

Parede de concreto produzido com agregados reciclados provenientes de resíduos de construção civil. Casa protótipo construída pela Jetra Construtora.



Jetra Construtora: concreto sustentável com agregados reciclados

Pesquisa aproxima academia e mercado para a utilização de agregados reciclados na produção de concreto. Tecnologia viabilizada com apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) é case relevante da Jetra Construtora e do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP de São Carlos.

Há quinze anos a Jetra Construtora tem apresentado soluções inovadoras em projetos residenciais e empresariais. Com sede em Jaguariúna, interior de São Paulo, a companhia atua em parceria com o Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) da Universidade de São Paulo em São Carlos e tem apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) para pesquisar e desenvolver soluções sustentáveis principalmente no campo do aproveitamento de resíduos da construção civil (RDC). “Estudamos alternativas

para reutilização de resíduos da construção e demolição (RCD), com muito empenho e contando com o know-how e eficiência de diversos profissionais que entenderam a importância de desenvolver uma solução sustentável tanto na questão dos descartes e reuso de RCD quanto financeiramente”, explica Diego Domoradzki, arquiteto e diretor técnico da empresa.

Dentre as novas possibilidades de uso do RDC, a Jetra Construtora tem investido na viabilização de residências com paredes de concreto

em que agregados naturais são 100% substituídos por agregados reciclados (AR). “A tecnologia consiste basicamente em classificar os lotes de agregados reciclados, sejam eles predominantemente de origem cimentícia ou cerâmica, e ainda no laboratório, determinar através da técnica de empacotamento de partículas (dentre outras), a dosagem com melhor desempenho para cada tipo de utilização”, explica o professor doutor Bruno Damineli, coordenador do Laboratório de Construção Civil (LCC) do IAU.

A etapa inicial

A investigação teve início em 2013 e teve como foco inicial a utilização dos agregados reciclados para produção de concreto estrutural. A tecnologia seria empregada na construção de casas com paredes de concreto. “Durante a primeira etapa da pesquisa adotamos a utilização dos agregados reciclados provenientes de corpos de prova de concretos combinados a agregados naturais já rompidos em laboratórios, para que fosse criado um ponto de partida e uma maior compreensão do comportamento do concreto. O material deveria apresentar o melhor desempenho possível”, explica Diego. Ao fim da etapa inicial, avaliou-se que o produto obtido ainda não apresentava viabilidade econômica. “Diante dos dados da primeira etapa e das análises do desenvolvimento do produto, seus custos, durante e após a pesquisa para que viabilização a utilização no mercado, consideramos o estudo do concreto sem função estrutural, com o emprego de um alto teor de AR”, conta o arquiteto. A estratégia teria menor exigência quanto à resistência, portanto, resolvendo a equação dos teores de AR e Cimento.

“A tecnologia consiste basicamente em classificar os lotes de agregados reciclados, sejam eles predominantemente de origem cimentícia ou cerâmica, e ainda no laboratório, determinar através da técnica de empacotamento de partículas (dentre outras), a dosagem com melhor desempenho para cada tipo de utilização.”

Prof. Dr. Bruno Damineli, coordenador do Laboratório de Construção Civil do IAU

O desenvolvimento

Apesar da possibilidade técnica do uso destes agregados reciclados para concreto sem função estrutural, confirmada em ensaios realizados no LCC do IAU, percebeu-se a necessidade de aprofundamentos no estudo de forma a aumentar sua viabilidade econômica e ambiental. “Nas pesquisas em geral com AR, aumenta-se o consumo do cimento”, explica Bruno. Especialista no estudo da redução do teor de cimento para o concreto o pesquisador investiga processo de dosagem que diminuam a proporção de

cimento. “Realizamos estudos de dosagem com alguns agregados reciclados de qualidade bem ruim. O intuito não é selecionar agregados de boa qualidade e sim usar AR de uma usina real. Fizemos um estudo de dosagem para diminuir o teor de cimento até chegar numa redução satisfatória dessa proporção. Mais de 60 traços diferentes foram testados para chegar no resultado final”, conta o pesquisador. O resultado está visível na produção de casa real com paredes de concreto feitas com 100% de agregados reciclados.

Características do concreto com AR usado no protótipo

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO = 21.4 MPA AOS 28 DIAS (CONCRETO ESTRUTURAL)

CONSUMO DE CIMENTO = 330 kg/m³

CONCRETO SEMELHANTE A CONCRETOS CONVENCIONAIS, MESMO COM RESTRIÇÕES IMPORTANTES IMPOSTAS, ABAIXO:

- 100% de substituição de agregados naturais por agregados reciclados de baixa qualidade.
- não utilização de adições para substituir cimento.
- não utilização de aditivos para diminuir os teores de água.
- abatimento de tronco de cone de 180 mm, que é alto e requer aumento do teor de água com diminuição de resistência.

Sistema de fôrmas pronto para receber o concreto sustentável desenvolvido pela Jetra em parceria com o LCC do IAU e apoio da Finep.



Resíduo processado e controlado de canteiro real se transforma em agregado reciclado por meio da iniciativa.



