retidos nesta peneira (britas).

As propriedades dos agregados físicas e químicas são importantes para a vida das estruturas na qual serão empregados, conforme Valverde (2001).

Conforme Giammusso (1992), os agregados devem possuir resistência equivalente ou maior ao concreto que será produzido. Geralmente, os minerais formados do agregado podem possuir porosidade. Essa característica do agregado deve ser conhecida, pois quando seco o agregado pode absorver água do concreto interferindo na trabalhabilidade do mesmo. Quanto à forma e textura, o agregado pode possuir textura lisa ou áspera. Comumente, os grãos mais lisos exigem menos pasta de cimento para que sejam envolvidos, mas segundo o autor a resistência obtida é menor, pois a aspereza aumenta a aderência entre a pasta e o agregado.

Segundo Moreira *et al.* (2009), para a execução de peças pré-fabricadas geralmente são utilizados três tipos de brita: 0, 1 e 2. Atualmente, existe um predomínio da brita 1, que inclusive, é utilizada sozinha na maioria dos casos. Segundo o autor, isso se deve ao fato de que a brita 1 passa entre a armadura em uma grande gama de casos. A brita 0 e a brita 2 quando são utilizadas, geralmente são misturadas com a brita 1; no caso da brita 0, em virtude de sua granulometria, há a necessidade de uma grande quantidade para preencher as formas e demanda uma maior quantidade de água; a brita 2, no entanto, preenche melhor o volume da forma mas deixa um maior número de vazios, conforme Moreira *et al.* (2009).

Para Helene *et al.* (1995), é fundamental conhecer a origem dos agregados, pois embora tidos como inertes, possuem características físicas e químicas que podem intervir no comportamento do concreto.

Como aglomerante, no caso de elementos de concreto armado, usa-se comumente o cimento portland. De acordo com Giammusso (1992), o cimento é um produto constituído essencialmente por silicatos e aluminatos de cálcio, que ao serem hidratados, agem como uma cola que une as partículas de agregado entre si.

Para aprimorar ou obter certas propriedades no cimento e no concreto, são adicionados materiais ao cimento. Conforme a Associação Brasileira do Cimento Portland - ABCP (2011) são adicionados escória de alto-forno, pozolanas e filler calcário. Exceto o filler calcário, as demais adições são ativas, pois participam diretamente na hidratação do cimento. Em virtude dessas adições, comercialmente tem-se os cimentos: CII – E, CII – F, CII – Z, CIII, CP-IV, CP V-ARI. Dentre estes os mais recomendados para elementos pré-fabricados e artefatos de cimento são o CP V-ARI, CII – Z, CII – F por apresentarem resistências iniciais elevadas.

Moreira *et. al.* (2009), ressalta que no caso de o elemento pré-moldado ser exposto a um ambiente agressivo quimicamente, recomenda-se o uso do cimento CP-IV. Este tipo de cimento tem como característica resistência a ambientes agressivos e ao ataque da estrutura de concreto. Todavia, o autor ressalta que o uso do CP-IV prejudica a rápida desmoldagem das peças, e muitas vezes é necessário aumentar o consumo do aglomerante.

Quanto à estocagem deste material, Associação Brasileira do Cimento Portland (2011) diz que os sacos de cimento devem ser armazenados em um depósito, protegidos das intempéries. As pilhas não devem possuir mais de 10 sacos. Os sacos devem ser colocados sobre estrados de madeira ou material equivalente para que não fiquem em contato direto com o solo.

5.1.2 Dosagem, preparo, lançamento e adensamento

Atualmente, existe uma grande gama de métodos e conceitos de dosagem de concreto. Para Helene *et. al.* (1993), geralmente tem-se o conceito de que todo mestre de obra ou pedreiro experiente tem o embasamento para a preparação de um concreto de qualidade, sendo um tema pouco considerado pela grande maioria dos engenheiros de obra. Todavia, devido à grande diversidade de materiais que podem ser encontrados no nosso país, esse é um conceito equivocado. Procedimentos de dosagem bem executados, podem possibilitar redução no consumo de cimento, além de propiciar ganhos de resistência. Conforme Helene *et. al.* (1993), metodologias bem definidas, são fundamentais para a qualidade dos concretos.

Para a dosagem do concreto, a caracterização dos agregados tem grande influência, conforme mencionado anteriormente. Determinar o tipo de cimento também é fundamental. De acordo com Helene *et. al.* (1993), a finura do cimento é um quesito limitante na velocidade de hidratação. Um aglomerante mais fino, melhora a resistência inicial, aumenta a permeabilidade, trabalhabilidade e coesão do concreto. Entretanto, observa-se maior liberação de calor, ficando o concreto mais susceptível à fissuração. Outra questão que deve ser analisada está no uso de aditivos. Existe uma grande diversidade, ponderando-se seu uso, essencialmente entre o custo do concreto com aditivo e o custo do concreto sem aditivo.

Para Helene *et. al.* (1993), a relação a/c é o parâmetro mais importante do concreto estrutural. Determinados os agregados, possíveis adições e o cimento a ser utilizado, é a relação a/c que determinará a resistência e a trabalhabilidade do concreto. Todavia, tal resistência deve obedecer às condições estabelecidas no projeto estrutural.

Helene *et. al.* (1993) destaca que um concreto mais econômico é aquele que possui maior dimensão de seus agregados graúdos, pois menor será o consumo de cimento. Para a escolha da dimensão do agregado graúdo, o autor recomenda:

- $D_{MÁX} \leq 1/3$ da espessura da laje.
- $D_{MÁX} \leq 1/4$ da distância entre faces das formas.
- $D_{MÁX} \leq 0,8$ do espaçamento entre armaduras longitudinais.
- $D_{MÁX} \leq 1,2$ do espaçamento ente armaduras transversais.
- $D_{MÁX} \leq 1/4$ do diâmetro da tubulação de bombeamento do concreto.

De acordo com o procedimento e controle na produção do concreto, Helene *et. al.* (1993), destaca que a resistência característica de projeto (f_{ck}) deve ser majorada segundo um desvio padrão de dosagem. Na produção do concreto, quando se tem medição em massa do material e controle de umidade da areia, o desvio padrão de dosagem a ser adotado é igual a 3MPa. Quando se tem medição dos agregados por volume e controle de umidade da areia, o desvio padrão deverá ser igual a 4MPa. E quando a dosagem for realizada sem controle de umidade e os agregados medidos por volume, o desvio padrão deverá ser igual a 5,5MPa.

Para preparação do concreto, Giammusso (1992) alerta que a água de amassamento deve ser potável, livre de contaminação de reservatórios ou curso d'água, isenta de açúcares, ácidos, sulfatos e outras substâncias que podem provocar a corrosão das armaduras. No processo de mistura do concreto, afirma que a ordem de colocação dos materiais no equipamento pode influenciar diretamente na resistência do concreto. Primeiramente, deve-se colocar a brita com a água, pois contribui para a limpeza do interior da betoneira, removendo restos de concreto. Na seqüência, deve-se colocar o cimento para se ter a formação de uma pasta com bom envolvimento do agregado graúdo. Por fim, adiciona-se o agregado miúdo, tendo-se o envolvimento das partículas e a finalização da mistura.

Na concretagem, quando liberado, o concreto poderá ser bombeado ou transportado por carrinhos de mão ou jericas. Antes do lançamento propriamente dito, Barros *et. al.* (1998) recomenda que a trabalhabilidade seja conferida por meio do Slump Test. Conferido o slump, o lançamento do concreto deve ser executado em camadas, sendo cada camada vibrada adequadamente para que sejam eliminados os vazios e se evite a segregação dos materiais constituintes.

El Debs (2000) destaca que o adensamento na concretagem de peças pré-moldadas, é uma atividade de grande importância, uma vez que irá influenciar diretamente da qualidade da peça e na produtividade do processo. No caso de pré-moldados, devido ao transporte das peças, é comum que as resistências sejam superiores às praticadas em elementos estruturais moldados in loco. Assim, os concretos possuem baixa relação a/c e, portanto são menos trabalháveis o que torna necessário um cuidado maior na hora de se executar o adensamento.

Na grande maioria das empresas, o processo de adensamento se dá por vibração. De acordo com El Debs (2000), a vibração pode ser interna ou externa. A vibração interna é realizada com o uso de vibradores do tipo agulha. Na vibração externa, o adensamento é realizado com vibradores de forma, mesas vibratórias ou vibração superficial. Os vibradores de forma são fixados no caso de peças de pequenas dimensões ou percorrem a forma na medida em que o concreto é lançado. Nas mesas vibratórias, os vibradores são ligados a uma mesa com suportes elásticos que vibram os moldes colocados nela. A vibração superficial se dá a partir de um vibrador de placa; esse tipo de vibração se restringe a peças com pequenas espessuras devido à capacidade de vibração.

Comumente nas peças de concreto pode-se observar o adensamento executado de modo inadequado. Como forma de solucionar este problema, foi desenvolvido um novo tipo de concreto mais fluido, capaz de preencher completamente as formas agindo somente em virtude de seu peso próprio sendo desnecessária a vibração; conforme Alencar (2008), esse tipo de concreto recebe o nome de concreto auto-adensável. Ainda segundo o autor, alguns parâmetros foram estabelecidos para que o concreto fosse classificado como concreto auto-adensável (CAA): 1) capacidade de preencher completamente as formas; 2) capacidade de atravessar pequenas aberturas como espaçamentos entre barras de aço; 3) capacidade de permanecer uniforme e coeso durante todo o processo de transporte e lançamento.

Para Alencar (2008), nas empresas de pré-moldados o CAA tem se tornado cada vez mais difundido. Esse fato pode ser explicado em virtude de uma série de melhorias que o CAA apresenta em sua aplicação quando comparado ao convencional; são elas: propriedade auto-nivelante; diminui a necessidade de desempenho; superfícies uniformes e sem imperfeições; eliminação de bolhas de ar e falhas de concretagem.

5.1.3 Tempo de pega e cura

Na produção dos elementos pré-moldados, a rápida liberação das formas para a concretagem de novas peças é primordial para a produtividade da empresa. Nesse contexto, El Debs (2000) destaca que para acelerar o fim de pega do concreto, pode-se empregar cimento de alta resistência inicial (CP-V ARI), aumentar a temperatura ou utilizar aditivos. A elevação da temperatura acelera as reações de hidratação entre o cimento e a água. Apesar de ser um método eficiente, há o perigo de perda excessiva de água necessária para a hidratação devido à evaporação e ainda as fissuras que podem ocorrer devido aos gradientes térmicos.

Com relação à cura, segundo El Debs (2000), ela pode ser executada por aspersão (superfícies mantidas sempre úmidas); imersão (as peças são colocadas imersas em água); térmica (aumentar a temperatura do concreto) e com película impermeabilizante (pinturas que impeçam a saída de água são aplicadas sobre as peças).

5.1.4 Aditivos

Conforme a NBR 11768/ 1992 – EB1763, os aditivos são substâncias que ao serem adicionadas ao cimento, tem a capacidade de modificar as características, no sentido de melhorá-las e torná-las adequadas a determinado uso. Existem variados tipos de aditivos com variadas finalidades, destacando-se: aditivo plastificante e superplastificante; aditivo retardador de pega; acelerador de pega; incorporadores de ar.

Conforme a NBR 11768/ 1992 – EB1763, os aditivos plastificantes e superplastificantes têm a capacidade de aumentar a trabalhabilidade do concreto,

mantendo constante a relação a/c ou reduzir de 6 a 12% a relação a/c para se manter a mesma trabalhabilidade.

O aditivo retardador de pega, segundo a NBR 11768/ 1992 – EB1763 aumenta os tempos de início e fim de pega. Já o aditivo acelerador de pega, diminui os tempos de início e fim de pega além de contribuir com o ganho de resistência inicial.

