



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

DEGRADAÇÃO DE PISOS DE CONCRETO ARMADO EM EDIFICAÇÕES RURAIS PARA CONFINAMENTO DE BOVINOS

Jairo Amado Amin

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, Brasil
e-mail: amin@creapr.org.br

RESUMO

Os pisos de concreto utilizados em confinamentos de gado bovino são executados em dois níveis: o piso propriamente dito, constituído de um ripado de peças pré-moldadas e um nível inferior, em forma de canaleta que conduz os dejetos para tratamento biológico. Os ácidos acético e láctico, oriundos do processo de fermentação dos dejetos e restos de alimentos, degradam a pasta hidratada intersticial do concreto, reduzindo sua vida útil. O presente trabalho teve como objetivo a investigação do processo de degradação do sistema de piso, sendo que, no caso das peças pré-moldadas, levou-se em conta o critério de produção “in loco” ou em empresas fabricantes de pré-moldados. Foi feita a verificação através de observações dos pisos em confinamentos e também através de entrevistas com pessoas que produziram o concreto, a saber, produtores rurais e empresas de pré-moldados. As informações levantadas demonstraram que as peças pré-moldadas foram projetadas e construídas visando basicamente a resistência mecânica para a segurança estrutural, sem muita preocupação quanto a durabilidade ao meio agressivo a que estavam expostas. No caso das canaletas, sem função estrutural, ocorreu o mesmo. As pessoas entrevistadas desconheciam fatores que aumentam a vida útil no caso de ambiente agressivo, como tipo de cimento utilizado, cobrimento de armadura, tipo de agregado, relação água/cimento, etc. Concluiu-se pela necessidade de uma estratégia adequada para a transferência de conhecimentos relativos ao assunto, visando o aumento da vida útil das peças fabricadas.

Palavras-chave: degradação do concreto; ataque ácido; construções rurais.

ABSTRACT

Concrete floors used in beef and dairy cattle confinement facilities are built in two different levels: the floor itself, which is made of floor slats, and the level underneath, the slurry pit or channel conducting the manure to the biological treatment area. Lactic and acetic acids that originate in spilled meal-water mixtures combine with free lime in the concrete structures, which affects the binding agents or the cement paste, leaving them in unstable conditions, thus reducing their durability. The major aim of this work was to investigate the deterioration process of the floor slats and the concrete floor underneath. In the case of precast concrete slats the production system: both “in loco” or by specialized manufacturers, was taken into account. This aspect was checked by observing the floor of the confinement facilities and also through interviews with the people who made the concrete: rural producers and precast concrete slats manufacturers. The collected data showed that the precast concrete slats were designed to present mechanical resistance in order to ensure the security of the structures, without taking into account the durability and the aggressive environmental conditions. In the case of the slurry pit or channel underneath the floor slats which do not have a structural function, the same problem was detected. The people interviewed did not know the different factors which could help to increase the useful life of the cement in case of aggressive environmental conditions, such as the type of cement used as a building material, the cement content, the aggregate type, the degree of consolidation of the concrete mix, the water/cement ratio, etc.. This study evinces the need to develop an adequate strategy to transfer the findings related to the subject, to rural producers and concrete slats manufacturers, with the purpose of improving the quality of the manufactured pieces.

Key words: concrete degradation, acid attack, rural construction

1 INTRODUÇÃO

Produtores rurais que se dedicam à atividade econômica de exploração da bovinocultura de corte e de leite, em sistema de confinamento, utilizam, nas instalações físicas específicas, pisos executados com vigas pré-moldadas em concreto armado, fornecidas por empresas do ramo, ou na maioria dos casos, fabricadas no próprio local de confinamento.

Os referidos pisos são montados com vigas de comprimento até 5,0 metros, com seção trapezoidal, com dimensões aproximadas de 15 cm por 17 cm e altura de 15 cm. Essas vigas são executadas de forma suspensa, deixando-se um espaçamento máximo de 3 cm entre elas, na borda superior, objetivando o escoamento dos dejetos através de valas, para o devido tratamento em esterqueiras.

