

CONCRETO DOSADO EM CENTRAL: UMA ANÁLISE DE ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO NA FORTECONCRETOS

Tatiana Pinheiro Chagas¹

Graduanda do Curso de Engenharia de Produção

Antonio Carlos Breves de Souza²

Coordenador do Curso de Administração

Wellington Leôncio da Costa³

Diretor do Instituto de Ciências Sociais e Humanas

Dário Moreira Pinto Junior⁴

Professor do Curso de Administração

Resumo

Este artigo tem como objetivos apresentar razões que mostram o concreto como o material mais usado na engenharia civil e mostrar as diversas vantagens que são facilmente observadas pela necessidade crescente de se construir com qualidade, economia e rapidez. É um produto que atende perfeitamente às determinações das normas brasileiras (ABNT), atendendo, assim, a tecnologia do concreto. Apresenta-se, neste trabalho, todo o procedimento utilizado pela empresa em questão, desde a fase inicial de adição dos componentes até a fase final de instalação nos seus clientes.

Palavra chave: concreto, cura do concreto, dosagem de concreto.

Abstract

This article aims to give reasons which show the concrete as the material most commonly used in civil engineering and show the many advantages that are easily observed by the growing need to build quality, economy and speed. It is a product that perfectly meets determinations Brazilian standards (ABNT) and thus meets the concrete technology. It is presented in this work, the entire procedure used by the company in question, from the initial addition of components to the final stage of installation on their customers.

Keywords: concrete, curing concrete, strength of concrete.

¹ CESG, Engenharia, São Gotardo-MG, tatianap@cesg.br

² UGB, Tecnologia, Volta Redonda-RJ, acbreves@terra.com

³ UGB, Tecnologia, Volta Redonda-RJ, welec@.ig.com.br

⁴ UGB, Tecnologia, Volta Redonda-RJ., dariompj@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Os primeiros materiais a serem empregados nas construções antigas foram a pedra natural e a madeira, por estarem disponíveis na natureza. O ferro, o aço e o concreto só foram empregados nas construções séculos mais tarde. O material considerado ideal para as construções é aquele que apresenta conjuntamente as qualidades de resistência e durabilidade. A pedra, muito usada nas construções antigas, tem resistência à compressão e durabilidade muito elevadas, porém, tem baixa resistência à tração. A madeira tem razoável resistência, mas a durabilidade é limitada. O ferro e o aço têm resistência elevada, mas a durabilidade também é limitada em consequência da corrosão que podem sofrer. O concreto armado surgiu da necessidade de aliar a durabilidade da pedra com a resistência do aço, com as vantagens do material composto poder assumir qualquer forma, com rapidez e facilidade, e com o aço envolvido e protegido pelo concreto para evitar a sua corrosão.

Os materiais de construção feitos à base de cimento, chamados “materiais cimentícios”, podem ser considerados os materiais mais importantes produzidos pelo homem (VASCONCELOS, 1992), porque lhe possibilitou construir as edificações e todas as principais obras de que necessitava para viver, como por exemplo as habitações, fortificações, aquedutos, barragens, obras sanitárias, pontes, rodovias, escolas, hospitais, teatros, igrejas, museus, palácios, entre tantos outros tipos de construção.

A engenharia civil está presente na vida humana através da construção civil, responsável pela geração de empregos e renda em larga escala. No Brasil, em 2002, esta indústria foi responsável, segundo IBGE (2002), por 21% do PIB do setor industrial e a tendência é que a mesma continue a desempenhar importante papel na economia de nosso país, tanto pela ocupação e desenvolvimento de regiões ainda pouco exploradas e com franco potencial de crescimento como pela conservação, manutenção e adequação de outras já plenamente desenvolvidas e povoadas.

Mehta (1994) alertou para a responsabilidade social dos engenheiros, que pode ser exercida com a consideração do custo ecológico do material durante o processo de escolha dos mesmos: uso de materiais que exijam menor desflorestamento e com menor consumo de energia e água. Em comparação com o vidro, metais e polímeros o concreto torna-se a melhor escolha ecológica e, sendo o material construtivo mais utilizado no mundo, a inserção da engenharia civil neste contexto passa pela excelência no uso do mesmo.

