

AREIA ARTIFICIAL PARA PRODUÇÃO DE CONCRETO

S. A. Nascimento; J. Santos
Instituto Federal de Mato Grosso
Rod. Palmiro Paes de Barros, 1596, Res. Morro de Santo Antonio, Q. 3 C. 35, Bairro
São Gonçalo, CEP 78090-700 – Cuiabá/MT
sirleneanascimento2008@hotmail.com

RESUMO

Neste trabalho foi investigada a qualidade de uma areia artificial produzida a partir de resíduo de concreto e areia natural. O agregado reciclado foi produzido através de britagem e moagem, obtendo uma granulometria de areia grossa. A areia misturada em proporções iguais é produzida por uma indústria de Brasília e fornecida a empresas produtoras de concreto. A mesma foi avaliada quanto a sua propriedade física e química. Foi produzido concreto utilizando a areia artificial reciclada, brita natural e cimento Portland. O método utilizado com os agregados foi o empacotamento de partículas, de forma a fornecer ao fabricante proposta que viabilize a qualidade do produto fornecido. As propriedades do concreto foram avaliadas no estado fresco, endurecido e reação álcali-agregado. Os resultados indicam que o concreto produzido com agregado reciclado apresenta boas propriedades. Fator que colabora para a aceitação do produto no mercado, protegendo o meio ambiente com baixo custo.

Palavras - chave: areia artificial reciclada, concreto, auto-sustentável

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, uma das principais preocupações do homem tem sido onde e como se abrigar. Para isso, inicialmente usou recursos naturais como cavernas, madeira, ossos, peles de animais sem o uso de técnicas de transformação destes recursos. Porém, com sua evolução, foi também necessária à busca de novas técnicas de construção e de materiais capazes de impor mais qualidade e resistência à construção e que possibilitassem a redução dos efeitos de degradação ao meio ambiente. Os estudos da área da construção civil têm-nos revelado que a evolução tecnológica da área é precária, visto que a maioria das empresas tem porte médio ou pequeno com capital escasso para investimentos na aquisição de padrões tecnológicos administrativos mais eficientes, (JOHN, 1996).

No entanto, os estudos desenvolvidos nos últimos anos têm mostrado como algumas das principais preocupações dos pesquisadores da construção civil a busca de materiais alternativos e a reciclagem de resíduos industriais, para diminuir o uso de recursos naturais, evitando, assim, a degradação do meio ambiente, (COSTA, 2006).

Atualmente, 90% da produção nacional de areia são obtidas a partir da extração em leitos de rios é da ordem de 155 milhões de metros cúbicos ao ano. A extração de areia obtida nos rios causa impactos sobre o meio ambiente, em consequência da retirada da cobertura vegetal e degradação do curso d'água. Por isso, esta atividade tem sido coibida pelos órgãos responsáveis pela fiscalização do meio ambiente e pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), visto a exploração de areia ser uma prática próxima dos grandes centros urbanos.

Com a exaustão das áreas próximas, os mineradores são forçados a extrair areia em locais, cada vez mais distantes do mercado consumidor, o que onera o preço final do produto (ALMEIDA, et. al. 2004).

Dos materiais componentes do concreto, a areia natural é o que tem mais dificuldade em manter a produção ou extração, devido às exigências ambientais. Com isso, aparece outra desvantagem: o frete. Cada vez mais as areias se afastam dos centros consumidores e o transporte, em muitos casos, tem um custo maior que o próprio material.

O concreto é o material de construção mais utilizado no mundo e a areia representa cerca de 30% de seu volume. Portanto, sua extração natural, com o passar do tempo, ficará insustentável. Assim, novas formas para a obtenção deste agregado deverão ser estudadas. A reciclagem dos próprios materiais utilizados na construção civil pode ser uma saída (AOKI, 2009).

O resíduo de construção e demolição de concreto apresenta 33% do grande volume, ocupando, portanto muito espaço nos aterros, seu transporte, em função não só do volume, mas da massa, torna-se caro. A reciclagem e o reaproveitamento do resíduo são, portanto, de fundamental importância para o controle e minimização dos problemas ambientais causados pela geração de resíduos.

Diante das demolições ou sobras de material das construções tem nos fornecido muito resíduo para a reciclagem onde são originadas as areias artificiais.

