

III-100 - ANÁLISE DA VIABILIDADE PARA APLICAÇÃO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM EDIFICAÇÃO

Paula de Lima Sousa Alcântara⁽¹⁾

Arquiteta e Urbanista pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, PUC Minas, e mestranda em Construção Civil com ênfase em meio ambiente pela Universidade FUMEC. Atualmente atua como professor facilitador do curso de Gestão e Negócios em Resíduos do Centro Mineiro de Referência em Resíduos.

Francisco Antonio Rocco Lahr

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos, USP, possui Mestrado em Engenharia de Estruturas pela Universidade de São Paulo, USP, e Doutorado em Engenharia de Estruturas pela Universidade de São Paulo, USP, onde é professor titular desde 1993.

Eduardo Chahud

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos, USP, possui Mestrado em Engenharia de Estruturas pela Universidade de São Paulo, USP, e Doutorado em Engenharia de Estruturas pela Universidade de São Paulo, USP. Atualmente é professor adjunto da Universidade FUMEC.

Endereço⁽¹⁾: Av. Norival Guilherme Vieira, 1000 casa 33 – Ibituruna – Montes Claros – MG - CEP: 39401-289 – Brasil - Tel: +55 (xx) 3223-0588 - e-mail: paulasalcantara@yahoo.com.br.

RESUMO

Diante da problemática ambiental que afeta grande parte dos países do mundo, assim se tornando um foco de discussão em diversos setores, se vê dificuldades no que diz respeito aos resíduos sólidos. No tocante a este assunto, os resíduos de construção e demolição se constituem num grande entrave ao desenvolvimento sustentável. Além desta problemática, o Brasil ainda é um país que se encontra com uma carência habitacional por grande parte da população. Neste trabalho, busca-se uma alternativa para contribuir com a solução destes problemas e para conscientizar a academia, os técnicos e a população dos impactos ambientais, das possibilidades de reciclagem de resíduos e da aplicação de novos produtos que possam auxiliar no desenvolvimento sustentável e habitacional da sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de Construção, Reciclagem, Blocos de Vedação, Desempenho, Construção Sustentável.

INTRODUÇÃO

O objetivo principal dos governos é a promoção do bem estar e, para alcançá-lo, é necessário promover o desenvolvimento com aportes econômico, social, cultural e ambiental. Na proposta do *Brundtland Report* (1987), estão apontados os fundamentos do desenvolvimento sustentável, definido como o que supre as necessidades do presente sem comprometer as habilidades das futuras gerações de suprir as suas próprias necessidades (CIB,1999).

Dentre as principais problemáticas no Brasil, duas ligadas à indústria da construção civil são de grande impacto e importância: o déficit habitacional, por razões amplamente conhecidas, e a degradação ambiental, pela exploração muitas vezes indiscriminada dos recursos naturais e pela geração de resíduos.

Segundo pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (2006), o déficit habitacional estimado no Brasil, em 2004, era cerca de 7,89 milhões de unidades unifamiliares. Média abaixo de outros países com problemas sociais preocupantes quanto os deste país, como México e Chile, que vêm adotando procedimentos eficazes reduzindo, assim, seus déficits em 2000, diferentemente do Brasil. Além destes dados, há que ser considerado o déficit segundo “inadequação dos domicílios”, entendido como decorrente das habitações carentes e inadequadas a uma qualidade satisfatória de vida. Com isto, fica evidenciada a necessidade de habitações decentes para uma faixa da população menos favorecida economicamente. “O drama da habitação popular ainda se constitui um grande desafio, não só para os agentes governamentais incumbidos desses problemas, como para os pesquisadores de um modo geral” (SANTANA *et al.*, 2001, p. 295).

No tocante às questões ambientais, a exploração dos recursos naturais e os resíduos sólidos gerados (entulho), provocam impactos significativos ao desenvolvimento sustentável, pois parcela significativa dos recursos naturais empregados na fabricação de materiais e produtos para a construção civil está sendo celeremente consumida e pode estar caminhando para a exaustão. Segundo John (2000) os resíduos gerados de construções, reformas e demolições, os RCD, no país, estão entre 54% a 70% dos resíduos sólidos urbanos, estimando-se que são produzidos cerca de 68 milhões de toneladas por ano deste entulho.

O Brasil é um país em desenvolvimento e apresenta elevado déficit habitacional, sendo fundamental que se busquem soluções para melhorar a qualidade na construção civil, o que pode ser conseguido com a associação de trabalhos acadêmicos como o aqui proposto, a iniciativa das empresas do setor e a administração pública.