Os aditivos incorporadores de ar, de acordo com NBR 11768/ 1992 – EB1763 produzem microbolhas de ar no concreto, aumentando sua trabalhabilidade e diminuindo a segregação.

Segundo Giammusso (1992), alguns cuidados devem ser tomados com relação à armazenagem das embalagens de aditivos: evitar exposição às intempéries; verificar prazos de validade; identificar as embalagens para evitar trocas; observar os teores máximos de adição. Muitas falhas podem ocorrer durante o uso de aditivos, como substituição, mistura, superdosagem, aditivos vencidos, etc. Os problemas oriundos de troca ou mistura, segundo o autor, podem ser bastante diversificados, causando desde a incompatibilidade e ineficiência do aditivo, até mesmo produzir efeitos imprevisíveis como aceleração ou retardamento excessivo de pega.

5.1.5 Controle tecnológico

O controle tecnológico de produção do concreto é uma ferramenta importante para se verificar a qualidade das peças de concreto que estão sendo produzidas.

De acordo com Departamento de Engenharia da Universidade Estadual de Ponta Grossa – DENGE (2010), a aceitação do concreto deve ser executada em duas fases: a primeira se dá com a verificação das condições do concreto fresco por meio do slump test; a segunda se refere às condições do concreto endurecido e se caracteriza pela aceitação definitiva considerando todas as propriedades para o concreto endurecido.

Segundo DENGGE (2010), devem ser confeccionados no mínimo 2 corpos-de-prova de uma mesma betonada (caminhão-betoneira ou betoneira) para cada idade de rompimento e os lotes são definidos em função do controle e solicitação a que estiver submetido o elemento estrutural. O controle estatístico por ser realizado por amostragem parcial ou total (em que são moldados corpos-de-prova para cada betoneira ou caminhão-betoneira). Basicamente, a condição para aceitação do lote consiste no ensaio de resistência à compressão e se caracteriza quando a tensão de ruptura for maior que a tensão projetada.

5.2 ARMADURAS

De acordo com Bauer (1994), uma das propriedades mais importantes do aço para a construção civil é a resistência à tração. Em alguns metais, e principalmente no aço doce, quando submetidos a esforços de tração, em um período inicial as deformações do material são proporcionais às tensões; nesse período tem a deformação elástica. Com o aumento da tensão, chega-se a um ponto em que se observam grandes deformações, mesmo que o carregamento seja estabilizado. Esse ponto conforme Bauer (1994) é o limite de escoamento. Quando tal limite é atingido e ultrapassado, as deformações são permanentes. Os aços empregos na construção civil são aços doces e tem a tensão limite de escoamento na ordem de 50 e 60kN/cm².

O concreto tem boa resistência à compressão. No entanto, sua resistência à tração é muito baixa, algo em torno de 1/10 da resistência a compressão, segundo Barros *et. al.* (1998). O concreto armado desse modo é resultado da composição das características mecânicas diferentes e complementares (compressão e tração) do concreto e do aço.

A durabilidade do aço também é uma característica que merece destaque. Para Bauer (1994), a duração de um metal é dependente de sua resistência e principalmente de sua proteção contra a corrosão. Tal proteção no caso de elementos em concreto armado é dada por meio do cobrimento.

O cobrimento mínimo pode ser obtido com o uso de espaçadores. Os espaçadores podem ser plásticos, de concreto ou argamassa. Todavia, conforme

Barros et. al. (1998), não podem provocar descontinuidades significativas da peça de concreto, considerando estética e durabilidade do elemento estrutural.

Comercialmente, as barras de aço que são empregadas em elementos pré-moldados têm as seguintes bitolas: 5,0mm, 6,3mm, 8,0mm, 10,0mm, 12,5mm, 16,0mm, 20,0mm e 25,0mm.

No processo de produção dos pré-moldados, a armação pode ser protendida ou não protendida. No caso da não protendida, a armação dos elementos é executada do mesmo modo que as estruturas moldadas in loco. Para El Debs (2000), a produção em grande escala facilita a racionalização dos serviços. Na protensão, a armadura é pré-tracionada nas pistas de pró-tração que pode ser de 60 a 200m de comprimento. Entretanto, o autor afirma que a pró-tração é usualmente limitada a elementos de grandes dimensões, como vigas para pontes.

Para as armaduras não protendidas, El Debs (2000) destaca que em uma produção seriada, a automatização para corte e dobra das barras e telas pode ser uma alternativa interessante para o aumento da produtividade da mão de obra. Para elementos de dimensões reduzidas, a preparação e montagem da armadura são feitas em bancadas, sendo posteriormente conduzida para as formas. No caso de peças de grandes dimensões, devido ao peso da estrutura, a montagem da armadura pode ser executada dentro da forma.

Quanto à armazenagem do aço, Barros et. al. (1998) afirma que o correto posicionamento das barras de aço é importante para o bom andamento das atividades de armação, desde o desembarque até mesmo a sua utilização. É importante também que as barras sejam separadas por bitolas, para prevenir possíveis enganos na hora da montagem. Para Barros et. al. (1998), é recomendável ainda evitar o contato direto do aço com o solo e proteger as barras das intempéries. Desse modo, não se tem condições favoráveis à corrosão das armaduras durante sua estocagem.

5.3 EQUIPAMENTOS AUXILIARES DE TRANSPORTE INTERNO

Por se tratarem geralmente de peças com grandes dimensões, para que se possa realizar a movimentação dos elementos pré-moldados se torna necessário o emprego de equipamentos auxiliares.

Conforme destaca El Debs (2000), os dispositivos utilizados para movimentação das peças, são em sua grande maioria, equipamentos de içamento. No transporte interno, alguns equipamentos podem ser utilizados, como: pórticos rolantes, carrinhos de rolamento e monotrilho. Dentre esses, o mais empregado é a ponte rolante, pois esse equipamento pode ser utilizado na desmoldagem, transporte interno, empilhamento e carregamento das peças acabadas.

5.4 FORMAS

As formas são um conjunto de componentes que têm como principal função dar forma ao concreto fresco. De acordo com Barros *et. al.* (1998), as formas devem possuir algumas características básicas; são elas: resistência mecânica à ruptura, resistência à deformação; estanqueidade; regularidade geométrica; ter baixa aderência com o concreto; facilitar o lançamento e adensamento; não influenciar na cura do concreto (não absorver água de hidratação); economia.

Segundo El Debs (2000), as formas são geralmente feitas com madeira, aço ou fibras. A escolha do tipo de material deve considerar os seguintes fatores: acabamento superficial, dimensões e formas das peças, tipo de adensamento e cura, número de reutilizações. Barros *et. al.* (1998) concorda, alegando ainda que devem ser analisados quesitos como: disponibilidade de equipamento para movimentação das formas, porte do empreendimento, e espaço disponível na linha de produção.

Na Tabela 2, é demonstrado um comparativo entre três tipos de forma.

Tabela 2 – Características das Formas em Função do Material

Característica	Aço	Madeira	Fibra (Plástico)
Constância Volumétrica	Boa	Ruim	Boa
Aderência com Concreto	Boa	Regular	Boa
Manuseio	Boa	Boa	Boa
Facilidade de Transporte	Boa	Boa	Boa

FONTE: El Debs (2000)

Os materiais mais utilizados para a fabricação das formas, atualmente são o aço e a madeira. Conforme El Debs (2000), as formas de menor custo são as de madeira, todavia apresentam menor índice de reaproveitamento e maior custo de manutenção. Já as formas metálicas, podem ser reaproveitadas diversas vezes, geram menos gastos com manutenção, mas o investimento inicial é mais elevado. Para o autor, as formas de madeira, de acordo com o tratamento, podem ser reaproveitadas de 20 a 120 vezes; entretanto, as de aço podem chegar a 1200 reaproveitamentos.

Segundo Moliterno (1989), para ser utilizada na confecção das formas, a madeira deve possuir elevado módulo de elasticidade e razoável resistência; apresentar trabalhabilidade (pouca serragem, penetração e extração de pregos); moderadamente pesada; possuir baixo custo; permitir reaproveitamentos. Desse modo, as madeiras comumente empregadas para a elaboração de formas são: pinho-do-paraná; pinus ellioti; eucalipto; chapas compensadas.

5.4.1 Desmoldagem

A execução da desmoldagem pode ser realizada de duas formas usuais. Segundo El Debs (2000), pode ser direta, na qual a peça é retirada da forma por içamento; ou por tombamento da forma, na qual o elemento é concretado na horizontal e é colocado na vertical para a desmoldagem com a mesa de tombamento.

Para El Debs (2000), não é recomendada a desmoldagem enquanto o concreto possuir resistência inferior a 10MPa. Quando feita em concretos com baixa resistência, pode-se ter deformações excessivas, fissuração e quebras. Para a execução da desmoldagem, deve ser considerada a existência de aderência entre o concreto e forma. Tal aderência, segundo El Debs (2000), depende basicamente do material da forma, e da eficiência do desmoldante.

Os desmoldantes são produtos químicos que impedem a aderência entre o concreto e as formas, facilitando a desmoldagem. De acordo com a RHEOTEC (2011), desmoldantes viscosos não são recomendáveis, pois podem acarretar em manchas nas peças de concreto no caso de aplicação em excesso e dificultam a limpeza das formas.

Atualmente, podem-se encontrar alguns tipos de desmoldantes. Segundo a RHEOTEC (2011), tem-se desmoldantes a base de óleos minerais e ácidos graxos. Os primeiros são produtos que ao entrarem em contato com a superfície de concreto, geram bolhas na peça, fazendo-se necessário o acabamento. Já os desmoldantes a base de ácidos graxos, propiciam fácil desforma e melhor acabamento, com menor índice de bolhas nas peças de concreto.

Um desmoldante eficiente, segundo RHEOTEC (2011), deve proteger as formas, facilitar a limpeza e garantir que as peças de concreto fiquem limpas e isentas de resíduos.

Para Silva (1995), a falta de desmoldante pode fazer com que a peça de concreto apresente uma coloração escurecida na superfície, além de lascamento do concreto. Para a aplicação dos desmoldantes, é essencial que as formas estejam limpas. A limpeza das formas pode ser executada com escovas, discos abrasivos, ou tecido grosso no caso de formas plastificadas. No caso de formas de aço, o autor afirma que deve ser utilizado óleo para proteger o elemento da corrosão; todavia, tal óleo deve ser retirado da forma antes da utilização.

6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Para Ripper et. al. (1998), a patologia na construção civil pode ser entendida como o baixo, ou o fim, do desempenho da estrutura em si, no que diz respeito à estabilidade, estética, servicibilidade e, principalmente, durabilidade com relação às condições a que esta submetida.

Segundo Helene (2002), os problemas patológicos, salvo raras exceções, apresentam manifestação externa característica, a partir da qual se pode deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, assim como pode-se estimar suas prováveis conseqüências.

Certas manifestações têm maior incidência, devido à necessidade de cuidados que freqüentemente são ignorados, seja no projeto, na execução ou até mesmo na utilização. Conhecer o mecanismo do problema é de imprescindível importância para um tratamento adequado, os sintomas mais comuns, de maior incidência nas estruturas pré-moldadas de concreto armado serão descritas a seguir.

6.1 BOLHAS DE SUPERFÍCIE

Normalmente, as estruturas de concreto apresentam bolhas em sua superfície, advindas de diversos fatores. Evidentemente, estas patologias são mais perceptíveis em peças pré-moldadas, que constantemente ficam expostas, prejudicando inclusive sua estética.

Para Fortes et. al. (2004), o aparecimento das bolhas no concreto pré-fabricado é conseqüência do tipo de desmoldante utilizado nas formas. No entanto, há opiniões diversas, como a de Rodrigues (1995), que atribui esta patologia ao excesso de água na produção do concreto.