O desempenho eficiente do concreto está relacionado, sobretudo, com a sua durabilidade que é considerada uma propriedade dinâmica na medida que a estrutura e as características do concreto são variáveis ao longo do tempo tornando o concreto uma espécie de sistema vivo (BASHEER et al, 1994). Esta relação entre o desempenho do concreto e a permeabilidade é especialmente importante para o caso do concreto armado. Ela é válida tanto para os concretos produzidos com elevado controle tecnológico, quanto para obras correntes que, em apenas 22% dos casos utilizam concreto dosado em central (GOUVEA & PAPA, 2004).

O concreto é o utilitário de construção mais utilizado pela civilização atual. A procura permanente da qualidade, a necessidade da contenção de custos e a racionalização das construções, fazem com que o concreto dosado em central (MESSEGUER, 1994), seja cada vez mais empregado. Daí nota-se o reconhecimento desse material.

Segundo Vasconcelos, entre os benefícios de se aplicar o concreto dosado em central, podemos citar a exclusão das perdas de areia, brita e cimento; diminuição do número de operários da obra, com conseqüente diminuição dos encargos sociais e trabalhistas; mais rapidez e produtividade da equipe de trabalho; segurança da qualidade do concreto graças ao rigoroso controle tomado pelas centrais dosadoras; diminuição no controle de fornecimentos, materiais e equipamentos, bem como eliminação das áreas de estoque, com melhor aproveitamento do canteiro de obras; menor custo total da obra. Uma construção satisfatória depende, em grande parte, da correta definição do tipo de concreto a ser utilizado.

O concreto industrializado em central é normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1992) através do Comitê Brasileiro de Cimento (CBC, 2012) Concreto e Agregado.

Os regulamentos que orientam sobre a perfeita utilização do concreto são: NBR 6118 - Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado (ABNT, 2003), NBR 7212 - Execução do Concreto Dosado em Central (ABNT, 1996), NBR 12654 - Controle Tecnológico dos Materiais Componentes do Concreto, NBR 12655 - Preparo, Controle e Recebimento de Concreto (ABNT, 2006) e NBR 8953 - Concreto para Fins Estruturais – Classificação por Grupos de Resistência (ABNT, 1992).

Apresenta-se, neste trabalho, todo o procedimento utilizado pela empresa *Forteconcreto* (2012) desde a fase inicial de adição dos componentes até a fase final de instalação nos seus clientes, lembrando que um dos diferenciais da empresa é a qualidade.

2. COMPOSIÇÃO DO CONCRETO

O concreto convencional fresco é a junção de areia, cimento, brita. Normalmente o tamanho das pedras usadas para fazer concreto não passa de uma polegada. A argamassa é a combinação de pasta de cimento com areia, sendo pasta de cimento a mistura de cimento e água. Sendo assim, o concreto é um material feito pela mistura de cimento, água, areia e pedra, que enrijece aos poucos pelas reações químicas que surgem entre o cimento e a água. A somatória de pedras à argamassa para industrializar o concreto é realizada por vários motivos. O primeiro deles é a diminuição do custo da matéria prima. Como a pedra tem um valor menor que a argamassa, quanto maior for o espaço ocupado por pedras menor será o valor do concreto. O segundo é a diminuição da compressão, pois a pasta de cimento ao endurecer diminui de tamanho, e esse acontecimento gera roturas ou fendas. Como a pasta de cimento está contida na argamassa, quanto menor a abundância de argamassa menor a compressão do concreto. O terceiro motivo é a diminuição da alteração do concreto sob efeito das forças de atuantes, ou seja, não queremos que

o concreto endurecido se modifique muito devido às cargas presentes (ATCIN, 2000).

Mais um motivo é a redução da temperatura que o concreto passa nas primeiras idades, diminuindo a expansão termal de início do concreto e, implicando, uma menor contração térmica, sendo grande causa das rachaduras no material. Mais uma vez, toda lacuna preenchida por pedra é volume que não possui pasta de cimento, então é lugar onde não acontece o fenômeno. Há outros benefícios em acrescentar pedras em lugar de usar argamassa pura, a melhoria da eficácia da combinação, dentre outros (ANDRIOLO, 1984).

Os agregados para produção de concreto devem ser limpos, resistentes, com boa classificação no tamanho dos grãos e os mesmos de forma compensada. Também não se deve esquecer-se da uniformidade entre remessas. Um traço apropriado é o ajuste ideal entre vários outros materiais específico. Se a obra trocar de fornecedor, ou se o fornecedor mudar de lugar onde explora os agregados é correto também que o traço da obra seja reavaliado sob o risco de não se obter a resistência especificada em projeto.