Os animais concentrados nesses ambientes produzem uma quantidade substancial de dejetos (fezes e urina), que possuem em sua composição elementos ácidos agressivos ao concreto, principalmente aos componentes cálcicos do cimento. A quantidade desses dejetos é bastante expressiva, chegando a uma média diária de 40 kg por animal. Somam-se a esses elementos, restos de alimentos fornecidos aos animais que, misturados com água, produzem, após fermentação, outros elementos que atacam o concreto.

Os ácidos são os agentes mais agressivos ao concreto, em vista da característica fortemente básica da pasta de cimento, normalmente com pH entre 10 e 13. Segundo Cincotto (1972), os ácidos que agem sobre o concreto dissolvem tanto os compostos hidratados como os não hidratados e esta dissolução é contínua, chegando a um caso extremo de um concreto completamente desprovido de aglomerante, com conseqüente desagregação do material.

No caso específico das construções rurais nas quais se abriga gado bovino em sistema de confinamento, identificam-se ácidos importantes, tais como acético e láctico, provenientes da fermentação de restos de alimentos, bem como de fezes dos animais e ácido hipúrico proveniente de sua urina.

DE BELIE et al. (1997) indicam três estágios da degradação do concreto: 1) a superfície do concreto é enfraquecida pelo ataque dos agentes ácidos contidos nos dejetos; 2) as camadas enfraquecidas são removidas pelos impactos mecânicos ocasionados pelas patas dos animais e pela pressão das águas de lavagem dos pisos; e 3) a região onde existe a pasta de cimento e agregados é totalmente desfeita. Afirmam ainda os autores que esta degradação aumenta a rugosidade e o espaçamento dos vãos entre as vigas, causando ferimentos nos animais, ocorrendo na seqüência o colapso das peças.

Fica, portanto, visível que a vida útil das peças é reduzida de forma relevante, impondo-se a necessidade de se definir parâmetros para execução e escolha de materiais para confecção de um concreto que possibilite uma ampliação dessa vida útil, propiciando ao produtor o aumento no período de substituição das peças.

Em vista disso, torna-se importante a avaliação dos reais efeitos na degradação do concreto, bem como a definição das variáveis mais importantes que incidem na perda de utilização das peças em período de tempo reduzido. Estudos realizados por pesquisadores, como De Belie et al. (1997), Altheman (2002), Helene (2002), Levy (2001), dentre outros, concluem que os concretos armados utilizados em ambientes atacados por agentes ácidos devem ter baixa porosidade capilar, maior resistência mecânica, maior resistência à abrasão, menor permeabilidade, entre outras características importantes.

NEVILLE (1997) esclarece, por exemplo, que a ação das pozolanas fixa o Ca(OH)_2 do cimento, que é normalmente o produto mais vulnerável ao ataque ácido, e, portanto, cimentos com adição de pozolanas são favoráveis à durabilidade das estruturas. Decisivamente, então, o tipo de cimento a ser utilizado é fator preponderante para o atingimento do objetivo proposto.

Objetivamente, a degradação rápida das peças e seu colapso ocorrem, muitas vezes, em momentos

inapropriados para o produtor. Além do custo dos insumos e de mão-de-obra para substituição dos pisos, as células destinadas ao gado confinado ficam inoperantes durante razoável tempo, causando transtornos para o devido planejamento no trato da produção de gado de corte e de leite, em consequência das dificuldades de manejo. Por outro lado, mesmo antes do colapso, se ocorrer, os animais sofrem algumas injúrias, como ferimentos nos cascos, podendo não só ocasionar doenças e patologias que exigem tratamentos intensivos, como também haver prejuízos na produtividade e no ganho de peso dos animais.

A disseminação dos conhecimentos aos produtores rurais e fabricantes de pré-moldados favorecerá a melhoria dos ambientes produtivos, proporcionando uma maior economia para os produtores rurais. É de suma importância também que tais informações sejam repassadas aos acadêmicos dos cursos de Agronomia e de Engenharia Civil, criando uma consciência e uma cultura apropriada para a aplicação desses conhecimentos na vida profissional futura.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é mostrar a investigação feita através de trabalho de pesquisa com respeito ao processo de degradação de vigas pré-moldadas em concreto, utilizadas em pisos de confinamento de gado bovino, aplicando-se para isso o método de estudo de caso aliado à pesquisa bibliográfica.