O aprofundamento das discussões a respeito do que fazer com o grande volume de RCD gerado pelo setor da construção vem, aos poucos, ocupando espaço nas discussões políticas, dadas a importância do tema e a conscientização ambiental por parte da sociedade (VIEIRA, DAL MOLIN, 2004).

A Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, obriga municípios e Distrito Federal brasileiros a estabelecerem os Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, e os geradores (definidos na resolução) de Projetos de Gerenciamento destes resíduos. “Considerando a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil e que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental” (MMA, 2002, p.1).

Em Belo Horizonte, capital do estado brasileiro das Minas Gerais, onde segundo Vieira e Dal Molin (2004), 51% dos resíduos coletados na cidade são RCD, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos prevê, para o manejo e a reciclagem destes resíduos, a instalação de quatro estações de reciclagem de entulho com usinas. Já está sendo adotada pela Prefeitura de Belo Horizonte e pela COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais - a reciclagem dos resíduos para sua utilização em construção e reparos em vias públicas e infraestrutura, bem como para a confecção de blocos de vedação, o *Ecobloco*, este, em itens subsequentes, será demonstrado como uma experiência brasileira promissora.

OBJETIVO

Este trabalho apresenta um material que utiliza o RCD como componente e demonstra grande potencial para a sua aplicação como bloco de vedação, sendo uma alternativa para contribuir com a solução da problemática ambiental e seus resíduos, auxiliando ainda no desenvolvimento sustentável e habitacional da sociedade.

OS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Muitas vezes a falta de efetividade, a inexistência de políticas públicas que disciplinam e ordenam os fluxos da destinação dos resíduos da construção civil nas cidades, associados ao descompromisso dos geradores e, principalmente, na destinação dos resíduos que são depositados clandestinamente em terrenos baldios, várzeas e taludes de cursos de água, provocam impactos ao meio ambiente, como:

- Indução à deposição de outros tipos de rejeitos como os originados de poda de árvores, objetos de grande volume como móveis, pneus e eventualmente resíduos domiciliares;
- possibilitam a proliferação de vetores de contaminação;
- quando levados pelas águas superficiais, obstruem as canalizações de drenagem tais como piscinões, galerias, sarjetas, etc.;
- degradação das áreas de manancial e de proteção permanente;
- assoreamento de rios e córregos;
- comprometimento à paisagem urbana e
- transtornos ao trânsito de veículos e pedestres.

Quando destinados a aterros sanitários, acarretam o encurtamento da vida útil destes. A remoção dos entulhos dispostos irregularmente nas áreas de bota-fora das cidades, os transtornos sociais causados pelas enchentes e

os danos ao meio ambiente, representam custos elevados para o poder público e sociedade, apontando para a necessidade do estabelecimento de novos métodos para a gestão pública de RCD (PINTO, 1999).

Durante a ECO-92 e a criação do documento resultante, a Agenda 21, afirmou-se a necessidade de se programar um adequado sistema de gestão ambiental para os resíduos sólidos. No Brasil, “a falta de uma consciência ecológica na indústria da construção civil resultou em estragos ambientais irreparáveis, agravados pelo maciço processo de migração havido na segunda metade do século passado, quando a relação existente de pessoas no campo e nas cidades, de 75 (setenta e cinco) para 25% (vinte e cinco por cento), foi invertida, ocasionando uma enorme demanda por novas habitações” (SCHENINI *et al.*, 2004, p.2).

Uma das formas de solução para os problemas gerados é a reciclagem de resíduos, em que a construção civil tem um grande potencial de utilização destes, sendo que ela chega a consumir até 75% de recursos naturais (JOHN, LEVY, PINTO apud ÂNGULO *et al.*, 2001).

A reciclagem de RCD como material de construção civil, iniciada na Europa após a Segunda Guerra Mundial, encontra-se no Brasil muito atrasada, apesar da escassez de agregados e área de aterros nas grandes regiões metropolitanas, especialmente se comparada com países europeus, onde a fração reciclada pode atingir cerca de 90% recentemente, como é o caso da Holanda, que já discute a certificação do produto (HENDRICKS apud ÂNGULO *et al.*, (2001).