Os aditivos usados pela Forte Concretos, são em menores quantidades para modificar o desempenho da mistura fresca, o percentual de enrijecimento ou as características do concreto endurecido. Os principais tipos de aditivos utilizados na empresa são: **plastificantes** que atuam na superfície dos fragmentos de cimento proporcionando repulsão entre os grãos imergidos na água da mistura. Utilizados para deixar o concreto mais plástico sem acrescentar mais água na mistura; **incorporadores** de ar que agem produzindo pequenas bolhas de água na mistura igual a que age num sabão. As bolhas de ar também produzem um resultado plastificante da mistura fresca. Empregados em países de clima frio para ocupar espaços vazios na mistura endurecida (bolhas de ar) para que os cristais de gelo que se formam em seu interior na época do inverno encontrem espaço necessário para se instalarem; **superplastificantes** que também atuam na superfície dos fragmentos de cimento resultando repulsão entre os grãos imergidos na água da mistura. mecanismo físico químico é um pouco diferente dos plastificantes;

retardadores de pega que atuam na superfície dos grãos de cimento fazendo com que a partícula se dissipe mais lentamente na água de mistura. O resultado é o de aumentar o tempo que o concreto fresco pode ser manuseado, lançado e adensado.

Também há aditivos, no mercado, para aumentar a *pega*, acelerar o endurecimento, diminuir o tempo de endurecimento e reduzir a permeabilidade do concreto endurecido. É importante complementar que os concretos produzidos por usinas de concreto pré-misturado são sempre de aditivados. Só assim é possível produzir concreto com baixo consumo de cimento e maior capacidade de gerar trabalho sem afetar sua resistência.

Conforme citado acima, os aditivos são produtos químicos acrescentados à mistura de concreto. Sendo assim, foi possível avançar nos estudos do concreto e dosar concretos com resistências altas e de grande desempenho. Esses aditivos fazem com que produza concretos com baixíssimo teor de água reduzindo em até 30% a quantidade de água no concreto com o coerência no aumento de sua resistência.

Os aditivos congregados de ar, por sua vez, incidem na inserção de microbolhas de ar, com o intuito de aprimorar a trabalhabilidade do concreto, aumentar a vida útil, suavizar a permeabilidade e a limitação de espaço ou acesso, deixando o concreto mais coerente e igual em toda sua extensão. Os incorporadores de ar diminuem ainda a transpiração, que é a subida de água livre no concreto.

As fibras são confeccionadas a partir de copolímeros de polipropileno que proporcionam união e fixação à matriz de concreto, ampliando sua tenacidade. Com a incorporação das fibras, o concreto deixa de ser um material com menos fragilidade, pois elas servem de ponte de transferência de tensões pelas fissuras, diminuindo consideravelmente o agrupamento dessas tensões nas extremidades.

3. DOSAGEM DO CONCRETO

A pesquisa de dosagem que irá definir o traço adequado para a obra em função do cimento e agregados suficiente. Esse traço deverá atender a particularização do

projeto estrutural quanto à firmeza à pressão e deve proporcionar maneiras de trabalhar com o concreto ainda fresco.

No passado, em obras de porte menor, o construtor utilizar-se de um indicador de traços (que é um diagrama de estudo de doses não experimental) para calcular os traços da obra. O diagrama de traços do engenheiro Caldas Branco ficou famoso. Mesmo com críticas, antigamente o diagrama funcionava bem, por muitas vezes apresentava concretos bem laboráveis e que atingiam a firmeza mecânica desejada. Hoje em dia já não funciona mais. Um dos motivos é que os cimentos atualmente existentes no mercado são cimentos incorporados, finos, envolvendo uma grande demanda de água de amassamento, ou que acrescente aditivo plastificante na mistura. As usinas de concreto usam aditivos plastificantes, mas em obras de menores em que se mede o concreto na própria obra, isso não é método comum. O resultado é um concreto com resistência inferior ao do projeto estrutural.