3 CONDUÇÃO DA PESQUISA ATRAVÉS DE ESTUDO DE CASO

A primeira medida foi a escolha de um caso-piloto, segundo critério de facilidade na busca de dados e de proximidade geográfica. YIN (2001) explica que a conveniência, o acesso aos dados e a proximidade geográfica podem ser os principais critérios na hora de se selecionar o caso-piloto. Este local poderia ser usado para assumir o papel de um laboratório para o pesquisador, possibilitando-se observar os fenômenos de ângulos diferentes e testar abordagens diferentes em uma base experimental. O trabalho feito no local do caso-piloto pode fornecer algumas informações sobre as questões de campo relevantes e também sobre a logística da investigação de campo.

Conhecidas as evidências através do caso-piloto, procedeu-se a uma ampla pesquisa bibliográfica, objetivando o conhecimento teórico dos fatos e dos fenômenos que regem o ataque químico ao concreto por soluções ácidas. Configurando-se o panorama, optou-se por uma estruturação que contemplasse situações divergentes quanto aos processos construtivos, já que foi constatado no caso-piloto o fato de produção *in loco* do material utilizado (vigas pré-moldadas de piso).

Do ponto de vista da logística, optou-se, após estudo do caso-piloto, pela condução da pesquisa sendo feita em duas empresas fabricantes de elementos pré-moldados, condicionando-se a escolha a empresas que tenham fabricado e fornecido pisos pré-moldados para produtores rurais. Da mesma forma averiguou-se mais uma propriedade rural que tenha produzido *in loco* os materiais utilizados, além do caso-piloto, o qual passou a se chamar Estudo de Caso 1, conforme figura 1 abaixo.

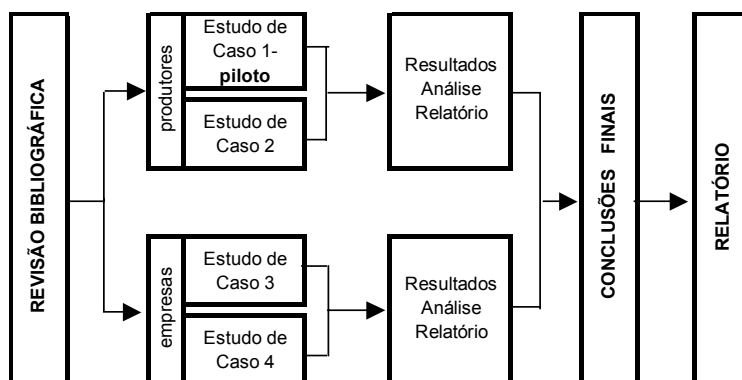


Figura 1 – Esquema de Estudo de Caso

Para a escolha das empresas e propriedades rurais, adotou-se o critério da regionalização para ambas, tendo em vista a uniformidade na coleta dos dados e a facilidade de acesso aos locais. Optou-se por empresas localizadas no município de Ponta Grossa e nas localidades de Castro e de Carambeí, como referências importantes, tendo em vista os sistemas adotados para criação de gado bovino para corte.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 CASO PILOTO

Trata-se de uma propriedade rural, com aproximadamente 1.000 alqueires de terra agriculturável, situada a 25 km do centro da cidade de Ponta Grossa, sentido oeste. Esta empresa familiar tem por objetivo principal a cultura de grãos, como soja, milho, feijão etc. São mantidos no local dois galpões destinados à engorda de bovinos, em sistema intensivo de confinamento, abrigando cada um, aproximadamente, 200 cabeças de gado. Os dejetos dos animais são tratados em tanques de digestão aeróbia e são utilizados, após diluídos e tratados, como conservante e fertilizante do solo.

O galpão possui dimensões de 10,40 m x 25,40 m e um pé direito de 3,00 m. As baias possuem dimensões de 3,00 m x 5,00 m e entre elas existe um corredor central de 4,00 m destinado às atividades de serviço e de manutenção do ambiente.

O sistema de coleta de dejetos consiste num canal trapezoidal sob cada box, ligado a um canal externo na lateral da edificação. A seção trapezoidal possui uma altura variável de 50 cm a 100 cm, culminando em um canal de 30 x 50 cm. Todo sistema trabalha a gravidade até o tanque de tratamento aeróbio.