“Os estudos de PINTO (1999) têm demonstrado que a geração de resíduos de construção e demolição gire em torno de 970 toneladas/dia, representando 67% de participação no total de resíduos sólidos gerados diariamente, resultando no rápido esgotamento das áreas de disposição e bota-fora permitidos”.

A construção civil é um dos setores que mais geram resíduos sólidos, considerando-se proporcionalmente o seu produto final. No Brasil as perdas segundo o arquiteto Tarcísio de Paula Pinto, da I & T Informações e Técnicas em Construção Civil (1999), “tudo começa com processos construtivos que resultam em desperdícios”. Sem contar que muitos dos defeitos e falhas encontrados nas construções são causados ainda na própria fase de projeto, segundo CALAVERA (1991).

“Como consequência imediata tem-se a caótica situação da destinação final do lixo, não só nas principais capitais, mas, praticamente em todo o país, que tem sido realizada de maneira improvisada e empírica. São descargas clandestinas que agravam ainda mais a poluição ambiental, por vezes de forma irreversível devido ao volume de recursos dispensados e às técnicas necessárias para a recuperação das áreas afetadas”, segundo estudos de MENDONÇA (1996).

A implantação da USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL utilizando resíduo do concreto surge na complementação desta idéia da empresa Bela Vista como uma ligação de forma extremamente racional a reciclagem de resíduos de obras civis, e a utilização destes resíduos

reciclados na produção de areia artificial, com um custo inferior aos já produzidos, e com qualidade garantida.

Sendo assim, o desafio atual centra-se no aproveitamento racional dos resíduos provenientes dos processos industriais. Dentro desse contexto, a construção civil surgiu como o setor tecnológico mais indicado para absorver os resíduos sólidos, devido ao grande volume de recursos consumido.

A indústria da construção civil busca, de maneira constante e insistente, materiais alternativos oriundos de subprodutos que venham a atender à redução de custos, à agilidade de execução, à durabilidade e à melhoria das propriedades do produto final, visando, principalmente, à redução da extração de materiais naturais mediante o emprego de resíduos recicláveis, solucionando, também, os problemas de estocagem do material.

Diante desse quadro, a presente pesquisa tem como objetivo estudar a viabilidade do uso de uma areia artificial advinda da reciclagem de concreto do Estádio Mané Garrincha que foi um estádio de futebol inaugurado em 1974 e demolido em 2011, para dar lugar ao novo Estádio Nacional de Brasília. O resíduo do concreto foi britado em britador de mandíbula e misturado com uma areia natural da região de Brasília. Deste modo buscando solucionar numa única proposta dois problemas ambientais distintos: aproveitar os resíduos oriundos de construção e demolição (RCD) e evitar a degradação dos leitos de rios.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi feita a secagem prévia do material, e iniciados ensaios de caracterização física e química dos agregados. Para desenvolvimento dos traços unitários foi utilizado o método do empacotamento onde se prevalece o menor índice de vazios e a maior massa unitária compactada. Foram moldados corpos de prova de 100x200mm para avaliação da resistência mecânica.

Aglomerantes

O cimento utilizado é o Portland CP II – F32, da marca Itaú em embalagens de 50kg, e suas características físicas e mecânicas foram estudadas realizando ensaios no Laboratório de Construção Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. – IFMT, e os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e mecânicas do cimento

Características e propriedades		NBR	Unidade	Resultado
Finura (resíduo na peneira 75 µm).		11579	%	3,7
Tempo de início e fim de pega	Início de pega	11581	h	2h 15min.
	Fim de pega		h	4h 30min
Massa específica		6474	Kg/dm ³	3,25
Resistência à compressão	3 dias de idade	7215	MPa	18,00
	7 dias de idade		MPa	27,00
	28 dias de idade		MPa	42,00

A influência das partículas finas (cimento) sobre propriedades reológicas dos concretos manifesta-se tanto pelo teor, como distribuição granulométrica da matriz presente no concreto.

Agregados

O agregado miúdo utilizado é uma areia artificial obtida de um processo industrial com uma proporção de 50% de areia natural e 50% de areia artificial advinda de concreto de demolição do Estádio Mané Garrincha, Estádio Nacional de Brasília. As peças foram fragmentadas com britador de mandíbulas. O material foi separado em frações granulométricas, semelhantes ao encontrado na natureza. O agregado reciclado utilizado consistiu de material passante pela peneira de malha 4,75mm e retidos na peneira com abertura de malha de 0,075mm em ensaio realizado de acordo com NBR NM 248. O agregado fino convencional de referência foi areia natural quartzosa (areia de rio), da região da cidade de Brasília-DF.