Por isso, para se ter um traço garantido é correto que se realize um estudo de dosagem com vários experimentos, usando uma amostra do cimento e dos agregados que se industrializa o concreto para a obra. Custa pouco e assegura a qualidade do concreto que você irá produzir. Negocie a preparação de uma pesquisa de dosagem experimental em um laboratório particular se você não tiver condições de realizá-lo. Neste estudo de dosagem experimental são dosados pelo menos três traços básicos - fraco, médio e forte - com os materiais que a obra irá empregar e, a partir de decorrência de testes de firmeza à compressão aos 28 dias de idade, de corpos de prova modelados desses três traços fundamentais, é aceitável definir um traço próprio para obra, distinto desses três traços fundamentais, que seja parcimonioso e ainda agrade os requisitos do projeto estrutural da obra quanto à resistência à compressão do concreto.

4. METODOLOGIA

Apresenta-se, neste trabalho, todo o procedimento utilizado pela empresa em questão, desde a fase inicial de adição dos componentes até a fase final de instalação nos seus clientes. Foi feito um acompanhamento e análise de 5 (cinco) bateladas de concreto até a fase final da produção. Foram verificados aspectos tanto

no aspecto de projeto e qualidade dentro da filosofia do Controle da Qualidade Total –TQC. Vale destacar que, todo o procedimento foi baseado na norma NBR 7212 que corresponde a ABNT - 1996.

5. CICLO DE PRODUÇÃO DO CONCRETO NA EMPRESA

Quando o caminhão chega na obra, deve-se ficar atento se o concreto que está sendo entregue está em comum acordo com o pedido. Deve-se conferir no documento de entrega: volume do concreto; classe de agressividade; abatimento (slump-test); resistência característica do concreto à compressão; ou consumo de cimento/m³; aditivo, quando pedido. Antes da descarga do caminhão-betoneira deve-se ainda avaliar se a quantidade de água presente no concreto está conciliável com as particularizações, não havendo falta de água, porque atrapalha a aplicação do concreto, criando faixas diferentes na concretagem. Por outro lado, o excesso de água, embora facilite o aproveitamento do concreto, diminui respeitosamente sua força.

Durante o caminho da central dosadora até a obra é comum ocorrer lesão na consistência do concreto devido às condições climáticas - temperatura e umidade relativa do ar. Parte da água da combinação deve ser recolocada na obra equilibrando a perda por dissipação durante o trajeto. Para isso, utiliza-se o prova de abatimento, bastante simples e de fácil desempenho.

As regras para a reposição de água perdida por evaporação são especificadas pela NBR 7212 - Execução de Concreto Dosado em Central (ABNT, 1996). Como norma geral, a adição de água não deve exceder a medida do abatimento requerido pela obra e especificada no documento que atribui o concreto.

A NBR 7212 (ABNT, 1996) - Execução de Concreto Dosado em Central tem como regra geral, que a adição de água não deve passar a medida do abatimento requerida pela obra e citada no documento de entrega do concreto.

Quando no recebimento do concreto, é feito o ensaio de *abatimento*, também chamado de “slump teste”. Este ensaio, normalmente, é feito pelo setor de qualidade

da empresa, que é o principal controle de aceitação do concreto na obra. Ainda que, limitado, expressa o trabalho do concreto através de uma única informação de medida: abatimento.

Para que desempenhe este formidável papel (NEVILLE, 1997), deve-se fazê-lo corretamente: coletar a amostra de concreto depois de descarregar 0,5 m³ de concreto do caminhão e em volume aproximado de 30 litros; colocar o cone sobre a placa metálica bem nivelada e apóie seus pés sobre as abas inferiores do cone; preencha o cone em três camadas iguais e aplique 25 golpes uniformemente distribuídos em cada camada; adense a camada junto à base, de forma que a haste de compactação afunde em toda a profundidade.

No adensamento das divisões restantes, a haste deve penetrar até ser atingida a camada inferior próxima; após a compactação da última camada, retire o excesso de concreto e alise a superfície com uma régua metálica; retire o cone içando-o com cuidado na direção vertical; coloque a haste sobre o cone invertido e meça a distância entre a parte inferior da haste e o ponto médio do concreto, expressando o resultado em milímetros.

Não prenuencie o índice de diminuição do concreto. Mesmo com a experiência, tanto do motorista do caminhão betoneira, quanto do fiscal que recebe o concreto na obra, e realize o ensaio de abatimento do tronco de cone, utilizando-o como um utensílio de recebimento do concreto; não acrescente água após o início da concretagem, modifica as propriedades do concreto e cancela as seguranças colocadas em contrato.

O bombeamento é a melhor solução para se trabalhar com altos volumes em pequenos espaços de tempo. É o caso de amplas fundações, lajes de edifícios e tubulações, por causa de sua praticidade, capacidade de gerar trabalho e quantidade de finos, o concreto bambeável é excelente para obras em concreto superficial.