As edificações destinadas ao confinamento do gado foram projetadas e executadas por empresa construtora da cidade de Ponta Grossa, no ano de 1992. Para complementar os dados referentes ao assunto, houve necessidade de se investigar também os documentos inerentes à execução das obras, bem como uma análise do referido projeto, verificando-se detalhes e especificações, principalmente do sistema de escoamento dos dejetos dos animais. Esta verificação fez-se em visita aos escritórios da empresa construtora responsável pelas obras; na sequência entrevistou-se o proprietário da empresa e pessoas envolvidas no processo de substituição das vigas já degradadas. Para tanto foram seguidos o protocolo programado e o roteiro de entrevista, procurando-se obter de forma espontânea todos os dados importantes para a análise do problema.

4.1.1 Relato da Situação

Foram realizadas três visitas ao local, com durabilidade aproximada de uma hora em cada uma delas. A primeira teve como objetivo um primeiro contato com o proprietário, quando foram explicitados os objetivos e o produto da pesquisa. Na segunda visita, de caráter exploratório, foram verificados o estado dos pisos ripados, o processo de condução dos dejetos e também peças de concreto já substituídas e descartadas em local próximo. Na terceira visita foram realizadas as entrevistas, conforme roteiro já definido.

Na verificação do estado atual dos pisos, constatou-se uma grande degradação deles, principalmente na face superior da viga. Em muitas delas a dimensão da face superior da seção trapezoidal já apresentava redução da ordem de 50%, em alguns trechos.

A Figura 2, mostra a situação relatada, com ocorrência de importante processo de degradação.



Figura 2 – Situação do piso ripado – Caso Piloto

Vigas no estado apresentado entram em processo de ruptura em curto espaço de tempo. O procedimento adotado e verificado é a substituição das peças, que são feitas no próprio local, sem um acompanhamento técnico de profissional habilitado.

Nessa etapa foi verificada a inexistência de um padrão construtivo para as peças pré-moldadas, principalmente no que diz respeito às dimensões da seção transversal. Observou-se nos diversos boxes em utilização e em peças descartadas no terreno ao lado da edificação, vigas com dimensões de 15 cm, 17 cm e até 20 cm na sua face superior.

Em peças já rompidas existentes no local, foi possível se verificar o processo de degradação, com ocorrência de descolamento das camadas superficiais do concreto e com exposição das armaduras. Este descolamento se deu, na maioria das vezes, na face inferior da viga, pela exposição mais intensiva aos agentes agressivos, em vista do próprio processo de acúmulo de dejetos no canal de lodo. A Figura 3 mostra detalhes das vigas após a ruptura final.



Figura 3 – Peças de vigas rompidas

Na análise das peças rompidas ficou evidente a expressiva deficiência do cobrimento das armaduras, variando entre 1,5 cm a 2,0 cm, valor considerado inadequado para uso em ambientes agressivos.

É importante se ressaltar que no caso analisado, o sistema de coleta de dejetos foi concebido e executado para sua condução, por gravidade, até os tanques de tratamento aeróbio. Não há, portanto, a participação de nenhum elemento ou técnica suplementar para minimização do tempo de permanência do material no canal de lodo. Este fator aumenta o nível de agressividade do meio, visto que o canal se mantém com o nível superior sempre próximo à face inferior das vigas, acelerando o processo de degradação.

A pesquisa teve como escopo inicial a obtenção de dados e elementos que conduzissem a uma visualização global da questão relativa ao processo de deterioração de pisos ripados de concreto armado em confinamento de gado bovino. A observação dos ambientes e da ocorrência de fatores inerentes ao processo foi feita de forma a complementar as informações obtidas através das entrevistas. Estas foram conduzidas de forma espontânea, com o sentido único de não se obter, a princípio, respostas previsíveis. A experiência e a intuição das pessoas entrevistadas com respeito ao assunto foram levadas em consideração, no processo de ouvir e assimilar novas informações, evitando-se assim os pontos de vista tendenciosos e não relevantes. Para tanto as entrevistas seguiram um roteiro pré-estabelecido e também a um protocolo de estudo de caso.