Concreto produzido com agregados reciclados em canteiro de obras da casa protótipo construída pela Jetra Construtora no interior de São Paulo.

A viabilização comercial

“Para que chegássemos a resultados factíveis do ponto de vista de uso no mercado, focamos no desenvolvimento de novos processos de dosagem de concretos mais eficientes com restrições importantes”, conta Diego. Em termos gerais, os agregados utilizados no estudo apresentaram (de forma proposital) algumas características que dificultaram uma grande otimização: alta absorção de água (indicando alta porosidade e baixa resistência) e alto teor de torrões de argila das frações mais finas diminuíram a resistência final, tanto pela resistência baixa do agregado como pela necessidade do aumento do consumo de água e distribuição granulométrica com curvas

muito abertas (o que significa que há diversos tamanhos de agregados em cada amostra). “Ainda assim, a porosidade intergranular variou entre 28 e 12%, sendo que os traços com baixos teores de vazios apresentaram menores teores de água, maiores resistências”, conclui o diretor da Jetra. “Considerando as condições de contorno muito adversas do planejamento, foram obtidos resultados plausíveis de utilização na prática do mercado, mantendo a viabilidade econômica, a diminuição dos impactos ambientais e a possibilidade de escala, já que os agregados, em especial, não foram selecionados mas sim utilizados em sua forma bruta apresentada pela usina de reciclagem”, detalha Bruno.

O concreto inovador da Jetra Construtora

Os concretos tiveram seu comportamento reológico acertado para abatimento de tronco de cone (slump) 180 ± 10 mm, com uso simples de água, sem adição de aditivos químicos plastificantes ou superplastificantes ou uso de adições ao cimento. “**ESTAS ESCOLHAS TÊM LIGAÇÃO DIRETA COM A APLICAÇÃO REAL DO CONCRETO A SER DESENVOLVIDO PARA USO EM OBRA DE CASA PROTÓTIPO, SIMULANDO USO NO MERCADO. AS ESCOLHAS CITADAS PREZAM POR SIMPLICIDADE DE AQUISIÇÃO, DOSAGEM E MANUSEIO EM OBRA, ALÉM DE CUSTO**”, explica Bruno. Segundo o pesquisador, o possível uso de aditivos ou adições minerais traria grande melhora na eficiência das misturas estudadas, porém poderiam se mostrar inviáveis logística ou economicamente no desenvolvimento da execução da obra protótipo. “O intuito do trabalho de pesquisa foi avaliar condições reais de uso de agregados reciclados, o que inclui a seleção de agregados de baixa qualidade. Com modificações destas restrições de dosagem, conseguiríamos certamente resultados melhores, mesmo com agregados de baixa qualidade”, finaliza.

DADOS DOS AGREGADOS:

- 4 frações distintas de agregados (com granulometrias diferentes)
- Absorção de água variando entre 8,7 e 13,1% (baixa qualidade)
- Teor de torrões de argila um pouco acima do permitido em norma (baixa qualidade)

“Para que chegássemos a resultados factíveis do ponto de vista de uso no mercado, focamos no desenvolvimento de novos processos de dosagem de concretos mais eficientes com restrições importantes.”

Diego Domoradzki, arquiteto e diretor técnico da Jetra Construtora.



À esquerda, gabarito da casa protótipo pronto para receber o concreto sustentável desenvolvido pela Jetra Construtora em parceria com o LCC do IAU e apoio da Finep.

Abaixo, aplicação do concreto com agregados reciclados em fôrma na obra da casa protótipo conduzida pela Jetra Construtora, no interior de São Paulo.



“Considerando as condições de contorno muito adversas do planejamento, foram obtidos resultados plausíveis de utilização na prática do mercado, mantendo a viabilidade econômica, a diminuição dos impactos ambientais e a possibilidade de escala, já que os agregados, em especial, não foram selecionados mas sim utilizados em sua forma bruta apresentada pela usina de reciclagem.”

Prof. Dr. Bruno Damini, coordenador do Laboratório de Construção Civil do IAU

Sobre o apoio fundamental da Finep

“**TRANSFORMAR O BRASIL POR MEIO DA INOVAÇÃO**”. Essa é a visão da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), agente essencial para o desenvolvimento da tecnologia do concreto sustentável produzido pela Jetra em parceria com o IAU. Com a missão de “**PROMOVER O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO BRASIL POR MEIO DO FOMENTO PÚBLICO À CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM EMPRESAS, UNIVERSIDADES, INSTITUTOS TECNOLÓGICOS E OUTRAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS OU PRIVADAS**”, a Finep tem foco em ações estratégicas, estruturantes e de impacto para o desenvolvimento sustentável do Brasil. Por meio desse apoio, desenvolveu-se a pesquisa e obteve-se como resultado a casa piloto com paredes de concreto utilizando 100% de agregados reciclados, sem aumento no teor de cimento e sem adição de aditivos químicos. Os processos foram certificados pela Falcão Bauer no nível “A” do PBQP-h.

Saiba mais sobre a Jetra Construtora



Site: www.jetra.com.br
 Telefone: (19) 3867.3806
 Endereço: R. Dr. Clemente Holtman Jr, 347 | Sala 18 | Jaguariúna - SP