O processo de bombeamento proporciona muitos benefícios. Os principais benefícios do método de bombeamento são: maior agilidade de transporte e no

aproveitamento do concreto; diminuição da mão-de-obra; redução do número de máquinas de transporte, como guinchos, gruas, elevadores e Jeric as; menor necessidade de balanço por se tratar de um concreto mais elástico e com uma granulométrica sucessiva. O uso da método de bombeamento aceita uma concretagem contínua, evitando paradas e problemas juntas a concretagem.

A rapidez faz com que o trabalho seja mais composto de partes semelhantes. Para que o bombeamento tenha sucesso, é indispensável o acordo entre a obra e a central dosadora de concreto. O resultado final para o construtor é a redução de custos para a obra, maior produtividade e a menor número de equipamentos.

Como a concretagem é feita rapidamente com o bombeamento de concreto, o responsável pela obra deve observar alguns cuidados. O concreto bambeável é assentado quase que de uma só vez na fôrma e desempenha uma pressão maior sobre o escoramento lateral que o lançamento convencional. Dessa forma, o sistema de apoio deve ser reforçado.

Para a aplicação de concreto, é importante conservar pessoal limitado e bem distribuído e não se esquecer de ter sempre vibradores para uso futuro.

A cura do concreto é uma fase importante da concretagem, pois evita a dissipação prematura da água e fissuras no concreto. Logo após o início do endurecimento, o concreto persiste a ganhar mais força, mas para que isso ocorra de maneira aceitável, devem-se tomar alguns cuidados: inicie a cura imediatamente a superfície concretada tenha resistência à atuação da água e prolongue por, no mínimo, sete dias; conserve o concreto saturado até que os espaços tomados pela água sejam então completados pelos produtos da hidratação do cimento; deixe o concreto nas formas, mantendo-as molhadas; mantenha um processo contínuo de cura.

Os principais processos são: molhagem das formas; aspersão; recobrimento (areia, serragem, terra, sacos de aniagem); impermeabilização superficial (membranas de cura); submersão e cura a vapor.

Conforme dito acima, quanto mais perfeita e demorada for à cura do concreto, tanto melhores serão suas características finais. Quando as etapas de cura não são

seguidas, são diversas as causas que dão origem à fissuração. O processo é agravado, porém, quando a concretagem se dá em clima quente, com concretos de elevadas resistências iniciais e deforma em pequenas idades e concretos bombeados.

Os cimentos diferenciam-se por serem mais finos e misturados com adições. Aumentando assim os cuidados com a cura e amparo da peça recém concretada. As rachaduras que sucedem antes do enrijecimento do concreto são as consequências de lançamentos diferentes dentro de sua massa - sedimentação, ou da compressão da superfície causada pela rápida diminuição de água e arrefecimento enquanto o concreto ainda está elástico.

6. ASPECTOS DE QUALIDADE

A dosagem de um concreto é sucessivamente feita com margem de garantia mencionada em regulamento - NBR 12655 (ABNT, 2006). Após a concretagem deve-se ter o conhecimento se o concreto alcançou a força mencionada no projeto feito pelo calculista. Para isso, rompem-se os corpos de prova moldados no lugar da obra, em máquinas especiais. Após a extrusão dos corpos-de-prova e com os resultados em mãos é realizado o “controle estatístico da resistência do concreto”.

A NBR 12655 (ABNT, 2006) determina como deve ser avaliado a aprovação da estrutura. Como regulamento geral pode assegurar que se faz o caminho inverso da dosagem do concreto.

Ter em mão os resultados dos rompimentos dos corpos de prova é de grande importância, pois podemos calcular o valor médio dos rompimentos e também o desvio padrão, obtendo-se o valor do fck. Este domínio é a segurança da estrutura que será futuramente empregada.

Um traço apropriado para a obra, obtido através de um Estudo de Dosagem Experimental, só determinará os almejados se os materiais forem os mesmos empregados para a pesquisa.

O tipo e marca de cimento deve ser mantido, bem como a areia e a brita. É fundamental, antes de se fazer o estudo de dosagem, verificar se os fornecedores são confiáveis (PACELLI, 1997). Em obras de grande porte, e nas concreteiras, os materiais são controlados continuamente à medida que são fornecidos. Em obras de pequeno porte é complicado exigir isso. No mínimo verifique se o fornecedor é bem conceituado na região.