Os dois galpões para terminação de gado para corte foram construídos no ano de 1992, por uma empresa construtora da cidade de Ponta Grossa, a qual elaborou também os projetos específicos. Segundo o proprietário entrevistado, em nenhum momento discutiu-se a questão da agressividade a que estaria submetido o piso ripado, num processo contínuo de contato com matéria orgânica em fermentação, com alternância entre períodos secos e úmidos, e ainda à abrasão ocasionado pelas patas dos animais.

Em início do ano de 2003, decorridos aproximadamente dez anos de utilização, houve necessidade de substituição de aproximadamente 40% do piso existente. Essa reforma de razoável vulto trouxe transtornos e inconvenientes para o manejo do gado, conforme relatou o entrevistado. Houve suspensão periódica de parte da produção, o que acarretou certo prejuízo para a empresa. Desde então optou-se pelo monitoramento visual individualizado das peças, com produção de peças sobressalentes no próprio local. Mantendo-se uma baia ou box sem uso, a substituição poderia ser programada a qualquer momento, bastando um manejo dos animais para o espaço reserva. A execução das peças ficaria a cargo de próprios funcionários da fazenda, deslocados para aquele fim.

Em entrevista com o funcionário designado para execução das vigas, verificou-se tratar de uma pessoa com certa experiência em construção civil, por já ter exercido a função de pedreiro. Como resultado, obtiveram-se as seguintes informações:

1. a dosagem do concreto foi feita de forma empírica, sendo o traço composto por duas partes e meia de areia e duas partes e meia de pedra para cada saco de cimento;
2. o cimento utilizado é o cimento CP V – ARI; perguntado sobre os motivos do uso de tal cimento, o entrevistado afirmou que esse tem maior resistência e também “seca” mais rápido;
3. o cobrimento da armadura é em torno de 2,0 cm.;
4. pelas informações prestadas a relação fator água/cimento fica em torno de 0,60;
5. o adensamento é feito manualmente.

4.2 ESTUDO DE CASO 2

Neste segundo estudo de caso, foi investigada uma propriedade rural no município de Carambeí, distante 17 km de Ponta Grossa, de caráter familiar tradicional, produtora de leite, mantendo no local aproximadamente 140 animais. O sistema adotado é o de estabulação livre, tipo “free-stall”, no qual o repouso animal é feito em cubículos (ou baias) individuais, onde os animais entram e saem espontaneamente.

O local estudado é um galpão aberto destinado à alimentação e ao confinamento, com as baias localizadas nas laterais e um corredor interno central para alimentação do gado, configurando-se como um projeto tradicional para manejo de gado leiteiro. A área construída total da edificação em estudo é de 1.040,00 m².

O manejo dos dejetos é feito através de um sistema misto, no qual são coletados por canais construídos sob o espaço de circulação dos animais e são armazenados em tanques nas extremidades da construção. Periodicamente o esterco semi-sólido é retirado através de sistema vácuo-compressor, que faz as operações de homogeneização, carregamento e distribuição; a fertirrigação é feita através de

um caminhão-tanque.

O barracão para confinamento foi projetado e construído por uma empresa construtora da cidade de Ponta Grossa, no período de setembro de 1994 até o início de 1995. Os projetos executivos, principalmente aqueles que constituem o objeto deste estudo, foram devidamente analisados no escritório da empresa juntamente com seu autor.

4.2.1 Relato da Situação

Duas visitas foram realizadas ao local, sendo a primeira para troca de informações relativas ao objetivo do estudo e a importância de seu resultado. Nesta visita, que durou aproximadamente meia hora, marcou-se um retorno para exploração do local e entrevista com o proprietário. Na segunda visita, que durou aproximadamente duas horas, foram investigados a situação atual das vigas de piso do confinamento e o sistema de manejo dos dejetos. Observou-se a princípio que no local existe grande quantidade de peças em estoque, executadas no decorrer do período, prevendo-se futuras substituições.

As peças mantidas em estoque se encontram de acordo com o memorial descritivo de cálculo estrutural verificado no escritório do profissional projetista. A novidade na concepção das vigas, em relação ao caso-piloto, é que são feitas aos pares, com travamento nas extremidades e no meio do vão. Isso para dar maior rigidez, evitando-se inclusive possibilidade de tombamento.