Principais vantagens da reciclagem dos RCD são:

- Redução no consumo de recursos naturais não-renováveis, quando substituídos por resíduos reciclados (JOHN, PINTO apud ÂNGULO *et al.*, 2001).
- Redução de áreas necessárias para aterro, pela minimização de volume de resíduos pela reciclagem. Destaca-se aqui a necessidade da própria reciclagem dos RCD (JOHN, PINTO apud ÂNGULO *et al.*, 2001).
- Redução do consumo de energia durante o processo de produção (JOHN, PINTO apud ÂNGULO *et al.*, 2001).
- Redução de até 75% do custo da remoção deste entulho e do tratamento de doenças para o município (SCHENINI *et al.*, 2004).
- E a produção de agregados a partir dos entulhos pode levar à economia de até 80% em relação ao preço dos agregados convencionais (SCHENINI *et al.*, 2004).

Diante do significativo impacto ambiental que a construção civil provoca, se vê necessário buscar soluções para amenizar tal impacto. Uma é a diminuição do percentual de resíduos gerados, e a outra é propor um novo destino aos resíduos ainda gerados.

O que Ângulo *et al.* (2001) sugerem é o emprego dos agregados em diversas finalidades, porém com um adequado controle, permitindo a valorização do resíduo e não simplesmente destiná-lo para necessidades como as de pavimentação, cujos requisitos de qualidade são menos exigentes. E ainda que a metodologia de avaliação do produto deve considerar seu desempenho e a sua durabilidade. O desempenho de componentes tem por objetivo analisar a adequação às necessidades dos usuários de um produto quando integrado em alguma edificação. Os citados autores afirmam que a reciclagem vai ocorrer apenas se o novo produto entrar em escala comercial e que a transferência da tecnologia é uma etapa essencial do processo. Nessas condições, o custo do produto é importante, mas não é suficiente. A colaboração entre os diversos atores envolvidos na cadeia - geradores do resíduo, potenciais consumidores, agências governamentais encarregadas da gestão do ambiente e das instituições de pesquisa envolvidas - é fundamental para o sucesso da reciclagem. Como é preciso convencer os consumidores finais e os profissionais que utilizarão ou indicarão os novos produtos, certamente o aval da academia e dos centros de pesquisa se constitui num agente eficaz na certificação da qualidade do produto.

Lombardi *et al.* (2002) demonstram as dificuldades da aplicação da inovação tecnológica em habitação e afirmam que existe um problema real, com uma parte genérica e outras singulares. A parte genérica abrange as seguintes premissas:

- construir um bem de uma qualidade dada que responda às normas de habitabilidade predeterminadas;
- que custe o menos possível;
- que se construa rápido;
- que não prejudique o meio ambiente;

- que seja adequado; e
- que seja apropriado.

“A questão da habitação popular, no Brasil, exige soluções compatíveis com a situação socioeconômica. Essas podem ser efetivadas pelo emprego de tecnologias alternativas, que utilizem matérias primas naturais, renováveis ou não, e também resíduos sólidos industriais e urbanos, abundantes na região” (CALMON *et al.*, apud NEVES *et al* 2001, p. 230).

Nos países europeus, precursores da reciclagem de RCD, o concreto reciclado já está sendo utilizado em concreto armado para casas residenciais de médio padrão e portos marítimos, e até em concretos de alta resistência. No Brasil, o problema maior incide em transpor as barreiras (legais, regulamentares, de educação, tecnológicas, econômicas) com a inserção de um novo produto no mercado contendo resíduo. Essa não é tarefa das mais fáceis, especialmente para um setor considerado como conservador como o da Construção Civil. A saída para essa situação é o desenvolvimento de novas aplicações, contendo agregados reciclados, que apresentem vantagens competitivas sobre os produtos convencionais (VIEIRA, DAL MOLIN, 2004).

Nos últimos anos, diversas construtoras no país passaram a utilizar argamassas produzidas com agregado reciclado, em substituição às adições e aos agregados convencionais (LEVY, apud SANTANA *et al.*, 2001). Santana *et al.* (2001) comentam que as argamassas produzidas com agregado reciclado têm apresentado desempenho significativamente superior ao das argamassas convencionais empregadas na construção de habitações, tanto em ensaios de laboratório quanto em aplicações de campo, e essa utilização do agregado apresenta vantagens, principalmente pela redução no consumo de cimento e que as argamassas com agregado reciclado vêm sendo utilizadas nas últimas décadas em diversas obras de vários países como Israel, Argentina e Brasil.