O Controle de Qualidade de uma tecnologia industrial consiste em exercer o Controle da Fabricação e o Controle de Aceitação. O Controle de Produção é a atividade de domínio onde se pesquisa e corrige consecutivamente os principais modelos de fabricação que possam interferir na qualidade do produto. Logo em seguida, é feito o Controle de Aceitação, que dificulta na observação da conformidade do produto com as especificações. Conforme o método industrial, o produto está sujeito a não ser atendido no controle de aceitação, ele pode ser feito novamente, comercializado como produto de segunda linha ou ser resignado, isto é, vai para o lixo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresenta-se, neste trabalho, todo o procedimento utilizado pela empresa em questão, desde a fase inicial de adição dos componentes até a fase final de instalação nos seus clientes.

O acompanhamento do concreto no seu estado fresco é essencial para garantir suas características no estado enrijecido. Um das maiores provações dos especialistas de concreto é ajustar o desempenho do concreto feito nos centros de pesquisas com aquele entregue na obra. Isto porque estes concretos estão submetidos a diferentes maneiras de manuseio, transporte, lançamento, saturação e cura. Agora, a segurança da qualidade do concreto depende obrigatoriamente de um aproveitamento efetuado conforme as técnicas pedidas e com o regulamento vigente. Ainda que o concreto mencionado seja entregue segundo tudo que foi solicitado no pedido, ao emprego errado deste produto pode afetar de forma irreversível a característica do concreto endurecido. O controle do concreto dosado

em central é exercido pela central dosadora de acordo com normas brasileiras, tais como: execução de concreto dosado em central, que acrescenta as formas de estocagem dos materiais, dosagem, combinação, transporte, aceitação, controle da qualidade, inspeção, vistoria e rejeição.

O Concreto dosado em central, além da segurança estabelecida por lei, eliminando o habitual desperdício de materiais, bem como reduz sensivelmente a mão-de-obra necessária para a execução da concretagem, diminuindo, desta forma o custo final da obra.

Apresenta-se, neste trabalho, todo o procedimento utilizado pela empresa em questão, desde a fase inicial de adição dos componentes até a fase final de instalação nos seus clientes. Os objetivos propostos foram atendidos em sua plenitude.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, *Concreto para fins estruturais – classificação por grupos de resistências*. NBR 8953. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Execução de concreto dosado em central*. NBR 7212. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto e execução de obras de concreto Armado*. NBR 6118. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Preparo Controle e Recebimento de Concreto* NBR 12655. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ANDRIOLO, F. R. *Construções de Concreto – Manual de Práticas para controle e Execução*. Editora: PINI. São Paulo, 1984.

ATCIN, P. C. *Concreto de alto desempenho*. Editora: Pini. São Paulo, 2000.

BASHEER, P. A. M.; LONG, A. E.; MONTGOMERY, F. R. *An interaction model for causes of deterioration and permeability of concret*. Proceedings of V. Malhotra

Symposium concret thecnology: past, present and future.. American Concret Institute. Detroit, 1994.

CBC - COMITE BRASILEIRO DE CONCRETO. Disponível em <http://www.sinaprocim.org.br/Normas/>. Acesso em 11 de janeiro de 2012.

FORTE CONCRETOS E ARGAMASSAS LTDA. *Usina de Concreto.* Disponível em www.forteconcretos.com.br. Acesso em 9 de janeiro de 2012.

GOUVEA, J. PAPA, G. *Desperdício versus qualidade na construção civil.* Dissertação de Mestrado. Santa Maria, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.ibge.org.br>. Acesso em 12 de dezembro de 2012.

MEHTA, P. K. *Concreto, estrutura, propriedades e materiais.* Editora: Pini. São Paulo, 1994.

MESSEGUER, A. G. *Controle e Garantia da Qualidade na Construção.* Editora: Pedre. São Paulo, 1994.

NEVILLE, A. M. *Propriedades do Concreto.* Editora: Pedre. São Paulo, 1997.

PACELLI, W. A. *Furnas Laboratório de Concreto – Concretos massa, estrutural, projetado e compactado com rolo – Ensaios e Propriedades.* – Editora: Pini. São Paulo, 1997.

VASCONCELOS, A.C. *O Concreto no Brasil.* Editora: Pedre. São Paulo, 1992.