Na verificação das vigas em utilização no confinamento, constatou-se que a grande maioria se encontra em bom estado, não sendo verificado visualmente um importante processo de degradação. Em alguns pontos de maior acúmulo de dejetos e de circulação de animais, puderam ser verificados alguns lascamentos nas extremidades das vigas.

Considerando a acessibilidade do proprietário na facilidade e no interesse em contribuir com informações, a entrevista foi desenvolvida no decorrer da própria visita exploratória. É interessante apontar os seguintes dados colhidos quanto ao perfil do entrevistado frente ao problema estudado:

1. o entrevistado possui plena consciência da agressividade ao concreto pela fermentação dos dejetos dos animais;
2. o entrevistado providencia para que os interstícios entre as vigas sejam convenientemente limpos, duas vezes por semana, com pá ou outro instrumento, para que não se acumulem restos de dejetos nas laterais, e para que o fluxo normal de sua captação não seja prejudicado;
3. vigas que contenham fissuras aparentes não são utilizadas como peças de reposição, visto que aceleram o processo de degradação do concreto;
4. o entrevistado tem informações de que em países europeus considera-se que os pisos têm vida útil entre dez e doze anos;
5. o entrevistado se preocupa com respeito a patologias e ferimentos que possam ocorrer nos cascos dos animais, devido às alterações que ocorrem nos cantos das vigas, com o conseqüente aumento dos espaços intersticiais;
6. o entrevistado prevê ainda prejuízos por ocasião de substituição de peças, tendo em vista a necessidade de isolamento de área a ser trabalhada.

Quanto à entrevista realizada com o profissional executor e projetista do galpão, constatou-se que, quando da elaboração do projeto estrutural, ele se preocupou com a agressividade do meio, fixando um cobrimento de armadura igual a 3,0 cm. Por outro lado, não foram considerados outros fatores, tais como tipo de cimento a ser usado, tipo de adensamento etc. As vigas foram executadas no próprio local da obra, utilizando-se cimento tipo CP V-ARI, pela necessidade de rapidez na confecção das peças, sendo o adensamento feito manualmente.

4.3 ESTUDOS DE CASO 3 E 4

Trata-se de duas empresas de porte médio, fabricantes de pré-moldados, localizadas no município de

Castro, distante aproximadamente 40 km da cidade de Ponta Grossa, em direção norte. Foram realizadas visitas às empresas após contato com os respectivos proprietários. É extensa a lista de produtos de pré-moldados de cimento que as indústrias fabricam e comercializam. Dentre os utilizados por produtores agrícolas, encontram-se: cochos para sal, silagem, mourões para cerca e mangueira de gado e pisos ripados para suinocultura e bovinocultura.

Na entrevista com os proprietários, verificou-se uma demanda razoável de peças de pisos ripados, tanto para bovinocultura como para suinocultura. Não foi possível precisar o volume e a periodicidade de vendas, pela impossibilidade de coleta de dados junto a documentos das empresas. Constatou-se em ambas um pequeno estoque de peças de ripados para bovinocultura, com 2,20 m de comprimento, do tipo simples e também duplo, com travamento nas extremidades.

Deduziu-se pela entrevista que existe uma concepção generalizada da pouca durabilidade dos pisos ripados, em razão da *“acidez da urina dos animais”*, tanto de parte dos produtores como dos empresários. Em vista disso, as peças são construídas com cobrimento de armadura de 2,5 cm. Também nenhuma preocupação foi demonstrada quanto ao desgaste sofrido pelas peças pela abrasão ocasionada pela pata dos animais.