A areia artificial produzida pela empresa Bela Vista, é vendida em saco de 20kg para empresas de concreto e está localizada na Rod. DF-150, km 2,5 – Grande Colorado - DF.

As características dessa areia artificial obtiveram resultados com boas qualidades para dosagens de concreto.

Os resultados da caracterização física do agregado em estudo podem ser observados na Tabela 2. Na Figura 1 encontra-se a curva granulométrica do agregado miúdo.

Tabela 2. Características físicas da matéria – prima

Propriedades	Areia artificial	Norma
Diâmetro máximo (mm)	4,8	NBR NM 248
Módulo de finura	2,54	NBR NM 248
Massa específica (g/cm ³)	2,54	NBR – 9776
Massa unitária solta (kg/dm ³)	1475	NBR – 7251
Massa unitária compactada (kg/dm ³)	1832	NBR – 7810
Absorção de água (%)	1,73	NBR NM – 30
Umidade crítica (%)	5,3	NBR – 6467
Coefficiente de inchamento médio(%)	1,4	NBR – 6467
Material Pulverulento (%)	5,68	NBR – 7219
Teor de argila em torrões e mat. friáveis (%)	9,73	NBR – 7218

Na Figura 1 apresenta-se a curva granulométrica do agregado em estudo. E por meio deste obteve-se o diâmetro máximo característico de 4,8mm e módulo de finura de 2,54.

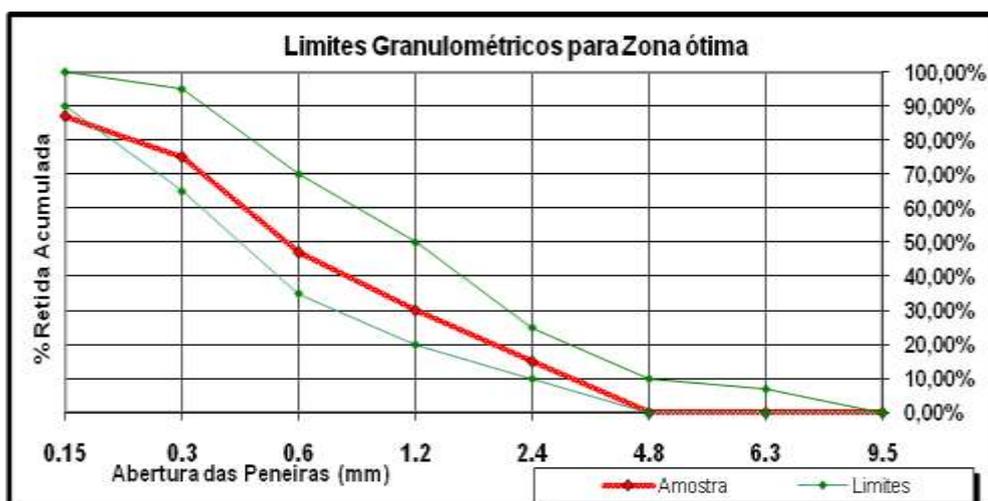


Figura 1. Curva granulométrica do agregado miúdo Areia Artificial - AA. NBR NM 248

De forma a avaliar a qualidade da areia reciclada produzida realizou-se o ensaio de reação álcali-agregado e o concreto.

Pela Figura 2 verificamos o resultado da análise química realizada através da NBR 15577-4 – Agregados – Reatividade álcali-agregado. Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado.