De acordo com Levy, apud Santana *et al.* (2001), em São Paulo, capital de um dos Estados do Brasil, são encontradas obras concluídas nas décadas de 80 e 90, onde foi usado esse tipo de argamassa, sem manifestações patológicas. Estes autores concluíram, a partir de ensaios, que o uso de agregado reciclado em argamassas proporcionou uma redução dos custos de produção de até 37%, quando comparados com os da argamassa da cal, tomada como referência, e de até 16% quando comparados com os da argamassa base, convencionalmente utilizada na região de Salvador; e que a utilização do agregado reciclado de Salvador em substituição à areia e ao arenoso, na produção de argamassas de revestimento, apresentou-se como alternativa tecnicamente viável, proporcionando, inclusive, redução significativa de custo. De um modo geral, a argamassa com 50% de agregado reciclado apresentou o melhor desempenho na maioria das propriedades avaliadas, destacando-se como o teor mais indicado para a produção de argamassas com os materiais utilizados pelo Projeto Entulho Bom. A produção de agregados de baixo custo para a habitação popular e o aproveitamento de resíduos dispostos, de forma indevida, em diversos espaços da cidade são ações de significativa importância na busca de soluções para a recuperação de áreas urbanas degradadas. A produção de materiais de construção que utilizam RCD surge, assim, como uma alternativa acessível de melhoria e ampliação da oferta de habitações.

Sousa *et al.* (2002), após terem realizado ensaios de blocos de concreto produzidos com agregados provenientes da reciclagem de entulho, constatam que estes blocos apresentam valores satisfatórios para a resistência à compressão e de absorção por imersão, segundo a NBR 7173/82, que especifica os limites de resistência e absorção para blocos de concreto simples sem função estrutural. Estes blocos, com composições próximas de 30% de entulho, mostraram-se potencialmente utilizáveis e sem grandes alterações em relação aos resultados de referência.

Olorunsogo e Padayachee apud Vieira e Dal Molin (2004), estudaram propriedades relacionadas com a durabilidade do concreto como a condutividade de íons cloreto, permeabilidade ao oxigênio e sortividade à água, contendo percentuais de 0%, 50% e 100% de substituição de agregados naturais por reciclados. Estes mostraram que a durabilidade diminui à proporção que aumenta o percentual de substituição, para todas as propriedades avaliadas. Entretanto, essas propriedades melhoram com o aumento da idade e com percentuais de 50% de agregados reciclados na mistura. Também submetem corpos-de-prova aos ensaios de durabilidade, que permaneceram em ciclos de imersão e secagem por um período de 150 dias numa solução agressiva de cloreto de sódio. Os concretos com 100% de agregado miúdo reciclado tiveram os valores das velocidades de corrosão abaixo do concreto de referência e este traço apresentou valores de resistência à compressão maiores que os de referência.

Fonseca (2002) avaliou o desempenho estrutural de paredes com blocos de vedação com o intuito de podê-los utilizar como alvenaria estrutural, e obteve excelentes resultados, pois a resistência à compressão característica dos blocos de concreto, resultou no acréscimo de 21,4% dos 7 aos 28 dias de idade, com 8,5 MPa, resultado satisfatório segundo NBR 6136/94, a absorção de água de 8,1%, inferior à máxima permitida de 10% (NBR 6136/94), e quanto à deformação do bloco, o módulo de deformação obtido no prisma não apresentou coeficiente de variação significativo, resultando em 10.810 MPa, concluindo que o bloco de concreto confeccionado com agregado reciclado deformou menos que o produzido com agregado natural. E sobre as argamassas este autor conclui que as que possuem agregados reciclados são mais deformáveis que as que contém agregado natural, com módulos de deformação de 6.244 MPa e 9.019 MPa respectivamente, e afirma a grande capacidade de deformar-se possibilita à argamassa com agregado reciclado melhorar o comportamento da estrutura da alvenaria, pois mesmo possuindo maior resistência, também possui maior deformabilidade, resultando num melhor acomodamento da argamassa em relação ao elemento estrutural.

Os resultados mencionados apontam as potencialidades da utilização do entulho reciclado na produção dos blocos de concreto e de qualquer outro elemento pré-moldado com características semelhantes de produção.