Segundo os entrevistados, há um desconhecimento com respeito a um traço apropriado para o uso em ambiente agressivo e também quanto a um tipo de cimento mais apropriado. Verificou-se que o traço adotado é o mesmo utilizado para a execução de vigotas destinadas a lajes pré-moldadas, ou seja, na informação do entrevistado, “traço 3:1”; a relação água/cimento utilizada é da ordem de 0,50, e o cimento utilizado é o cimento tipo CP V ARI. O adensamento do concreto é feito em mesas vibratórias e as empresas não possuem sistema de cura a vapor, nem mesmo utilizam cura úmida. Os procedimentos para execução de pisos ripados são os mesmos para todos os produtos comercializados pela empresa.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1 SISTEMATIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

A análise e a sistematização dos procedimentos em torno da confecção das peças utilizadas em pisos ripados, considerando-se os quatro casos apresentados, abrangeu todas as etapas do processo construtivo: concepção, construção e uso. Verificou-se no decorrer do estudo que o envolvimento de toda cadeia produtiva, desde o interveniente projetista até o usuário, passando pela interface industrial, é importante no sentido da melhoria da qualidade do produto final, com conseqüente satisfação final do cliente. Assim sendo, apresenta-se o cenário que resultou dos estudos exploratórios realizados no decorrer do trabalho:

a) Quanto ao interveniente projetista.

Nos Estudos de Caso 1 e 2 houve a participação decisiva de profissional projetista na concepção dos estábulos para confinamento. No Caso 1, não foi possível verificar-se detalhamentos quanto ao projeto estrutural, nem mesmo especificações construtivas, como resistência característica do concreto, cobrimento de armadura etc. Ao contrário, no que se refere ao Caso 2, um projeto estrutural bem concebido e detalhado foi apresentado, conjuntamente com um memorial descritivo. Neste caso o projetista fixou um cobrimento de armadura de 3,0 cm, prevendo a questão da agressividade do meio. Preocupou-se também em projetar uma seção transversal mais apropriada para resistir à abrasão causada pelas patas dos animais.

Nos Estudos de Casos 3 e 4, verificou-se que a questão relativa ao meio agressivo é parcialmente assimilada pelos produtores de peças pré-moldadas, sem no entanto demonstrarem nenhum conhecimento técnico sobre os mecanismos que ocasionam a degradação do concreto. Para tanto, mantêm um padrão construtivo idêntico, quer seja para vigotas componentes de lajes pré-moldadas, quer para pisos ripados. Conforme verificado, os estoques mantidos nos pátios demonstram que não há

preocupação quanto a especificidades de projetos arquitetônicos existentes, ou detalhamentos de ordem estrutural.

b) Quanto ao interveniente construtor.

Nos Estudos de Caso 1 e 2, o processo construtivo desenvolvido acompanhou os processos já tradicionalmente estabelecidos. As vigas do piso ripado foram executadas no próprio local, utilizando-se fôrmas de madeira, sem um adensamento adequado. Para o Caso 1 verificou-se uma significativa variação no cobrimento das armaduras, desde 1,5 cm até 2,5 cm. Em ambos os casos, após a entrega dos serviços, o usuário proprietário tomou para si o encargo de fabricação de peças para substituição, prevendo-se de antemão sua deterioração.

Já para as vigas fabricadas em ambiente industrial, ou seja, nos Estudos de Caso 3 e 4, o fator positivo encontra-se no processo de adensamento, quando se utilizam mesas vibratórias, melhorando a impermeabilidade do concreto.

c) Quanto ao interveniente usuário

Duas situações puderam ser verificadas com respeito aos proprietários que utilizam atualmente as edificações para confinamento de gado. Para o Estudo de Caso 2, constatou-se uma preocupação constante com respeito a uma dilatação da vida útil das peças. Atividades programadas de manutenção das vigas, como por exemplo, limpeza dos interstícios do piso pelo menos duas vezes por semana, demonstram que o usuário conhece os efeitos da ação dos dejetos dos animais sobre o concreto. Também a não utilização de peças que possuam fissuras visíveis, comprova tal assertiva.

5.2 CONCLUSÕES. PROPOSIÇÕES PARA A MELHORIA DA QUALIDADE

As conclusões apontadas, nas quais se constatou que existe possibilidade de garantir de imediato uma melhoria na qualidade dos pisos ripados, aumentando-se a durabilidade, envolvem diretrizes de atuação bastante diversificadas. Estas devem ser voltadas às etapas de concepção (projetos arquitetônico e estrutural) e também à execução dos serviços. Assim, apresentam-se as seguintes proposições:

a) Atribuições da etapa de concepção.