De acordo com Moreira (2009), a utilização de óleos e graxas residuais para a desmoldagem do concreto leva a retenção de água superficial, dando origem a bolhas e vazios depois do concreto endurecido, ou seja, eles permitem a adesão das bolhas ao desmoldante. O ideal é que a bolha atinja a superfície e possa escapar. Essa oportunidade ocorre quando as misturas não são muito coesas.

Ainda segundo Moreira (2009), as bolhas são caminho para a penetração da umidade, água e gases para o interior do concreto até a armadura, comprometendo a estrutura com o tempo.

Para Andriolo (1984), ao ser lançada, a massa de concreto apresenta vazios decorrentes da própria ação, dos misturadores, dos processos de transporte e de lançamento. As bolhas, ou vazios, que se originam devido ao manuseio do concreto, podem constituir pontos de pouca resistência e permeáveis.

Segundo Alves (1982), o adensamento se faz necessário para compactar a massa de concreto, a fim de diminuir o volume de vazios.

Mattos (1997) salienta que o método preferível de adensamento ou compactação é a vibração interna. Sua vantagem está no fato de que o vibrador age imerso no concreto fresco, maximizando a transferência dos impulsos de vibração.

A NBR 14931:2004 estabelece os procedimentos essenciais para um correto adensamento:

- Preferencialmente aplicar o vibrador na posição vertical;
- Vibrar o maior número possível de pontos ao longo do elemento estrutural;
- Retirar o vibrador lentamente, mantendo-o sempre ligado, a fim de que a cavidade formada pela agulha se feche novamente;

- Não permitir que o vibrador entre em contato com a parede da forma, para evitar o aparecimento de bolhas de ar na superfície da peça, mas promover um adensamento uniforme e adequado de toda a massa de concreto, observando os cantos e arestas, de maneira que não se formem vazios;
- Mudar o vibrador de posição quando a superfície apresentar-se brilhante.

6.2 MANCHAS

Segundo Téchne (2011), as manchas mais comuns no concreto são as oriundas dos processos de hidratação do cimento e carbonatação do concreto, e se caracterizam por apresentarem coloração diferente da cor padrão do concreto aplicado. Há três causas básicas para o seu aparecimento: a primeira, mais comum e mais grave, ocorre em decorrência da pega diferenciada do concreto, ocorrida por um atraso no processo de concretagem. Em alguns casos, essas manchas apresentam delaminação. O segundo tipo é causado pelo posicionamento dos agregados graúdos muito próximos da superfície. Nesse caso, a origem do problema pode ser a falta de argamassa ou vibração insuficiente. Algumas vezes, a argamassa que recobre os agregados é tão fina que se desprende, necessitando de um pequeno reparo, similar ao da delaminação. Finalmente, o terceiro tipo é causado pela má aplicação das mantas de cura. Caso não fiquem perfeitamente em contato com a superfície do concreto, formam bolsões de ar, escurecendo o concreto nessas regiões e possibilitando a identificação de frisos e dobras do tecido mal posicionado. Não há nada que possa ser feito para minimizar o problema, mas a cor da superfície do concreto tende a se uniformizar com o tempo e, após alguns meses, as manchas podem desaparecer.

6.3 RETRAÇÃO

O fenômeno da retração está associado a deformações em pastas de cimento, argamassas e concretos, sem que haja qualquer tipo de carregamento. De uma forma geral, a principal causa da retração é a perda de água da pasta de cimento, conforme IBRACON (2005)

A perda de água do concreto ainda não endurecido devido à exposição de sua superfície às intempéries como vento, baixa umidade relativa e aumento da temperatura ambiente podem levar o concreto à fissuração.

Ainda segundo IBRACON (2005), estas fissuras oriundas da retração podem ser facilmente eliminadas, em sua totalidade, com medidas preventivas que inibam a migração da água para a superfície da estrutura (fôrmas ou atmosfera) quando o concreto ainda estiver fresco.

Metha & Monteiro (1994) listam as medidas preventivas que devem ser adotadas a fim de minimizar a retração:

- Umedecer a sub-base (lastro) e as formas;
- Umedecer os agregados quando secos;
- Construir quebra-vento temporário para reduzir a velocidade dos ventos sobre a superfície do concreto;
- Manter baixa a temperatura do concreto fresco pelo resfriamento dos agregados e da água de amassamento;
- Reduzir o tempo entre o lançamento e início da cura pela eliminação de atrasos durante a concretagem;
- Minimizar a evaporação, proteger o concreto logo após o acabamento pelo uso de sacos de aniagem saturada, efetuar aspersão de água ou cura química.

Para Alves (1979), além destas, outras medidas podem ser adotadas, sendo elas:

- Usar aditivos plastificantes;
- Planejar o lançamento e execução de juntas na peça a concretar;
- Não adicionar água para acabamento superficial;
- Iniciar a cura o mais rápido possível e mantê-la no mínimo até sete dias.

6.4 TRINCAS, FISSURAS E RACHADURAS

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. Entretanto, segundo o Departamento de Engenharia da FAG (2011), existe uma diferença conceitual entre Fissura, Trinca e Rachadura:

- Fissura: Estado em que um determinado objeto ou parte dele apresente aberturas finas e alongadas na sua superfície. As fissuras são geralmente superficiais, e não implicam, necessariamente, em diminuição da segurança de componentes estruturais.
- Trinca: 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 devem ter suas causas minuciosamente pesquisadas.
- Rachadura: Estado em que um determinado objeto ou parte dele, apresenta uma abertura de tal tamanho que ocasiona interferências indesejáveis. São muito comuns, mas, não significa que são normais, portanto, não devem ser aceitas passivamente.

Nas peças pré-moldadas, normalmente ocorre o aparecimento de fissuras, para Ripper et. al. (1998), as principais causas do aparecimento desta patologia são:

- Deficiências de projeto;
- Contração plástica do concreto;
- Assentamento do concreto/perda de aderência das barras da armadura;
- Movimentação de formas e escoramentos;
- Retração do concreto;
- Deficiências de execução;
- Reações expansivas;
- Corrosão das armaduras;
- Recalques diferenciais;
- Variação de temperatura;
- Ações aplicadas.

Para Alves (1979), as fissuras não podem ser evitadas, mesmo que tomadas todas as medidas preventivas. Entretanto, podem-se adotar medidas que venham a minimizá-las.

6.5 QUEBRAS

Para Moreira (2009), as quebras estão relacionadas com a desmoldagem inadequada. Isso pode ocorrer pela utilização de desmoldante incompatível com a forma, quebrando alguns pontos localizados do concreto. Nesse caso, o reparo é feito com concreto, argamassa, graute ou massa epóxi.

Ainda segundo Moreira (2009), as quebras poderão ser originadas pela desmoldagem prematura quando o concreto ainda não possui resistência ao manuseio. Ao desmoldar as peças com idades mínimas (ou horas) algumas quebram, mesmo com um traço pré-estudado. Neste caso, os procedimentos adotados são verificar: a quantidade de água utilizada; se o aditivo superplastificante provocou algum tipo de retardo de pega, e qual a temperatura ambiente durante o procedimento de preparação da massa e durante o manuseio. Quando as peças quebram devido ao manuseio, geralmente são condenadas e inutilizadas.

6.6 FALHAS DE CONCRETAGEM

Mais do que um problema estético, os vazios ou nichos de concretagem, popularmente conhecidos como bicheiras, podem afetar a durabilidade e resistência das estruturas de concreto, que poderão sofrer deformações ou até mesmo entrar em colapso. Para Figuerola (2006) as principais causas do problema são as falhas no processo de concretagem da estrutura, por exemplo, no lançamento ou adensamento do concreto. Algumas vezes, no entanto, a patologia pode ser causada por erro no detalhamento da armadura. Nesse caso, o congestionamento de ferragens retém a brita e deixa passar apenas a argamassa, formando bicheira na parte superior do elemento estrutural. O nicho também pode ser originado pela utilização de agregados graúdos em locais onde o espaçamento da armadura é insuficiente.

Ainda Segundo Figuerola (2006), as principais causas desta patologia são:

- Dosagem inadequada do concreto: concreto muito fluido, sem coesão, com excesso de agregado graúdo;
- Lançamento do concreto em alturas superiores a 2m;
- Erro no detalhamento da armadura: alta concentração de barras;
- Vibração excessiva;

- Erro na especificação do tamanho máximo do agregado;
- Peças esbeltas, preenchidas com concreto de baixo slump;
- Fôrmas sem estanqueidade.

6.7 RESISTÊNCIA

Como a maior parte das estruturas de concreto é projetada e dimensionada com base na resistência a compressão e quase todos os critérios de qualidade e durabilidade do concreto são, ainda hoje, analisados através da resistência, esta propriedade do concreto recebe especial atenção por parte dos engenheiros. Desde a caracterização dos materiais, dosagem experimental, mistura, transporte, lançamento, adensamento e cura do concreto, até as inspeções visuais para avaliação da qualidade do concreto, pretende-se assegurar e quantificar a resistência do concreto, segundo IBRACON (2005)

Comumente, como formas de avaliação da resistência do concreto são empregados ensaios destrutivos, ou seja, a obtenção de corpos de prova que servem como testemunho do material que está sendo empregado. Entretanto, tal metodologia, para peças que já vêm sofrendo algum tipo de problema se torna imprópria, pois pode provocar ainda mais danos a mesma, sendo alternativas para esta situação os ensaios não destrutivos.

Conforme Moreira (2009), a resistência característica do concreto para a produção de peças estruturais pré-fabricadas não poderá ser inferior a 20 MPa aos 28 dias. Diversos fatores podem influenciar na falta de resistência mecânica esperada do concreto numa certa idade, sendo eles:

- Traço inadequado: o ideal para a escolha de um traço para o uso do concreto nas peças pré-fabricadas é o controle de cada material que será aplicado, desde a origem, tal como as suas características. Nesta etapa, é indicado classificar fornecedores e analisar os lotes que chegam. Uma vez aceitas as matérias-primas, o correto é proceder ao estudo do traço ideal e adequado do concreto, pelos métodos de dosagens, como por exemplo, o ABCP ou o IPT-EPUSP.
- Excesso de água: a quantidade de água excessiva é um dos fatores que influenciam negativamente a resistência mecânica do concreto, pois

quanto maior esta quantidade em relação ao cimento do traço, maior será a dispersão do cimento e menor será a coesão do concreto produzido.

De acordo com Magalhães (2009), um fator importante a ser considerado em relação à resistência à compressão do concreto é o fato de a mesma não estar diretamente relacionada com o surgimento de fratura. Diferentemente da maioria dos materiais estruturais, o concreto apresenta micro fissuras antes mesmo de ser submetido a tensões. Neste caso, a grande fissuração interna torna o corpo de prova incapaz de suportar um incremento de carga, sendo considerada esta a resistência à compressão da peça.

Ainda segundo Magalhães (2009), um bom controle tecnológico é fundamental para garantir à estrutura de concreto as condições de segurança estabelecidas no momento do projeto. Embora existam distintas metodologias para a aceitação destas estruturas, as mesmas devem refletir de forma adequada os resultados práticos estabelecidos em obra.

6.8 CORROSÃO DE ARMADURAS

Os metais encontram-se, em geral, na natureza formando compostos tais como (óxidos, sulfetos, etc.), com outros elementos. Para usá-los em sua forma elementar é preciso extrair o metal mediante um processo de redução, o que requer aplicar-lhes certa quantidade de energia. O processo inverso pelo qual o metal volta ao seu estado natural vai acompanhado de uma redução da sua energia, isto é, através de uma reação espontânea. Este processo, que corresponde a uma oxidação, é conhecido por corrosão e representa a destruição paulatina do metal, conforme Andrade Perdrix (1992).