O ECOBLOCO

O elevado custo de remoção de entulhos (US\$ 1.000.000/ ano) depositados em 134 pontos de descarga clandestina, obrigou a prefeitura de Belo Horizonte a elaborar um projeto de gerenciamento de resíduos para viabilizar a reciclagem destes materiais. Em 1995, foi inaugurada a primeira usina com esta finalidade, cuja capacidade é de processar 100 t/dia (SCHENINI *et al.*, 2004). Após a criação da Resolução CONAMA 307/2002, o gerenciamento no município vem se aprimorando seguindo os preceitos da lei.

O *Ecobloco* é o bloco de vedação que utiliza, para produção, resíduos provenientes de caçambas de entulho, de carroceiros e das Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes de Resíduos (URPVs) de Belo Horizonte. Os referidos resíduos são depositados nas Estações de Reciclagem Entulho do município. O projeto *Ecobloco* surgiu a partir de um grupo de alunos do Sebrae - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - na conclusão do curso de empreendedorismo, e foi apresentado à Prefeitura de Belo Horizonte, que aceitou a proposta e criou a fábrica, com o apoio do Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome, da CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais, e da ASMARE - Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Material Reaproveitável de Belo Horizonte. Assim, o projeto se tornou em um empreendimento que conta atualmente com doze integrantes e possibilitou a melhoria da qualidade de vida destas pessoas carentes, inserindo-as no mercado de trabalho.

A fábrica *Ecobloco* se situa na Estação de Reciclagem do Estoril, uma das usinas do município onde o entulho é recebido. O processo da reciclagem se inicia em uma primeira triagem, de observação, onde se libera o entulho para recebimento, pois só são aceitos caçambas e/ou carroças que tenham no máximo 10% de contaminação de outros resíduos, como orgânicos, gesso, dentre outros (fig. 1). Ainda há uma segunda triagem, onde estes resíduos são dispostos em fileiras e triados à mão por funcionários da prefeitura, que retiram os resíduos de não potencial reciclável para a produção de blocos, que são assim, enviados para a ASMARE (fig. 2). Após esta triagem os resíduos são carregados para a britadeira que após a britagem realiza a terceira triagem em sua esteira, retirando através de um imã os metais restantes (fig. 3).



Figura 1: Acesso à Estação de Reciclagem Estoril – Belo Horizonte - MG



Figura 2: Triagem na Estação de Reciclagem Estoril – Belo Horizonte - MG



Figura 3 – Britadeira na Estação de Reciclagem Estoril – Belo Horizonte – MG



Figura 4 – Ecobloco

Na Usina são aproveitados resíduos Classe A e Classe B, conforme classifica a Resolução CONAMA 307/2002:

- Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso; e
- Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Especificamente para a fabricação do *Ecobloco*, são empregados os resíduos Classe A, com maior teor de cimento e concreto. Há resultados da DIEFRA Construtora, que realizava periodicamente ensaios para determinar a resistência à compressão dos blocos assim produzidos, demonstrando-se satisfatórios, pois mantinham uma média de valores próximos de 3,0 MPa, o que caracteriza o bloco como material de boa resistência mecânica segundo preceitos da NBR 7173/82. Na fábrica são produzidos em média 800 blocos/dia, segundo demanda necessária para cada das três tipologias: A10, A15, A20 (dimensões de acordo com a NBR citada).

Santos (2007) realizou ensaios de resistência à compressão e determinação de absorção de água de blocos fabricados utilizando os RCD da Usina Estoril, onde se encontra a fábrica *Ecobloco*. Os ensaios foram realizados em blocos com dimensões de 9x19x39 cm, procurando manter proximidade na proporção do traço utilizado pela *Ecobloco*.

Tabela 1 - Traços Ensaiaidos

Traço	Agregado Reciclado Graúdo (Kg)*	Agregado Reciclado Miúdo (Kg)**	Cimento CP-V Ari (Kg)	Calcário Graúdo*	Calcário Miúdo **	Água (L)	Aditivo (MI)
01	160	240	50	-	-	54	05
02	200	200	50	-	-	27	05
03	160	160	50	-	80	45	05
04	-	-	50	160	240	45	05

*grãos que passam pela peneira de malha quadrada com abertura nominal de 152mm e ficam retidos na peneira ABNT 4,8mm. **grãos que passam pela peneira ABNT 4,8mm e ficam retidos na 0,075mm.

FONTE: SANTOS, 2007.

Tabela 2 - Teor de absorção

Traço	Amostra	Teor de Absorção - %
01	01	3,003
	02	8,298
02	01	11,364
	02	7,886
03	01	10,815
	02	6,035
04	01	8,486
	02	6,632

FONTE: SANTOS, 2007.