Na elaboração dos projetos executivos há necessidade de se agregar todo tipo de informações que estejam dentro ou fora do campo de atuação do profissional, para que se possa avaliar o máximo possível de variáveis que intervêm na vida útil das estruturas de concreto.

Em se tratando de projeto estrutural voltado para pisos de confinamento de gado, torna-se imprescindível que constem dele as especificações inerentes ao caso, tais como: tipo de cimento a ser utilizado, cobrimento da armadura, tipo de adensamento, especificação relativa à cura do concreto, relação água/cimento e resistência característica do concreto, tudo de acordo com a NBR 6118/2003.

Outro ponto fundamental na interação entre concepção e usuário é sempre a importância que se deve dar à questão de ouvir o cliente, procurando-se verificar suas expectativas em termos do desempenho dos componentes pré-moldados de concreto.

b) Atribuições da etapa de execução

Como garantia da qualidade do produto fabricado, sugere-se que os pisos ripados sejam fabricados, sempre que possível, nas indústrias de peças pré-moldadas, considerando as condições técnicas existentes nesses locais, como por exemplo, adensamento em mesas vibratórias. Por outro lado, a implantação de um sistema de cura úmida ou de cura a vapor de qualquer tipo, torna-se um investimento necessário para a consolidação da qualidade dos produtos fabricados.

Essas empresas possuem ainda condições de implantação de programas de qualidade, que permitem um maior controle no recebimento, na estocagem e no uso dos materiais utilizados: cimento, armaduras, agregados, fôrmas etc. Da mesma forma, é possível nesses casos um acompanhamento no processo de produção das peças: montagem e posicionamento das armaduras, concreto (traço, mistura, transporte, lançamento, adensamento, cura e desforma), reparos, transporte e estocagem dos produtos.

REFERÊNCIAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Efeitos de Várias Substâncias Sobre o Concreto**. São Paulo: BT 55, 1990.

ALVES, J. A. **Ação corrosiva dos ácidos sobre o concreto**. Reunião Comemorativa do 10º Aniversário IBRACON, julho 1982.

CAMPITELI, V. C. **A porosidade do concreto e a sua modificação com o uso de algumas adições**. Dissertação (Mestrado). São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1985.

CETESB. **Determinação do grau de agressividade de meio aquoso ao concreto : procedimento** - CETESB L1.007, São Paulo, 1988.

CINCOTTO, M.A. **Algumas considerações sobre a ação de fluidos agressivos ao concreto**. São Paulo: 1972

DE BELIE N.; DEBRUYCKERE M.; NIEUWENBURG D.V.; BLAERE B. **Concrete Attack by Feed Acids. Accelerated Tests to Compare Different Concrete Compositions and Technologies**. ACI Materials Journal, novembro/dezembro, 1997.

HELENE, P.R.L. **Durabilidade do concreto versus agressividade do meio**. Tecnologia de Edificações/Projeto de Divulgação. Tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: Pini, 1988.

KAEFER, L.F. **Considerações sobre a microestrutura do concreto**. Seminário Aspectos Tecnológicos de Materiais Estruturais. PEF 5736. São Paulo: s.d.

LARANJEIRAS, A. C. R. . **Estruturas de concretos duráveis: uma chave para o sucesso do desenvolvimento sustentável**. Florianópolis: 2003.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. 1. ed. São Paulo: PINI. 1994

MENENDEZ, G.; BONAVENTI, V.; IRASSAR, E.F. **Strength Development of Ternary Blended Cement with Limestone Filler and Blast-Furnace Slag**. Cement & Concrete Composites, 25, p. 61-67, 2003.

MESEGUER, A .G., 1991. **Controle e garantia de qualidade na construção**. São Paulo: 1991.
MOREIRA, H.S.P. Ação de alguns agentes agressivos sobre concretos amassados com diferentes tipos de cimento. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. (2002)

NEVILLE, A . M., 1997. **Propriedades do concreto**. 2. ed. Trad. de Salvador E. Giammusso, São Paulo: PINI, 1997.

SANTOS, S.; SAVAGE, A .; DUARTE, L. A **Nova NBR 6118 e a durabilidade das estruturas**. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2003.