Para Pereira (2011), a corrosão pode ser definida como a interação destrutiva de um material com o ambiente, seja por reação química ou eletroquímica. Para que haja corrosão deve existir um eletrólito (a água está sempre presente no concreto); uma diferença de potencial (pode surgir por diferença de umidade, concentração salina, etc.); oxigênio e agentes agressivos como o cloro, que está presente nos reservatórios. Esses agentes agressivos podem atuar como catalisadores, acelerando o processo de corrosão.

O concreto armado, além de apresentar características mecânicas muito amplas, tem demonstrado possuir uma durabilidade adequada para a maioria dos

usos a que se destina. Esta durabilidade das estruturas de concreto armado é o resultado natural, da dupla natureza, que o concreto exerce sobre o aço: por uma parte, o revestimento de concreto é uma barreira física, e por outra, a elevada alcalinidade do concreto desenvolve sobre o aço uma camada passiva que o mantém inalterado por um tempo indefinido, conforme Andrade Perdrix (1992).

Segundo Andrade Perdrix (1992), quando o cimento se mistura com a água, seus diversos componentes se hidratam formando um conglomerado sólido, constituído pelas fases hidratadas do cimento e uma fase aquosa que resulta do excesso de água de amassamento necessária para a mistura adequada de todos os seus componentes. O concreto resulta, pois, um sólido compacto e denso, porém poroso. A rede de poros forma um emaranhado de canais e capilares, nem sempre comunicados entre si, mas que permitem que o concreto apresente certa permeabilidade aos líquidos e aos gases. Assim, ainda que o revestimento das armaduras seja uma barreira física, esta é permeável em certa medida e permite o acesso de elementos agressivos até o aço.

A alcalinidade do concreto é devida principalmente ao hidróxido de cálcio que se forma durante a hidratação dos silicatos do cimento e aos álcalis que geralmente estão incorporados como sulfatos, no clínquer. Estas substâncias situam o pH da fase aquosa contida nos poros em valores entre 12,6 e 14,0, isto é, no extremo mais alcalino da escala de pH. A estes valores de pH e em presença de uma certa quantidade de oxigênio, o aço das armaduras encontra-se passivado, isto é, recoberto de uma capa de óxidos transparentes, compacta e contínua que o mantém protegido por períodos indefinidos, mesmo em presença de umidades elevadas no concreto, segundo Andrade Perdrix (1992).

Para Pereira (2011), os produtos da corrosão são uma gama variada de óxido e hidróxido de ferro que passam a ocupar, no interior do concreto, volumes de 3 a 10 vezes superiores ao volume original do aço da armadura, podendo causar tensões internas maiores que 15MPa. À medida que a corrosão vai se processando, esses produtos expansivos vão se acumulando cada vez mais ao redor das armaduras, criando verdadeiras “crostas” no seu entorno. Tal fato produz esforços no concreto na direção radial das barras, os quais geram tensões de tração que culminam com a fissuração das peças de concreto.

Para Minuzzi (2007) na estratégia de projeto devem-se considerar medidas que preservem e protejam a estrutura contra a deterioração prematura, sendo elas:

- Escolha apropriada da forma estrutural dos elementos;
- Determinação da composição do concreto;
- Definição da qualidade do concreto e da espessura de cobrimento;
- Detalhamento adequado das armaduras;
- Limitação da abertura nominal das fissuras;
- Medidas especiais para ambientes agressivos;
- Procedimentos de inspeção e manutenção durante o uso da estrutura;
- Consideração de aspectos relativos à execução.

Tais fatores, em consonância, reduzem ou inibem o surgimento da corrosão nas armaduras sendo, portanto, indispensáveis na qualidade das peças de concreto armado.

7 METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos adotados para levantamento das patologias encontradas nas peças pré-moldadas de concreto armado nas empresas visitadas.

Em relação aos objetivos propostos, o trabalho de pesquisa descritiva está fundamentado em visitas técnicas realizadas às empresas produtoras de pilares, vigas, lajes e galerias pré-fabricadas em concreto armado. No desenvolvimento do trabalho, foram visitadas cinco empresas, localizadas no Oeste de Santa Catarina e Sudoeste do Paraná.

O método utilizado para identificação das patologias mais recorrentes foi o visual, através de técnicas padronizadas de coletas de dados.

Os dados coletados através de trabalho de campo foram obtidos fundamentalmente por observação pessoal, e fundamentado com ilustrações fotográficas.

A coleta de dados foi desenvolvida através de visitas as empresas acima citadas, durante dois meses (setembro e outubro de 2011), para tanto, o delineamento geral da pesquisa demandou 5 etapas consecutivas, como evidenciadas na Fig. 2:

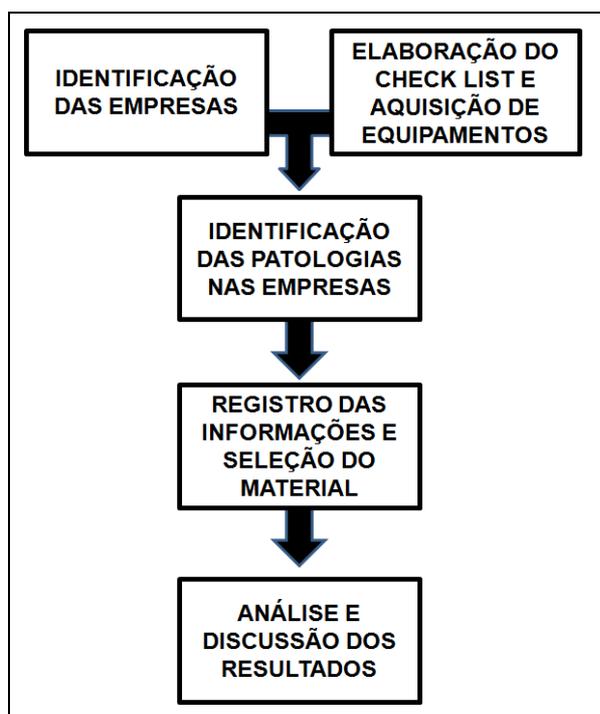


Figura 2 – Etapas da pesquisa

1ª Etapa

As possíveis empresas a serem visitadas foram identificadas através do conhecimento de obras realizadas pelas mesmas na região, as quais se tinha conhecimento, além de pesquisas junto às construtoras locais. A partir disto, foram realizados contatos para agendamento de visita.

2ª Etapa

- Elaboração de check-list (Anexo A) direcionado ao responsável pelo processo de produção da empresa visando identificar questões como: local de depósito de agregados, cimento, tipos de formas empregadas, produção de concreto, cura, desforma das peças, equipamentos utilizados, dentre outros.
- Aquisição de equipamentos, tais como, máquina fotográfica, trena, bloco de notas, outros.

3ª Etapa

Visita às empresas que se dispuseram a participar da pesquisa, realizando os seguintes trabalhos:

- Entrevista com responsável pela produção da empresa.
- Verificação do processo produtivo.
- Identificação das patologias.
- Registro fotográfico.

4ª Etapa

- Arquivamento e análise dos registros fotográficos.
- Seleção das fotos com as principais patologias encontradas.

5ª Etapa

Registro das diversas informações encontradas sobre as empresas:

- Características gerais do processo produtivo.
- Manifestações patológicas nas peças pré-moldadas de concreto armado.
- Sugestão de melhorias no processo produtivo objetivando uma minimização das patologias encontradas.

8 RESULTADOS

Durante o desenvolvimento do trabalho foram visitadas cinco empresas atuantes na produção de peças pré-moldadas de concreto, sendo três localizadas no Sudoeste do Paraná e as demais no Oeste de Santa Catarina, aqui denominadas de E1, E2, E3, E4 e E5 respectivamente.

Na Tabela 3, tem-se uma caracterização das empresas visitadas.

Tabela 3 – Caracterização das empresas

Empresa	Localização	Produção (m³/mês)	Funcionários na Produção	Peças Produzidas
E1	Sudoeste/PR	300	21 a 30	Lajes, Vigas, Pilares, Placas.
E2	Sudoeste/PR	150	21 a 30	Galerias, Meio-Fio, Poste, Paver, Placas, Postes.
E3	Sudoeste/PR	150	11 a 20	Lajes, Vigas, Pilares.
E4	Oeste/SC	2000	Mais de 50	Lajes Alveolares, Vigas, Pilares, Galerias, Placas.
E5	Oeste/SC	300	21 a 30	Lajes, Vigas, Pilares.

Dentre as empresas visitadas, E1, E4 e E5 possuem profissional graduado com ênfase em construção civil como responsável direto pelo setor de produção das peças. Nas demais, o responsável pela produção não apresenta graduação em escola técnica, ocupando a função com base na experiência adquirida ao longo dos anos.

8.1 PROCESSO PRODUTIVO

As visitas realizadas demonstraram a variedade de processos produtivos utilizados, mesmo para a execução de peças semelhantes. Esta diversificação, aliada a diferença de avanço tecnológico entre as empresas, foi enfatizada no processo de identificação da origem das patologias encontradas, assim como, na

sugestão de melhorias para minimização destas, objetivando peças de melhor qualidade.

Estes parâmetros, desde a produção até a expedição serão descritos nos tópicos seguintes, tendo como base uma discussão comparativa entre as empresas pesquisadas.

8.1.1 Formas

As empresas visitadas utilizam essencialmente o método das formas estacionárias, sendo as mesmas confeccionadas em chapas metálicas que possuem alto índice de reutilização. Essas formas são de seções reguláveis e permitem a concretagem de peças com dimensões variadas. (Fotografia 1).



Fotografia 1 – Forma estacionária metálica com regulagem de seção
Fonte: Autoria própria

Na empresa E4 a produção das lajes alveolares protendidas não utiliza fôrmas, e sim pista de concretagem, a secção das lajes nas dimensões de projeto é realizada após o concreto endurecido. Neste caso, o equipamento que modula os alvéolos da laje é também responsável pela concretagem e vibração das peças.

Já para a produção das demais peças, devido à utilização do concreto auto adensável, é necessária a utilização de formas perfeitamente estanques; caso contrário ocorreria vazamentos.

8.1.2 Armadura

As armações são executadas exclusivamente fora das formas, devido à seção das peças; em cada empresa existe um setor específico de armação, no qual são dobradas e amarradas as armaduras. Dentre as empresas pesquisadas, apenas a E1 e E4 possuem sistema automatizado de corte e dobra das armaduras transversais (Fotografia 2).



Fotografia 2 – Sistema automatizado de corte e dobra de barras transversais
Fonte: Autoria própria

Nas demais, todo o processo de armação é realizado de modo manual. Na empresa E4, a maior parcela do aço utilizado é comprada em bobinas; a empresa utiliza equipamentos que desenrolam as bobinas, cortam, dobram, posicionam e soldam os estribos em sustentação para posterior posicionamento das armaduras longitudinais. Já na empresa E1, o aço é comprado em barras e o posicionamento dos estribos e as amarrações são realizadas manualmente (Fotografia 3).



Fotografia 3 – Montagem manual das armaduras
Fonte: Autoria própria

8.1.3 Agregados e aglomerantes

Em todas as empresas visitadas, o agregado recebido é armazenado em baias sem cobertura e em contato direto com o ambiente (Fotografia 4).



Fotografia 4 – Armazenagem dos agregados
Fonte: Autoria própria

Conforme a demanda, os agregados são carregados nos silos para posterior produção do concreto (Fotografia 5).



Fotografia 5 – Agregados armazenados em silos
Fonte: Autoria própria

Quanto ao cimento, com exceção da empresa E4, as demais adquirem o produto em sacos, os quais são armazenados sobre estrados de madeira, porém nem sempre obedecendo ao empilhamento máximo recomendado de 10 sacos (Fotografia 6).