Tabela 3 - Resistência à compressão

Traço	Amostra	Resistência à Compressão - MPa
01	01	5,20
	02	4,70
02	01	3,86
	02	3,88
03	01	2,35
	02	1,79
04	01	4,30
	02	2,35

FONTE: SANTOS, 2007.

Os blocos foram ensaiados segundo norma NBR 6136/94, que dita que a absorção de água determinada deve ser menor ou igual a 10% e segundo NBR 7173/82 que dita que a resistência à compressão individual deve ser no mínimo igual a 2,0 MPa, podendo-se assim, constatar que os resultados dos traços são satisfatórios, no entanto, os corpos de prova 01 do traço 02 e 02 do traço 03 alcançaram um valor muito alto de absorção, e o corpo de prova 02 do traço 03 não atingiu o valor mínimo de resistência. Porém, segundo Bezerra apud Santos (2007) a diferença de resistência encontrada para exemplar de mesmo traço pode estar ligada às variáveis de ensaio não controladas quanto pela qualidade do capeamento realizado. Esta pesquisa serviu como um importante auxílio ao desenvolvimento deste produto pelo grupo *Ecobloco*, pois com estes resultados pôde-se definir melhor o traço utilizado, que hoje se encontra entre os traços 01 e 02.

De acordo com Zordan e John (2004), para se adotar um sistema de reciclagem, há algumas necessidades básicas, e estes autores citam Skinner que afirma que uma das mais críticas é a existência de um mercado que possa absorver este novo produto, pois a reciclagem só se torna efetiva quando o resíduo for reinserido no mercado, se tornar um produto e for comercializado. Estes autores afirmam, ainda, que mesmo quando se consegue um produto com padrões de comportamento técnico exigíveis para a proposta, para sobreviver no mercado este produto deve ser avaliado de forma integrada com outros aspectos importantes: ambiental, de saúde ocupacional, econômico e de mercado, trazendo assim, a necessidade de avaliar outros aspectos do produto aqui mencionado.

O *Ecobloco* é vendido para cerca de trinta depósitos no município, o que demonstra que está se iniciando um processo de popularização do material por parte dos comerciantes, muito talvez por razões econômicas, pois

na presente data o *Ecobloco A15* possui valor unitário de R\$ 0,75 (EURO\$ 0,29) enquanto que segundo dotação realizada pelos autores a média de um bloco convencional se encontra em R\$ 1,20 (EURO\$ 0,46). Analisando brevemente a produção ambientalmente, ela se torna viável, pois além de se estar deixando de extrair novas matérias primas, está se preservando também os aterros e o meio urbano; valendo ainda ressaltar que diante do fato de as Estações de Reciclagem estarem dispostas em regiões estratégicas e a do Estoril na área urbana, o gasto energético relacionado ao transporte é menor, pois as caçambas não necessitam ser transportadas a longas distâncias e ainda se comparar à um material virgem que se encontra em uma jazida que geralmente se encontra distante da zona urbana. Resta ainda um apoio da comunidade acadêmica, a estudar o produto para garantir a confiabilidade deste aos consumidores, como trabalhos como o aqui proposto e o que os presentes autores ainda estão realizando na Universidade.

CONCLUSÕES

Segundo Vieira e Dal Molin (2004), financeiramente a reciclagem pode trazer benefícios para as empresas construtoras e também para as cidades, em função dos ganhos ambientais associados, pois em estudo demonstram que pode haver economia na aquisição dos materiais para produção de artefatos de cimento Portland, chegando até a 74% no valor de aquisição de um produto. Esta economia obtida no custo dos agregados pode se refletir em ganhos para empresas ou instituições, pois os menores custos com os agregados reciclados possibilitarão uma redução no valor do produto final, seja esse produto final uma habitação popular, artefatos de concreto ou até mesmo a produção de agregados reciclados para venda direta ao consumidor.

A reciclagem de RCD vem sendo muito utilizada, pois o custo destes novos insumos é, na maioria das vezes, inferior ao dos tradicionais e o desenvolvimento sustentável só será praticado se os agentes participantes da área da construção civil se aliarem às essas novas práticas. Cabe aos arquitetos e engenheiros, no exercício profissional, importantes funções técnicas no projeto e gerenciamento de obras que atendam tanto ao usuário, ao profissional da construção, ao meio ambiente, quanto para os princípios da não geração e da redução destes resíduos. Detalhes de projeto são importantes para que se cumpra uma arquitetura e aspectos construtivos que previnam o desperdício, o que pode reduzir até as necessidades de reciclagem, com evidentes benefícios ao meio ambiente.