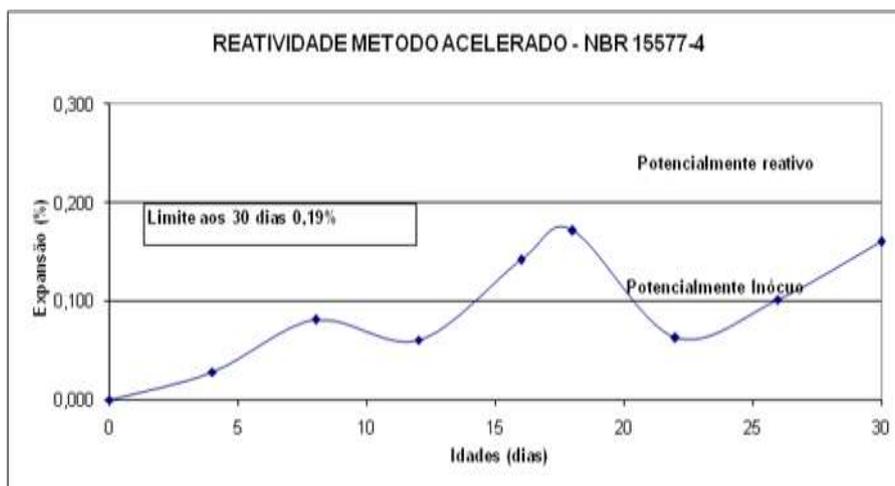


Figura 2. Gráfico da Reatividade Potencial do Agregado - RAA

Pela figura 2, nota-se que as expansões estão superiores a 0,10% e inferiores a 0,20% aos 16 dias de idade indica um comportamento potencialmente reativo. Diante das propriedades analisadas a amostra analisada deverá passar por outros ensaios para confirmar o resultado.

Para efeito de suas propriedades, o concreto deve ser analisado em duas condições distintas: no estado fresco, considerado até o momento em que se dá o início de pega do conjunto, e no estado endurecido, considerado o material obtido pela mistura dos componentes após o de fim de pega do sistema.

Pelos resultados dos corpos-de-prova após o término do ensaio, não foram observados o aparecimento de fissura, empenamento, desagregação. As leituras de comprimento dos corpos-de-prova foram realizadas rapidamente, para minimizar o resfriamento, com resolução de 0,001 mm.

Diante das propriedades analisadas por meio de ensaios de laboratório, os quais descreveram as características químicas da areia artificial conclui-se que o material com adição de pozolana possui ações inibidoras a reações do tipo álcali-agregado. Destaca-se que o cimento utilizado para este ensaio foi o CP II - F32.

O Concreto

O agregado utilizado no concreto foi processado através do empacotamento dos agregados obtendo o menor índice de vazio, e maior massa unitária compactada na proporção 40% de agregado miúdo reciclado e 60% de agregado graúdo natural.

Durante o estudo foram desenvolvidos concretos de traço volumétrico denominados de AA30 (1:0,9:2,1), AA40a (1:1,2:1,8), AA40b (1:2,6:3,9) e AA40c (1:2:3) (cimento: agregado miúdo reciclado: agregado graúdo).

Para efeito de suas propriedades, o concreto deve ser analisado em duas condições distintas: no estado fresco, considerado até o momento em que se dá o início de pega do conjunto, e no estado endurecido, considerado o material obtido pela mistura dos componentes após o de fim de pega do sistema.

Propriedades do concreto no estado fresco

Para o concreto fresco, as propriedades desejáveis são aquelas que garantem a obtenção de uma mistura fácil de ser transportada, lançada e adensada sem segregação, e que, depois de endurecida, se apresente homogênea, com o mínimo de vazios.

Assim, são consideradas propriedades do concreto no estado fresco: a consistência, a textura, a trabalhabilidade, a integridade da massa (oposto da segregação) o poder de retenção de água (oposto de exsudação) e a massa específica.

As propriedades físicas dos concretos no estado fresco realizadas nesta pesquisa podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3. Propriedades físicas dos concretos

Traço	Slump Test (cm) NBR – NM 67	Densidade de massa (g/cm ³) NBR 13278	Fator água/cimento
AA30	12	2,45	0,5
AA40a	12	2,33	0,5
AA40b	12	2,21	0,61
AA40c	10	2,04	0,65

Resultados do concreto no estado endurecido

Compressão axial

Os resultados da resistência à compressão axial podem ser observados na Figura 3.