Fotografia 6 – Armazenagem do cimento
Fonte: Autoria própria

Além disto, quando da chegada de um novo lote, este é depositado sobre os já existentes, os quais deveriam ser utilizados primeiro, podendo ocasionar inclusive a utilização de produtos com data de vencimento ultrapassada, ou, produtos empedrados, que comprometem a qualidade dos mesmos.

Na empresa E2 utiliza-se essencialmente o CP-V ARI enquanto que na empresa E5 utiliza-se o CP-II Z 32; a empresa E5 utiliza o cimento ARI somente em dias de clima frio, onde o ganho de resistência do concreto é mais lento. Comumente, de acordo com a necessidade, as empresas utilizam aditivos no concreto; os mais empregados são o aditivo plastificante e o aditivo acelerador de pega. O primeiro visa dar maior trabalhabilidade ao concreto, facilitando assim a concretagem das peças sem perdas excessivas de resistência; o segundo é empregado devido à necessidade de desforma rápida.

8.1.4 Concreto

Nas empresas E1, E2, E3 e E5 as peças concretadas permanecem nas formas durante o período de aproximadamente um dia, quando são desmoldadas e posicionadas no pátio para estocagem e despacho para as obras. O controle de desmoldagem é feito de forma visual, quando o concreto já se apresenta no estado endurecido (Fotografia 7).



Fotografia 7 – Concreto no estado endurecido
Fonte: Autoria Própria

As empresas E2 e E5 realizam dosagem por volume. Para produção do concreto, os agregados são armazenados em silos e a dosagem em volume é manual realizada por meio de padiolas metálicas (Fotografia 8).



Fotografia 8 – Método de dosagem por volume
Fonte: Autoria Própria

Os agregados são colocados em esteiras e levados ao misturador planetário para produção do concreto. O tempo de mistura é aproximadamente de 3 a 5 minutos. Não se faz o controle de umidade dos agregados. Devido ao número limitado de formas, em períodos de grande demanda, existe a necessidade de rápida desmoldagem para liberação das formas; assim geralmente é adicionado ao concreto o aditivo acelerador de pega.

Diferentemente das demais, a empresa E4 aplica uma técnica ainda pouco difundida na região Sudoeste do Paraná e Oeste de Santa Catarina; para concretagem das lajes “pi”, vigas, pilares, placas de vedação e galeria, é utilizado o concreto auto adensável. Esse tipo de concreto é mais fluido em relação ao convencional, propiciando um melhor acabamento das peças e tornando desnecessária a vibração. Os traços do concreto auto adensável foram desenvolvidos em parceria com a empresa fornecedora de cimento. Neste tipo de concreto, tem-se a necessidade de um controle rigoroso da qualidade dos agregados e aglomerantes, uma vez que a mínima variação de suas propriedades pode inviabilizar a execução do concreto. Assim, para a produção do concreto, a empresa E4 utiliza o cimento CP-V ARI a granel e armazena os agregados e aglomerantes em silos, evitando assim a contaminação e grandes variações de umidade. Na concretagem, para “rodar” o traço, utiliza-se dosadoras eletrônicas que medem em massa os agregados e aglomerantes; a cada concretagem, a umidade dos agregados é medida para correção do traço.

Para peças protendidas, o concreto é lançado após a protensão dos cabos, sendo utilizado o esclerômetro para determinação da resistência das peças, a fim de

verificar a resistência de projeto e autorizar o corte dos mesmos. Posteriormente, os elementos pré-moldados são desformados e levados para o depósito por meio das pontes rolantes.

O processo de cura da empresa E4 está baseado na disposição de uma lona plástica sobre as formas para evitar a perda excessiva de água. Nas demais empresas não é utilizada nenhuma metodologia específica de cura, as peças após a desmoldagem são dispostas no pátio da empresa, sujeitas as intempéries (Fotografia 9).



Fotografia 9 – Cura ambiente das peças pré-moldadas
Fonte: Autoria Própria

8.1.5 Transporte

A armadura e o concreto são geralmente transportados até as formas por meio de pontes rolantes, as exceções são as empresas E5 e E2. Na empresa E2, para concretagem das galerias, o transporte é manual e feito por meio de jericas. Na empresa E5, o posto de armação é distante do local de concretagem e por não possuir ponte rolante que une as duas frentes de serviço, o transporte da armadura é feito de modo manual pelos próprios armadores (Figura 10).



Fotografia 10 – Transporte manual de armaduras
Fonte: Autoria Própria

No caso da empresa E4, a metodologia de produção depende da peça a ser produzida. As formas estacionárias são empregadas no caso das peças não protendidas, nas vigas e lajes pi protendidas; nestes casos, o concreto é transportado até a forma por meio de ponte rolante e funis de lançamento (Fotografia 11).



Fotografia 11 – Forma estacionária: concreto transportado por ponte rolante
Fonte: Autoria própria

8.1.6 Comparativo

Com base nas informações coletadas durante as visitas técnicas, foi possível elaborar uma tabela comparativa entre as cinco empresas estudadas. Assim, tem-se a Tabela 4.

Tabela 4 – Comparativo entre empresas

Característica	Empresa				
	E1	E2	E3	E4	E5
Responsável pela produção	Tecnólogo	Sem formação técnica	Sem formação técnica	Engenheiro	Engenheiro
Armazenagem Agregados	Baias e Silos	Baias e Silos	Baias	Baias e Silos	Baias e Silos
Armazenagem Cimento	Empilhamento	Empilhamento	Empilhamento	Silos	Empilhamento
Armazenagem do Aço	Separação por bitola em local coberto	Separação por bitola em local coberto			
Dosagem do Concreto	Massa	Volume	Volume	Massa	Volume
Mistura do Concreto	Misturador	Misturador	Betoneira	Dosadora	Misturador
Adensamento	Vibrador Agulha	Vibrador Agulha	Vibrador Agulha	Sem necessidade/ Vibrador Agulha	Vibrador Agulha
Cimento	Sacos	Sacos	Sacos	Granel	Sacos
Agregados	Areia Média, Areia Artificial, Brita 1	Areia Média, Areia Artificial, Brita 1	Areia Média, Areia Artificial, Brita 1	Areia Fina, Areia Média, Brita 0, Brita 1	Areia Média, Areia Artificial, Brita 1
Aditivos	Plastificante Acel. de Pega	Plastificante Acel. de Pega			
Desmoldante	Óleo mineral	Óleo Mineral Queimado / Mineral	Óleo mineral	A base de ácido graxo	Óleo mineral
Limpeza das Formas	Diariamente	Por turno	Diariamente	Cada Concretagem	Cada Concretagem
Espaçador	Plástico	Concreto	Plástico	Plástico	Plástico
Correção da Umidade	Nunca	Sempre	Nunca	Sempre	Ocasionalmente
Controle de Resistência do Concreto	Corpos-de-Prova a cada Turno	Corpos-de-Prova a cada Turno	Corpos-de-Prova a cada Turno	Esclerômetro em cada peça	Corpos-de-Prova a cada Turno
Prazo de Desmoldagem	1 dia	1 a 3 dias	1 a 3 dias	1 a 3 dias	1 dia
Teste de Desmoldagem	Ao Toque	Ao Toque	Ao Toque	Esclerômetro	Ao Toque
Cura	Ambiente	Ambiente	Ambiente	Ambiente com lona	Ambiente
Treinamento dos Funcionários	Anualmente	Não recebe	Não recebe	Semestral	Não recebe
Inspeção após Desmoldagem	Sempre	Sempre	Sempre	Sempre	Sempre
Reparos Estéticos	Nata Cimento	Nata Cimento	Nata Cimento	Nata Cimento	Nata Cimento
Controle de Peças Reparadas	Não	Não	Não	Sim	Não
Sist.Gest. Qualid.	Não Possui	Não Possui	Não Possui	ABCIC / ISO	Não Possui

8.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Na realização das visitas, foi possível observar a ocorrência de patologias nas peças concretadas. As patologias apresentaram-se sob formas variadas nas cinco empresas, dentre elas destacam-se: manchas, fissuras, quebras, bolhas superficiais, adensamento inadequado (nichos de concretagem), acabamento inadequado.

Fez-se uma amostragem aleatória em 20 peças de cada empresa com o intuito de se verificar a incidência de cada patologia. Com base nesse levantamento, elaboraram-se indicadores das patologias por empresas

8.2.1 Manchas

As manchas ocorreram de modo mais significativo nas empresas E1, E3 e E5, conforme Gráfico 1.

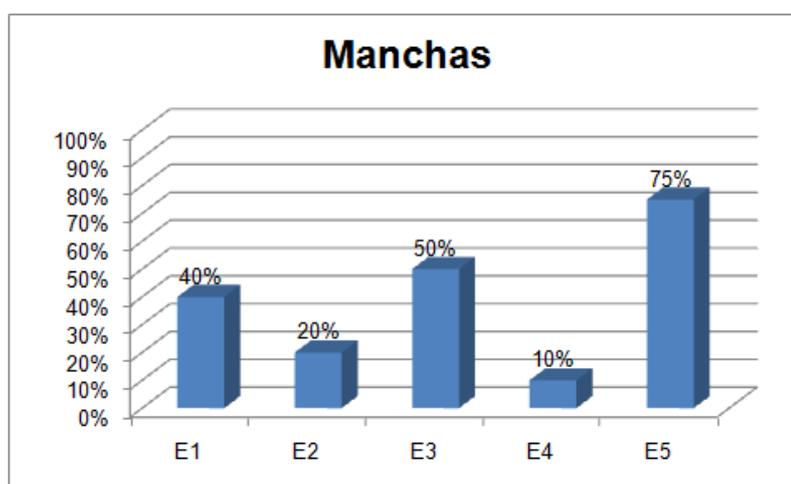


Gráfico 1 – Ocorrência de manchas

A ocorrência das manchas (Fotografia 12) pode estar associada à limpeza das formas, ao método de aplicação do desmoldante e também a mistura do concreto. Aplicação dos desmoldantes nestas empresas é realizada com broxas; neste procedimento é comum ocorrerem concentrações de desmoldantes em determinadas regiões da forma em virtude de uma distribuição não homogênea do mesmo.



Fotografia 12 – Manchas
Fonte: Autoria própria

Outro quesito importante é a limpeza das formas; antes de cada concretagem é importante realizar uma perfeita limpeza das mesmas, para remoção de óleos, graxas e resquícios de concreto remanescentes das concretagens anteriores.

Em relação à mistura do concreto, em ambas as empresas foi observado que o concreto não se apresentava perfeitamente homogêneo durante a concretagem, com concentrações de areia em determinados pontos; tal prática pode ter contribuído para a formação das manchas.

Medidas Mitigadoras:

- Utilizar desmoldantes de baixa viscosidade e aplicá-los com pulverizadores manuais.
- Realizar limpeza das formas antes de cada concretagem.
- Misturar por tempo adequado o concreto e não exceder a capacidade do misturador.
- Evitar excesso de água.

8.2.2 Trincas e fissuras

Conforme o Gráfico 2, constatou-se que nas empresas E1, E2, E3 e E5, a incidência de trincas e fissuras é mais intensa.