No entanto, o problema não deve ser tratado somente na fase final da cadeia de produção, também se deve atentar para a problemática da geração no início da cadeia, em planejamento e projeto, evitando desperdícios, pois antes de reciclar, devemos reduzir a extração da matéria prima e o desperdício.

Neste contexto, constitui-se responsabilidade das Instituições de Ensino e Pesquisa a formação de profissionais conscientes desses problemas, que consigam popularizar e demonstrar à sociedade que os novos produtos são competitivos em relação aos de uso tradicional, com as mesmas finalidades e desempenho (podendo ser, às vezes, até melhores) e de menor custo, em busca de um futuro sustentável, onde a arquitetura e a engenharia se valem do resíduo para o planejamento e a produção habitacional possível e necessária. O *Ecobloco* se torna assim, um produto com estas características, devido às suas propriedades apresentadas que permitem a recomendação de seu uso para construção de habitações de um pavimento, e ainda, com os estudos que estão sendo desenvolvidos, num futuro próximo como alvenaria estrutural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil. *In*: 4º Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, 2001, Anais. São Paulo: IBRACON, p. 43 – 56.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7173/1982: Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria sem Função Estrutural. Fevereiro de 1982.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6136/1994: Blocos Vazados de Concreto Simples. Novembro de 1994.
4. FONSECA, F.B. Desempenho estrutural de paredes de alvenaria de blocos de concreto de agregados reciclados de rejeitos de construção e demolição. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos: 140 p., 2002.

5. INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CIB). *Agenda 21 on Sustainable Construction*. CIB Report Publication 237. Rotterdam, CIB, 1999.
6. JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de Resíduos da Construção. *In: Seminário de Resíduos Sólidos e Domiciliares CETESB*. São Paulo: CETESB, 2000.
7. LIMA, J. C. O.; P. SIMÃO S. (Coord.). A construção do desenvolvimento sustentado: A importância da construção na vida econômica e social do país. São Paulo: Fundação Getulio Vargas, 40 p., agosto de 2006
8. LOMBARDI, J.; CREMASCHI, G.; MARCILI, L. Inovación Tecnología para la Vivienda Hoy, Julio de 2002. *In: IV Seminário Ibero-Americano da Rede Cyted XIV.C*. São Paulo, Brasil, p.115-126, 2002.
9. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: CONAMA – Conselho Nacional do meio Ambiente. Resolução nº 307, 5 de Julho de 2002. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>. Acesso em 17/10/2006.
10. NEVES, C. M. M.; CARNEIRO, A. P.; COSTA, D. B.. Uso do agregado Reciclado em Tijolos de Solo Estabilizado com Cimento. *In: Projeto Entulho Bom*. Salvador, p.229-261, 2001.
11. SANTANA, M. J. A.; CARNEIRO, A. P.; SAMPAIO, T. S.. Uso do Agregado Reciclado Em Argamassas de Revestimento. *In: Projeto Entulho Bom*. Salvador, p.262-299, 2001.
12. SANTOS, L. R. Influência da utilização de agregados de resíduos da construção e demolição nos parâmetros de absorção e resistência mecânica de blocos de concreto. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
13. SCHENINI, P. C.; BAGNATI, A. M. Z.; CARDOSO, A. C. F.. Gestão de Resíduos da Construção Civil. *In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário*. Florianópolis, p.1-13, 2004.
14. SOUSA, J. G. G. *et al.*. Blocos de Concreto produzidos com agregados provenientes da reciclagem de resíduos gerados pela Construção Civil. *In: IX Encontro Nacional de Tecnologias do Ambiente Construído*. Paraná, p.1633-1641, 2002.
15. TURISTAR. Cotação do Euro. <http://www.turistar.com.br>. Acesso em 14/01/2008.
16. VIEIRA, G. L.; DAL MOLIN, D. C. C.. Viabilidade Técnica da utilização de concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. *In: Revista Ambiente Construído*. Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 47-63, out./dez. 2004.
17. ZORDAN, S. E.; JOHN, W. M. Metodologia de avaliação do potencial de reciclagem de resíduos. *In: Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/379*. São Paulo: EPUSP, 11 p., 2004.