Figura 3. Gráfico de resistência à compressão axial

Tração por compressão diametral

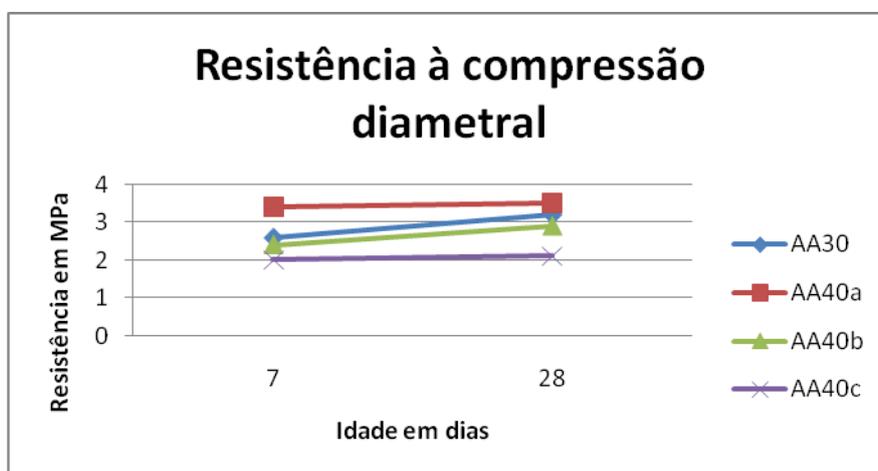


Figura 4. Gráfico de resistência à tração por compressão diametral

Módulo de elasticidade

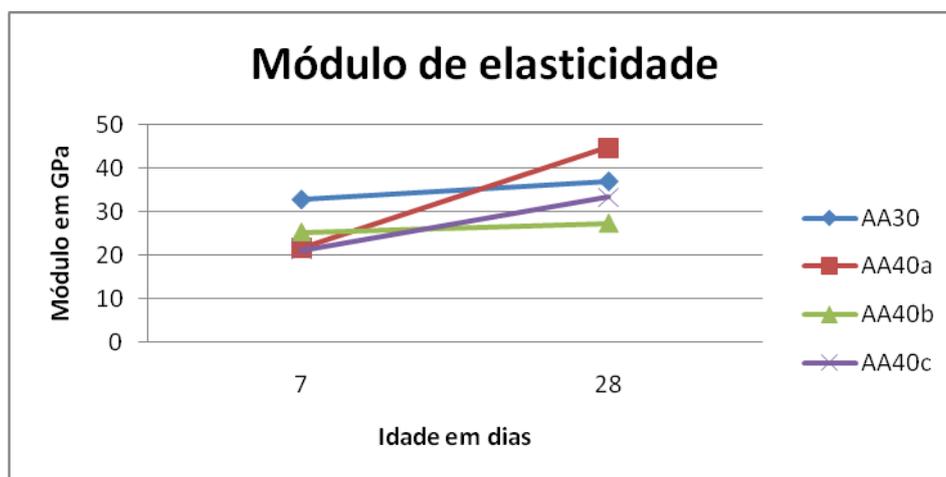


Figura 5. Gráfico de módulo de elasticidade

Absorção por imersão



Figura 6. Gráfico de Absorção por imersão

Absorção por capilaridade

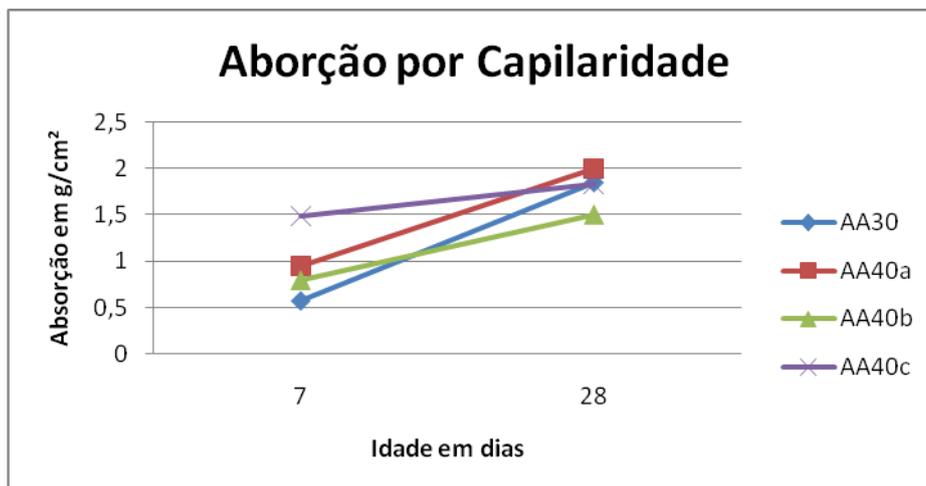


Figura 7. Gráfico de Absorção por capilaridade

Pelos resultados encontrados podemos constatar que dentre todos os traços estudados, o que apresentou melhor desempenho foi o traço AA40a (1:1,2:1,8) tendo a maior resistência à compressão axial, diametral e obtendo maior elasticidade. Sua menor absorção por imersão pode ser explicada pelo menor índice de vazios encontrado no traço com o empacotamento dos grãos.