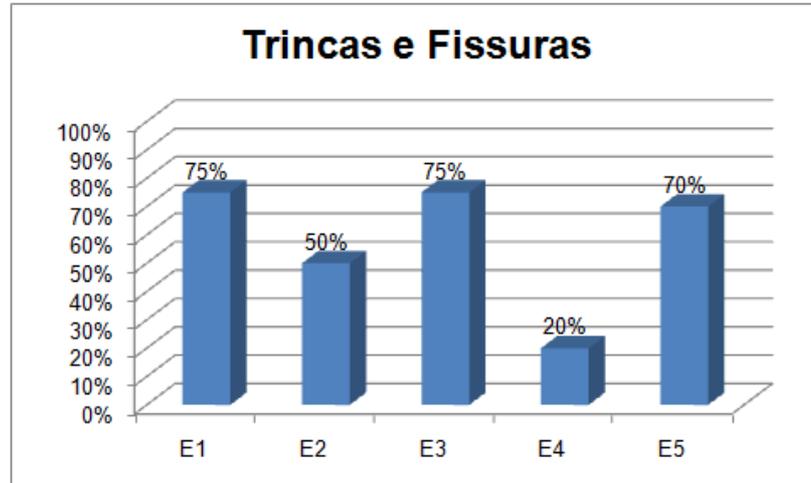


Gráfico 2 – Ocorrência de trincas e fissuras

A origem das trincas e fissuras (Fotografia 13) podem estar relacionadas ao tipo de cimento utilizado pelas empresas, no caso o CP V ARI e também ao procedimento de cura das peças concretadas.



Fotografia 13 – Fissuras
Fonte: Autoria Própria

Conforme observado nas visitas, as empresas não realizam a cura adequada das peças; os elementos concretados permanecem geralmente por um dia nas formas quando então, são desmoldados e levados ao estoque ficando diretamente expostos ao sol, o que pode contribuir para o surgimento de trincas por retração das peças. As peças em estoque não são umedecidas diariamente para minimizar tais efeitos (Fotografia 14).



Fotografia 14 – Depósito de peças recém concretadas: incidência direta do sol
Fonte: Autoria própria

Com relação às trincas e fissuras, a empresa E4 apresentou índice menos significativo que as demais. Isso pode ser correlacionado ao fato de que o seu processo de cura ser diferenciado. Após a concretagem na empresa E4 é colocado sobre as peças uma manta plástica de cura a fim de evitar a perda excessiva de água para o ambiente. Tal prática, apesar de não extinguir completamente a patologia, minimizou sua ocorrência.

Medidas Mitigadoras:

- Realizar cura úmida constante nas peças, da concretagem a expedição das peças para a obra.
- Com o concreto ainda estado fresco, aplicar manta de cura sobre as peças concretadas.

8.2.3 Bolhas superficiais

Dentre as patologias constatadas, as bolhas superficiais (Fotografia 15) foram a patologia de maior incidência dentre todas as identificadas.



Fotografia 15 – Bolhas superficiais
Fonte: Autoria própria

Com relação a ocorrência de bolhas nas empresas, pelo Gráfico 3 foi possível constatar que as bolhas se manifestaram de modo mais intenso nas peças produzidas pelas empresas E1, E3 e E5.

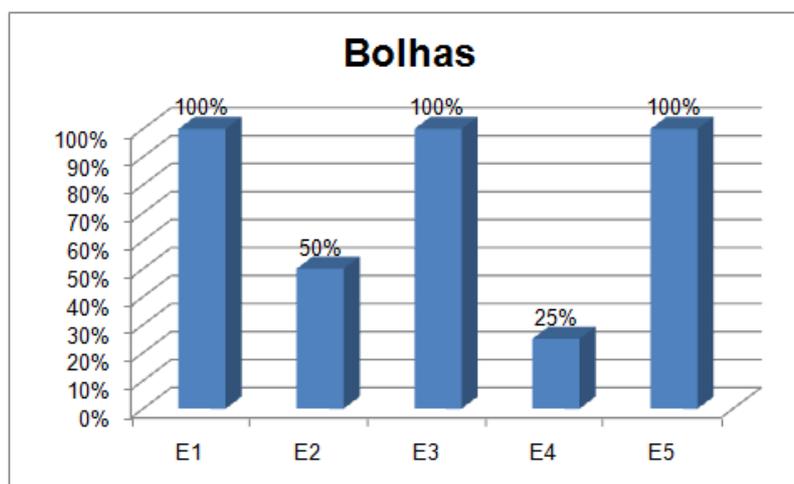


Gráfico 3 – Ocorrência de bolhas

O surgimento dessa patologia pode estar correlacionado ao tipo de desmoldante empregado nas formas e também à vibração inadequada. Essas três empresas utilizam desmoldantes a base de óleos minerais; todavia, segundo a literatura esse tipo de desmoldante pode propiciar o surgimento de bolhas de superfície. Com relação à vibração, todas as três empresas utilizam o vibrador tipo agulha (de mangote). Durante as visitas, foi possível observar que a vibração não era executada de modo correto; o vibrador agulha utilizado para adensar peças grandes era o mesmo utilizado nas peças menores, desse modo nos elementos de

menores dimensões além de a vibração ocorrer de modo excessivo, ela era executada próxima das faces das formas o que pode ter contribuído para a ocorrência das bolhas, conforme Fotografia 16.



**Fotografia 16 – Vibração inadequada: próximo as faces da forma.
Fonte: Autoria própria**

Medidas Mitigadoras:

- Não utilizar desmoldantes a base de óleos minerais.
- Concretar as peças com concreto auto-adensável (CAA).
- Não vibrar excessivamente o concreto nas proximidades das faces.
- Utilizar vibradores compatíveis com as dimensões das peças a serem concretadas.

8.2.4 Falhas de acabamento e adensamento

Dentre as patologias constatadas, observou-se que as peças com maior índice de problemas de acabamento (Fotografia 17) e falhas de concretagem (Fotografia 18) ocorreram na empresa E2.



Fotografia 17 – Adensamento inadequado
Fonte: Autoria própria



Fotografia 18 – Acabamento Inadequado
Fonte: Autoria própria

Pelo Gráfico 4, notou-se que as falhas de adensamento atingirem 85% das peças observadas enquanto que as falhas de acabamento foram identificadas em todas as peças. Tais peças referem-se as galerias em formato L.

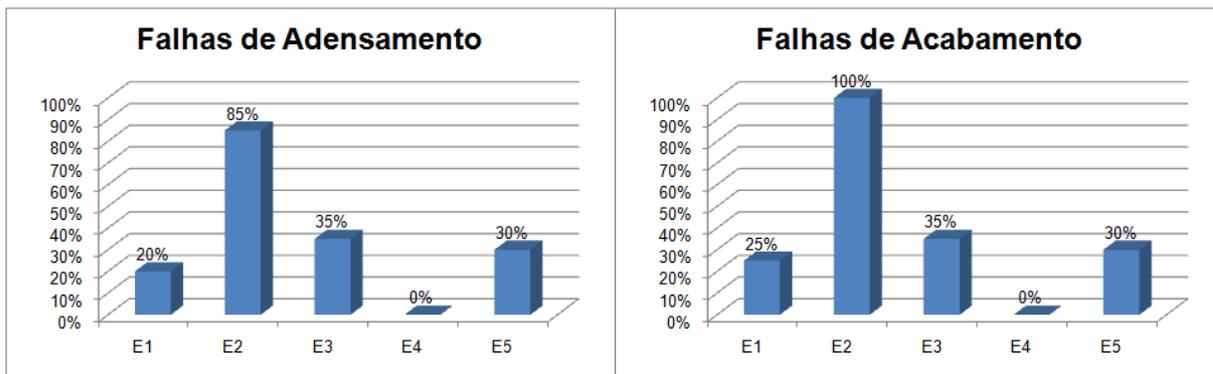


Gráfico 4 – Ocorrência de falhas de adensamento e falhas de acabamento

As peças que apresentaram tais patologias possuem grandes dimensões (2,5 metros de altura e 2,0 metros de largura) e pelo sistema de formas adotado, a concretagem é realizada em uma única etapa. Desse modo, o concreto é lançado de alturas elevadas o que contribui para a segregação de seus elementos constituintes. Além disso, a vibração do concreto é realizada por vibradores tipo agulha; por serem concretadas em uma única etapa (as formas não possuem janelas de concretagem), o vibrador não tem capacidade de vibrar as camadas inferiores; nestas regiões, em 100% das peças observadas, constataram-se falhas no adensamento do concreto e falhas de acabamento.

Notou-se também que as galerias L após concretadas não são “reguadas” para que a sua face superior torne-se plana e com acabamento uniforme. Terminada a concretagem, os funcionários são orientados a apenas alisar a superfície com a colher de pedreiro o que não deixa a face superior perfeitamente nivelada e lisa (Fotografia 19)



Fotografia 19 – Concretagem das galerias
Fonte: Autoria própria

Medidas Mitigadoras:

- Utilizar o concreto auto-adensável.
- Alterar sistema de formas para que o concreto não necessite ser lançado de grandes alturas.
- Abrir janelas intermediárias de concretagem.
- Reguar a face superior da galeria.
- Utilizar vibrador adequado as dimensões da peça.

8.2.5 Quebras

Durante as visitas, viu-se que as quebras (Fotografia 20) não se apresentaram como patologias de grande incidência nas empresas observadas.



Fotografia 20 - Quebra

Fonte: Autoria própria

Apenas na empresa E1, as quebras foram mais significativas com cerca de 15% das peças observadas, conforme Gráfico 5.

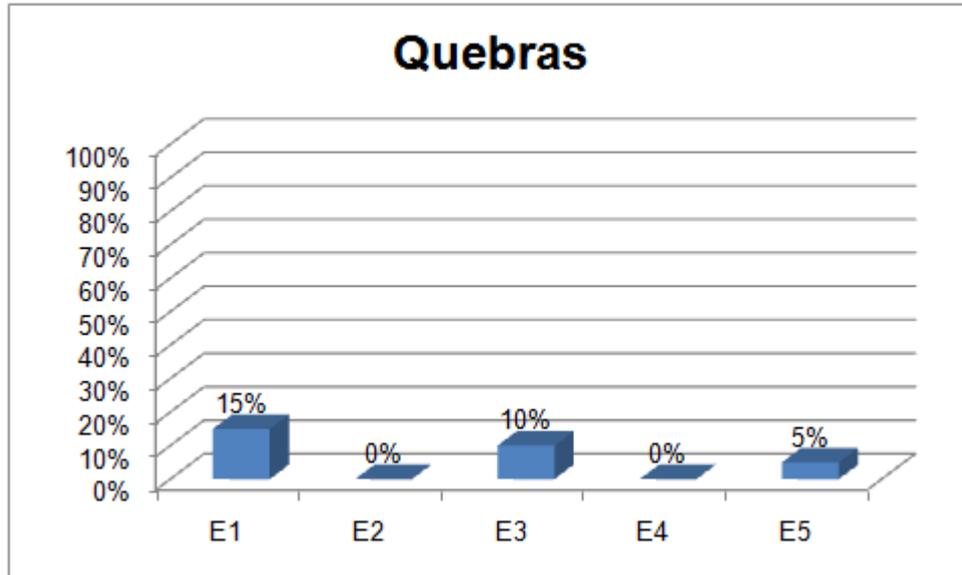


Gráfico 5 – Ocorrência de quebras

As quebras observadas na empresa foram oriundas da movimentação interna das peças (desforma e estocagem). A empresa E1 não possui pontes rolantes que unem a produção com o setor de estocagem; esse transporte é realizado por meio de caminhões. Assim, ocorrência de choques mecânicos é maior o que gera as quebras e lascas das peças observadas.

Medidas Mitigadoras:

- Realizar o transporte das peças por meio de pontes rolantes.
- Proteger as extremidades das peças durante a movimentação.

9 CONCLUSÃO

Nos últimos anos o grande desenvolvimento econômico vivenciado pela construção civil e a demanda por padrões elevados de qualidade, exige da indústria da construção civil uma reformulação nos métodos e processos construtivos atualmente empregados.

Aliados a isso, o grande número de empresas que atuam no setor, torna a concorrência cada vez mais acirrada. A busca por métodos construtivos que otimizem a mão-de-obra e a matéria-prima tornam-se fundamentais para que as empresas consigam sobreviver no mercado. Nesse contexto, a execução de obras com peças pré-moldadas de concreto armado vem se tornando uma prática cada vez mais difundida.

De modo geral, as peças pré-moldadas de concreto possuem alguns benefícios em relação ao procedimento convencional. Dentre estes, destaca-se a maior agilidade na execução da estrutura, favorecendo o cumprimento de cronogramas. Pode-se destacar ainda melhor organização e limpeza do canteiro de obras, redução no desperdício de materiais e melhor aproveitamento da mão-de-obra.

Todavia a desvantagem dos pré-moldados está na questão do transporte e armazenagem. Por possuírem geralmente grandes dimensões, se requer equipamentos especiais de transporte e içamento como, por exemplo, os guindastes; além disso, necessita-se de grandes áreas de estocagem e os custos com frete podem desfavorecer esse processo construtivo.

Na região Sudoeste do Paraná e Oeste de Santa Catarina, a demanda por elementos pré-moldados de concreto armado vêm se tornando cada vez mais intensa; Como forma de suprir essa demanda, é cada vez maior o número de empresas trabalhando na produção desses elementos. Todavia, na maior parte dessas empresas, a produção das peças é realizada de modo rudimentar, sem procedimentos bem definidos e com mão-de-obra não qualificada. Como conseqüência disso, é comum serem observadas peças de baixa qualidade e com grande incidência de patologias sendo empregadas nas obras.

No presente trabalho foram visitadas cinco empresas localizadas na região Sudoeste do Paraná e Oeste de Santa Catarina com o intuito de se identificar as patologias oriundas no processo produtivo dessas empresas.

Foi possível observar a grande incidência de patologias nas peças produzidas em quatro das cinco empresas visitadas. As patologias de maior ocorrência foram as bolhas superficiais, trincas e fissuras, manchas, falhas de adensamento e acabamento.

O surgimento das bolhas pode ser função do desmoldante empregado e da vibração executada de modo inadequado. Os desmoldantes a base de óleos minerais podem propiciar o surgimento de bolhas de superfície e, além disso, a vibração não era feita corretamente. Para adensar as peças grandes e as pequenas, o mesmo vibrador era utilizado, desse modo nos elementos de menores dimensões a vibração ocorria de modo excessivo e era executada próxima das faces o que pode ter ocasionado à ocorrência das bolhas.

As trincas e fissuras tiveram maior incidência nas empresas E1, E2, E3 e E5, Tais ocorrências podem estar atreladas ao tipo de cimento utilizado pelas empresas, no caso o CP V ARI, mas principalmente ao procedimento de cura. Nessas empresas a cura das peças não é executada corretamente; as peças concretadas permanecem geralmente por um dia nas formas sem qualquer tipo de proteção contra a perda de água e quando desmoldadas são levadas ao estoque com exposição direta ao sol, o que pode contribuir para o surgimento de trincas por retração das peças. As peças concretadas não são umedecidas diariamente para minimizar tais efeitos.

As manchas foram mais incidentes nas empresas E3 e E5. Isso pode ser consequência do procedimento de aplicação do desmoldante e também a mistura do concreto. Nestas empresas, a aplicação do desmoldante é realizada com broxas; assim é comum ocorrer aplicação em excesso de desmoldante em dadas regiões da forma. Em relação à limpeza das formas, é importante que seja perfeitamente realizada, para remoção de óleos, graxas e resquícios de concreto remanescentes das concretagens anteriores. Já com relação à mistura do concreto, em ambas as empresas, o mesmo não era perfeitamente homogêneo; possuía concentrações de areia em determinados regiões.

Na empresa E2 constatou-se a ocorrência de peças com falhas de acabamento e falhas no adensamento das galerias. Essas peças são de grandes

dimensões e pelo formato das formas a concretagem ocorre em uma única etapa. O lançamento do concreto é realizado de alturas elevadas o que acarreta a segregação dos elementos do concreto. Na vibração do concreto é utilizado o vibrador tipo agulha que não tem capacidade de vibrar as camadas inferiores; nestas regiões, em 100% das peças observadas, constataram-se falhas no adensamento do concreto e falhas de acabamento com a segregação do concreto. Neste caso para correção do problema pode-se utilizar formas com as janelas intermediárias de concretagem ou ainda a utilização de concreto mais fluido, como por exemplo, o concreto auto adensável que é empregado pela empresa E4.

No desenvolvimento do trabalho, foi possível observar que as empresas E1, E2, E3 e E5 apresentaram a maior incidência de patologias. Tal fato pode estar correlacionado ao processo produtivo executado com controle menos rigoroso das etapas, metodologias, materiais e mão-de-obra menos especializada. A empresa E4 apresentou-se melhor estruturada que as demais e por conseqüência, a incidência de patologias foi menos intensa.

Na empresa E4, a mão-de-obra recebe treinamento técnico com maior freqüência, enquanto que na maior parcela das demais, os funcionários não recebem treinamento, sendo o conhecimento transmitido de colaborador a colaborador conforme a convivência entre eles. Outro quesito que merece destaque são os materiais utilizados. Na empresa E4 é feito controle eletrônico da umidade da areia, dosagem do concreto em massa e a E4 é a única empresa entre as visitadas que emprega o concreto auto adensável nas peças. Tal concreto além de dispensar a vibração das peças, colaborou na confecção de peças mais bem acabadas e também minimizou o aparecimento das bolhas. Outro quesito de destaque na empresa se refere à cura das peças. A E4 foi à única das cinco empresas a realizar algum procedimento de cura; as peças concretadas são protegidas com lona para evitar a perda excessiva de água, enquanto que nas demais, as peças são submetidas ao contato direto com o ambiente, o que favoreceu o aparecimento de fissuras.

Por fim, destaca-se a importância de se manter um processo produtivo bem controlado. Agregados e aglomerantes de qualidade, além de uma mão-de-obra bem treinada, propiciando a produção de peças mais bem acabadas e com menor incidência de patologias.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Ricardo. **Dosagem do Concreto Auto-Adensável: Produção de Pré-Fabricados**. Dissertação. Escola Politécnica de São Paulo. 2008.

ALVES, José Dafico. **Fissuração Intrínseca do Concreto**. IBRACON. São Paulo, 1979.

ANDRADE PERDRIX, Maria Del Carme. **Manual para Diagnóstico de Obras Deterioradas por Corrosão de Armaduras**. Tradução e adaptação: Antonio Carmona e Paulo Helene. São Paulo: Pini, 1992.

ANDRIOLO, Francisco Rodrigues. **Construções de Concreto: Manual de Práticas para Controle e Execução**. São Paulo: PINI, 1984.

ALVES, José Dafico. **Manual de Tecnologia do Concreto**. Editora UFG, Goiânia – GO, 2ª edição, 1982.

ARAÚJO. RODRIGUES. FREITAS. **Materiais de Construção**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO CIMENTO PORTLAND – ABCP. **A versatilidade do Cimento**. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/basico/basico-sobre-cimento>. Acesso: 24 jun 2011.

_____ **Armazenagem dos sacos de cimento**. Disponível em: http://www.abcp.org.br/duvidas_frequentes.shtml. Acesso em: 15 nov 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de Estruturas de Concreto – Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062: Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado**. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768-EB1763: Aditivos para Concreto de Cimento Portland**. Rio de Janeiro. 1992.

BARBOSA, Mônica. **Estudo das Propriedades do Concreto Fresco**. Curso: Introdução à Ciência dos Materiais Aplicados à Engenharia Civil. Universidade Estadual Paulista – UNESP. 2011. Ilha Solteira/SP.

BARROS, Mercia M.. MELHADO, Silvio B.. **Recomendações para a Produção de Estruturas de Concreto Armado em Edifícios**. Projeto Epusp/Senai. Universidade de São Paulo. 1998. São Paulo/SP.

BAUER, Falcão. **Materiais de Construção**. 5ª Edição. Editora LTC. 1994. Rio de Janeiro/RJ.

BRUMATTI, Dioni O.. **Uso de Pré-Moldados: Estudo e Viabilidade**. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais. 2008. Vitória-ES.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA – FAG. **Patologias em Estruturas de Concreto**. Faculdade Assis Gurgacs – FAG, 2011. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/17263278/Patologias-Em-Estrutura-Concreto>>. Acesso em: 02 de julho de 2011.

EL DEBS, Mounir. **Concreto Pré-Moldado: Fundamentos e Aplicações**. 1ª edição. Projeto Reenge. Escola de Engenharia de São Carlos. 2000. São Carlos/SP.

FIGUEROLA, Valentina. **Vazios de Concretagem**. Revista Techne 109 – abril, 2006.

FORTES, A. S; PADARATZ, I. J. **Patologia em Estruturas Pré-fabricadas de Concreto em Florianópolis**. Anais 46º IBRACON. Florianópolis, 2004.

GIAMMUSSO, Salvador. **Manual do Concreto**. 1ª Edição. Editora PINI. 1992. São Paulo/SP.

HELENE, Paulo. TERZIAN, Paulo. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto**. 1ª Edição. Editora PINI. 1995. São Paulo/SP.

HELENE, Paulo R. L. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2ª Edição. Editora PINI. 1992. São Paulo/SP.

IBRACON. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. Ed. G. C. Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005.

MAGALHÃES, Fábio Costa. **Estudo Probabilístico da Resistência a Compressão e da Resistência a Tração na Flexão dos Concretos utilizados na Construção do Dique Seco do Estaleiro Rio Grande, no Superporto, em Rio Grande – RS**. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande. 2009. Rio Grande – RS.

MANSELL, Julia. COSTA, Marcela. ARRUDA, Maria E.. BOUVIER, Moara. CLARO, Anderson. **Pré-Fabricados de Concreto**. Universidade Federal de Santa Catarina. 2010. Florianópolis/SC.

MATTOS, Aldo Dórea. **Boas Vibrações em sua Obra**. Revista Téchne Jul-Ago 1997.

METHA, P. K. & MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Estrutura, propriedades e materiais**. 1 ed. São Paulo: PINI, 1994.

MIGLIORE, Gabriel. MIGLIORE, Ângelo. **Dimensionamento e Utilização de Laje Alveolar Protendida**. Monografia. Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. 2008. Barretos/SP.

MINUZZI, Fernanda Nolibos. **Corrosão nas armaduras de concreto armado, prevenção e recuperação – estudo de caso.** Monografia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

MOLITERNO, Antonio. **Escoramento, Cimbramentos, Formas para Concreto e Travessias em Estruturas de Madeira.** 1 ed. São Paulo: Blücher. 1989.

MOREIRA, Kirke A. W.. **Estudo das Manifestações Patológicas na Produção de Pré-Fabricados de Concreto.** Dissertação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2009. Curitiba/PR.

NETO, S.R.. SERRA, S.M.B.. FERREIRA, M.A.. **Logística no Transporte e Montagem de Estruturas Pré-Moldadas de Concreto.** Anais. Universidade do Algarve. 4º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável - PLURIS. 2010. Faro -Portugal.

OLIVEIRA, Cristiane S.P.. **As Principais Características da Mão-de-Obra da Construção Civil que Interferem na Filosofia da Qualidade.** Artigo. <http://www.abepro.org.br>. Universidade Federal de Santa Maria. 2010. Santa Maria/RS.

PEDERIVA, Paulo F.. **Comparação de Custos Envolvidos na Construção de Pavilhões com Estruturas Pré-Moldadas e Moldadas in loco.** Monografia. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 2009. Ijuí/RS.

PEREIRA, Thiago Ramos. **Corrosão em Armaduras de Concreto.** UFPR. Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/piazza/materiais/ThiagoPereira2.pdf>. Acesso em 21 de junho de 2011.

RHEOTEC. **Agentes Desmoldantes para Concreto.** Disponível em: www.rheotec.com.br/materia/desmoldante/index.pps. Acesso em: 27 jun. 2011.