CONCLUSÃO

Sendo o momento atual de ousar, o objetivo da empresa foi atendido, produzindo um agregado de qualidade, que aliado a seu uso na produção de concreto, obteve-se um produto (concreto) de qualidade que reduz ainda mais os

custos referentes a esse artefato produzido, em relação à aquisição de matéria prima virgem (areia, brita) diminuindo sua retirada dos recursos naturais. A Empresa está traçando um projeto arrojado, que visa substituir, com rigorosos controles, estes agregados por agregados reciclados de resíduos da construção civil, oferecendo ao mercado não só o agregado, mas um produto com controle de qualidade.

Os agregados contendo reciclado, quando em água apresentaram-se consistente e coeso, embora o alto teor de água necessário para ajuste da trabalhabilidade.

Constatou-se que a relação água/cimento é inversamente proporcional ao consumo de cimento no traço, inversamente proporcional ao empacotamento e diretamente proporcional à absorção do agregado.

Constatou-se que a porosidade interna das partículas é outro fator complicador na obtenção de empacotamento de alta densidade relativa. As partículas podem ser totalmente densas, com porosidade interna fechada, ou com porosidade aberta. Para obter um empacotamento de máxima densidade para uma dada distribuição granulométrica, é necessário que se utilizem partículas densas e com a menor porosidade possível.

Os resultados dos ensaios realizados mostraram que a utilização do agregado miúdo reciclado oriundo de concreto em substituição ao agregado natural areia, é viável, com grande potencial de uso em obras de construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. L. M. de.; Ferreira, G. E.; Silva, V. da S.; Tavares, L. M.; Toledo, R.; Emerson R. Cunha, E. R.; Gonçalves, J. Obtenção de areia artificial a partir de finos de pedreiras. CETEM/MCT – UFRJ. 2004. http://www.cetem.gov.br/noticias/cetem%20midia/not_site_canalciencia_30_03_04.html. Acesso em 28/04/2011.

AOKI, J. Areia natural ou artificial. 2009. <http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/areia-natural-ou-artificial>. Acesso em 28/04/2011.

ARAÚJO, R. C. L.; RODRIGUES, E. H. V.; FREITAS, E. G. A. Materiais de construção. Seropédica/RJ: Editora Universidade Rural, 2000. 203p.

BAUER, L. A. F. Materiais de construção – volume 1. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994. 435p. CONCRETO COLLOQUIA 2003. CD-ROM.

CALAVERA, J;. Human and psychological aspects of the implementation of control in construction. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON MANAGEMENT, QUALITY AND ECONOMICS IN HOUSING AND OTHER BUILDING SECTORS - Lisboa, Portugal, 30 set.-4 out. 1991. Transactions. London, **Spon**. p.484-494.

COSTA, J. S. "Agregados Alternativos para Argamassa e Concreto Produzidos a Partir da Reciclagem de Rejeitos Virgens da Indústria de Cerâmica Tradicional. TESE de doutorado, DEMa, Universidade Federal de São Carlos, dezembro de 2006, 208p.

<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/2010/03/TCC-Marlo-Jorge-da-Costa.pdf>. Acesso em 30/08/2011.

JOHN, V. M. Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos. In: Reciclagem e Reutilização de resíduos como materiais de construção. São Paulo, 1996. São Paulo, **ANTAC**, PCC-USP, p. 21-30.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: PINI, 1994. 573p.

MENDONÇA, R. (1996). O Brasil e os resíduos sólidos – A situação atual da disposição de lixo no país: problemas, desafios, perspectivas. (**cooperação técnica da JICA**).

PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. 189p. **Tese (Doutorado)** - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

SICHIERI, E. P.; PABLOS, J. M.; FERREIRA, O. P.; ROSSIGNOLO, J. A.; CARAM, R. Materiais de construção I : Aglomerantes minerais, Agregados, Argamassas, Concretos e Dosagem. São Carlos. 2007. 193-194p.