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

RODRIGUES, P. P. F. **Parâmetros de Dosagem do Concreto.** Associação Brasileira de Cimento Portland. São Paulo, 1995.

SOUZA, Rafael W.. **Reter e Qualificar a Mão-de-Obra no Setor da Construção Civil: Remuneração Variável ou Células de Produção.** Monografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2008. Porto Alegre/RS.

SILVA, Paulo F.. **Durabilidade das Estruturas de Concreto Aparente em Atmosfera Urbana.** 1 ed. São Paulo: PINI. 1995.

TÉCHNE. **Recuperação no chão.** Revista Técnica 171 – Junho, 2011. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/154/artigo159921-1.asp>. Acesso em: 07 de julho de 2011.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA. Departamento de Engenharia. **Elementos de Concreto Armado**. Ponta Grossa: DENGÉ. Disponível em: <www.uepg.br/denge/aulas/Concretagem/Concretagem.doc >. Acesso em 24 out. 2010.

VALVERDE, Fernando Mendes. **Agregados para Construção Civil**. Balanço Mineral Brasileiro. 2001.

ANEXO A – Check List da Pesquisa
(Adaptado de: Moreira (2009))

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Campus Pato Branco
Curso de Engenharia Civil
Trabalho de Conclusão de Curso
Orientador: Prof. Msc. Cleovir José Milani
Acadêmicos: Rodrigo Boesing
Rogério Alberto Philippsen

1. Identificação da empresa

1.1 Identificação:

Razão Social:			
Endereço:			
Bairro:	Cep:	Cidade:	UF:
Contato:	Fone:	Email:	

1.2 Informações administrativas:

1.2.1 Tipo de empresa: () Linha () Estrela () Paralela

1.2.2 Quantidade de funcionários de produção:

() Entre 1-10 () Entre 11-20 () Entre 21-30
() Entre 31-40 () Entre 41-50 () Mais de 50

1.2.3 Dias de funcionamento da fábrica:

() Segunda a sexta-feira () Segunda a sábado
() Segunda a domingo () Eventualmente sábado
() Eventualmente domingo

1.3 Produção

1.3.1 Responsável diretamente da produção

() Engenheiro () Arquiteto () Tecnólogo
() Técnico () Pós Graduado () Mestrado
() Doutorado () Outros

1.3.2 Produtos da empresa:

() Lajes () Vigas () Pilares
() Postes () Telhas () Outros _____

1.3.3 Volume de concreto mensal:

R: _____ m³

2. Processo produtivo

2.1 Recebimento e armazenamento dos materiais

2.1.1 O cimento atende os requisitos abaixo?

Perguntas	Sim	Não
Existe identificação de lote do fornecedor?		
Participa do programa de qualidade da ABCP?		
Empilhamento máximo 10 sacos?		
Os sacos mais antigos são utilizados antes?		
Armazenamento é em local fechado sem umidade?		

2.1.2 Os agregados miúdos são armazenados em:

Areia Natural: () Silos () Células () Com contaminação
() Descobertos
Areia Artificial: () Silos () Células () Com contaminação
() Descobertos

2.1.3 Os agregados graúdos são armazenados em:

() Silos () Células () Com contaminação
() Descobertos

2.1.4 Em relação às adições:

Perguntas	Sim	A.V.	Não
A empresa utiliza adições?			
São feitos ensaios do produto?			
Considera a armazenagem correta?			

2.2 Dosagem do concreto:

2.2.1 O cimento é dosado juntamente com os agregados?

() Sempre () Nunca () Ocasionalmente

2.2.2 O cimento é medido em massa?

() Sempre () Nunca () Ocasionalmente

2.2.3 Os agregados são medidos em:

() Massa () Volume

2.2.4 A água é dosada por:

() Massa () Volume

2.2.5 Existe variação na dosagem da água:

() Sempre () Nunca () Ocasionalmente

2.2.6 É descontada a água de umidade dos agregados:

() Sempre () Ocasionalmente () Nunca

2.2.7 A consistência do concreto é medida quando:

() Existe alteração da umidade da areia
() Somente na primeira amassada do dia
() Troca do período do dia

- Troca de operadores
- Moldagem de corpos de prova
- Não é feito

2.2.8 Como é medida a resistência de desforma das peças de concreto?

- Laboratório interno
- Laboratório externo
- Por experiência do responsável
- Não é feita

2.2.9 O concreto atende a resistência de desforma?

- Sempre
- Ocasionalmente
- Nunca
- Não é feito

2.3 Mistura do concreto:

2.3.1 A mistura do concreto é feita em:

- Betoneira de eixo inclinado (3 min)
- Betoneira de eixo horizontal (3 min)
- Misturador planetário (1 min 30s)
- Caminhão betoneira (3 min)
- Outros

2.3.2 O tempo de mistura acima é atendido?

- Sempre
- Às vezes
- Nunca

2.3.3 Após a mistura o concreto se apresenta coeso?

- Sempre
- Às vezes
- Nunca

2.3.4 Algum material é reaproveitado na mistura?

- Concreto fresco
- Concreto endurecido
- Outros. _____

2.3.5 Qual é a frequência de reaproveitamento de mistura?

- A cada nova mistura
- Em misturas ocasionais
- Não é feito o reaproveitamento

2.4 Preparo e montagem da armadura

2.4.1 O aço é armazenado em local longe do solo e demais fontes de umidade:

- Sempre
- Nunca
- Ocasionalmente

2.4.2 O aço quando aplicado na estrutura apresenta alguma variação de aspecto:

- Sempre
- Nunca
- Ocasionalmente

3. EXECUÇÃO

3.1 Preparação da forma:

3.1.1 As peças são produzidas em formas:

Madeira Metálicas Plásticas Concreto

3.1.2 Quais os tipos de ângulos das formas?

Chanfrados Arredondados Retos

3.1.3 Existe alguma dificuldade de remoção das peças?

Sempre Nunca Ocasionalmente

3.1.4 É utilizado desmoldante nas formas?

Sempre Nunca Ocasionalmente

3.1.5 Quando se inicia a preparação do concreto, os equipamentos:

Estão sempre limpos
 Às vezes estão limpos
 Nunca estão limpos

3.1.6 As forma são:

Novas Usadas Reformadas

3.1.7 Existe limpeza das formas antes da aplicação do concreto?

Sempre Nunca Ocasionalmente

3.1.8 Qual a frequência de limpeza das formas?

A cada concretagem Por turno Diariamente
 Semanalmente Não é feita

3.1.9 Que tipo de desmoldante é utilizado?

Não é utilizado Óleo mineral refinado Óleo mineral
queimado
 Óleo vegetal virgem Óleo vegetal usado Óleo disperso
em água Outros. _____

3.2 Colocação de armadura e peças complementares:

3.2.1 As armaduras são colocadas após a aplicação do desmoldante?

Sempre Nunca Ocasionalmente

3.2.2 São colocados espaçadores entre a forma e a armadura com base na NBR 6118?

Sempre Nunca Ocasionalmente

3.3 Lançamento e adensamento do concreto:

3.3.1 O concreto produzido na central é transportado em:

Caçambas Carrinhos esteiras Outros. _____

3.3.2 O tempo entre a mistura e aplicação do concreto é:

- Menor que 15 min. Entre 15-20 min.
 Entre 20-30 min. Maior que 30 min.

3.3.3 O concreto ao chegar ao local da aplicação esta:

- Coeso Segregado Ocasionalmente ocorre segregação

3.3.4 O concreto é lançado a uma altura inferior a 2m, conforme NBR6118?

- Sim Não Às vezes

3.3.5 O adensamento do concreto é feito com:

- Vibrador de imersão Vibrador de mesa Martelos de borracha
 Não é feito Outros. _____

3.3.6 Há contato entre o vibrador e a armadura?

- Sempre Às vezes Nunca

3.3.7 No caso de vibradores de imersão a camada adensada é de aproximadamente $\frac{3}{4}$ do tamanho da agulha?

- Atende Às vezes Nunca

3.3.8 Existe vazamento do concreto das formas no momento da vibração?

- Sim Ocasionalmente Nunca

3.3.9 Os concretos são rastreados para resistência de desmoldagem?

- Sim Não Ocasionalmente

3.4 Cura do concreto

3.4.1 Após o lançamento e adensamento, o concreto é protegido:

- Grandes mudanças de temperatura Sol direto Chuva forte
 Agentes químicos Choques e vibrações excessivas Ventos
 As vezes é feita a proteção Nunca é feita a proteção

3.4.1 Como é feita a cura do concreto

- Cura ambiente Cura submersa Cura por membranas
 Cura química Cura acelerada a vapor Não é feito cura
 Outro. _____

3.5 Desmoldagem

3.5.1 Qual o teste de desmoldagem

- Resistência por corpos de prova Visual por coloração do concreto
 Desmoldagem de peça aleatória Ao toque Não é feito

3.5.2 A desmoldagem sempre é feita após o concreto atingir a resistência adequada?

- Sim Não ocasionalmente

3.5.3 Na desmoldagem as peças ficam grudadas?
 Sempre Nunca Ocasionalmente

4. Qualidade da produção

4.1 Qualificação da produção

4.1.1 A empresa possui algum sistema ou certificação de qualidade?
 Selo ABCIC Série ISO 9000 Série ISSO 14000
 Outros Está em processo de implantação Não possui

4.1.2 Com que frequência o responsável pela produção recebe treinamento?
 mensalmente Trimestralmente Semestralmente
 Anualmente Não recebe treinamento Nunca recebeu treinamento

4.1.3 O responsável pela produção recebe treinamento:
 Própria empresa Empresa externa Universidade
 Fornecedores Outros Não recebe

4.2 Inspeção das peças produzidas:

4.2.1 São feitas inspeções nas peças após a desmoldagem?
 Sempre Nunca Às vezes

4.2.2 Quem é responsável pela inspeção nas peças?
 Ninguém Qualidade Responsável pela produção
 Inspeção externa Outros

4.2.3 Quais são as manifestações patológicas mais freqüentes nas peças?
 Bolhas Fissuras Quebras Manchas
 Nichos de concretagem Nenhuma Outros _____

4.2.4 Qual a manifestação patológica mais freqüente nas peças?

Peça	U	H	T	V	□	Ret.	Quad.	Circ.
Pilar								
Viga								
Poste								
Viga								

a) Bolhas; b) Fissuras; c) Quebras; d) Manchas; e) Nichos de concretagem;
 f) Nenhuma; g) outra.

I. Não encontro; II. Raramente; III. Proporções variadas; IV. Em excesso;
 V. Manchas claras; VI. Manchas escuras.

4.2.5 A empresa faz algum tipo de registro das manifestações patológicas?
 Sim Não

4.2.6 Existe algum procedimento para prevenção das manifestações patológicas?
 Sim Não Às vezes

4.2.7 A empresa possui alguma planilha de pontuação de manifestações patológicas?

Sim Não

4.3 Manutenção das peças produzidas

4.3.1 A empresa possui algum setor de reparos das peças produzidas?

Sim Não

4.3.2 Quais as manifestações patológicas podem ir para o setor de reparo?

Manifestação Patológica	Sim	Não
Bolhas		
Fissuras		
Quebras		
Manchas		
Nichos de concretagem		
Outros		

4.3.3 Qual manifestação patológica causa comprometimento estrutural:

Bolhas Fissuras Quebras Manchas
 Nichos de concretagem Nenhuma Outros

4.3.4 As peças com problemas estruturais:

Recebem reparos São descartadas
 Não recebem reparos Outros

4.3.5 Os reparos estéticos das peças são feitas:

Com argamassas industriais
 Com argamassas feitas na fábrica
 Com nata de cimento
 Resinas epoxidicas
 Não são feitas

4.3.6 Existe controle das peças reparadas?

Sempre Nunca Ocasionalmente

Observações:

.....

.....

.....

.....

.....

.....