

REAPROVEITAMENTO DOS ENTULHOS DE CONCRETO NA CONSTRUÇÃO DE CASAS POPULARES

Maria Edelma Henrique de Carvalho Porto (ISECENSA)

maria_edelma@hotmail.com

Simone Vasconcelos Silva (ISECENSA)

simonevsinfo@yahoo.com.br

A construção civil é um dos setores de produção que mais desperdiça na utilização dos recursos naturais. O entulho muitas vezes é gerado por diversos motivos, trazendo prejuízos monetários, sociais e ambientais para a comunidade. Este trabalho propõe uma metodologia para reaproveitamento do entulho do concreto proveniente das obras de edifícios na construção de conjuntos habitacionais de casas populares. É proposto também um modelo padrão de casa popular para o conjunto habitacional. O artigo apresenta um estudo de caso, baseado na metodologia proposta, realizado na cidade de Campos dos Goitacazes-RJ.

Palavras-chaves: Concreto, Reciclagem, Entulhos



1. Introdução

A construção civil é um dos setores de produção que mais desperdiça na utilização dos recursos naturais. O entulho muitas vezes é gerado por deficiências no processo da construção, como falhas ou omissões na elaboração dos projetos e na sua execução, má qualidade dos materiais empregados, perdas no transporte e armazenamento, má manipulação por parte da mão de obra, além da substituição de componentes pela reforma ou reconstrução.

Apesar da perda excessiva de recursos naturais relacionada à geração de entulho, poucos países relatam à existência de subsídios financeiros para unidades de tratamento de resíduos de construção e demolição.

O entulho é um dos resíduos industriais mais heterogêneos, ele é constituído de restos de praticamente todos os materiais de construção (argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc.) e sua composição química está vinculada à composição de cada um de seus constituintes.

A reciclagem destes entulhos pode auxiliar na produção de matérias de menor custo, colaborando na redução de custos das habitações, um dos mais caros e inacessíveis bens, e no auxílio à diminuição de poluentes.

Os entulhos podem gerar riscos sanitários e ambientais que representam, principalmente na disposição final inadequada. Seu descarte indevido causa problemas sanitários (enfermidades veiculadas por vetores e poluentes químicos), ambientais (contaminação do solo e águas subterrâneas), sociais (catação), econômicos (desvalorização de áreas, comprometimento do sistema de drenagem, desperdício de materiais e energia).

É fundamental implementar a minimização e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos, com participação da sociedade na busca de soluções, visando à redução dos riscos sanitários e ambientais, à melhoria da qualidade de vida e da saúde das populações e ao desenvolvimento sustentável. (GÜNTHER, 1999)

A geração do entulho em canteiro de obras durante a fase de construção, causada pelo alto desperdício de materiais e até pelo próprio processo construtivo, tem ocasionado inúmeros problemas de ordem econômica e ambiental, pois quando descartados dos canteiros quase sempre são levados para destinações clandestinas, gerando depósitos instáveis e muitas vezes obstrução de canais e locais de escoamento e drenagem urbana.

Devido à falta de um local ideal para a deposição do entulho, muitos destes são despejados em terrenos baldios, córregos, e à beira de vias, ocasionando obstruções, problemas de tráfego, assoreamento de córregos, e facilitando a proliferação de insetos.

A busca pela redução de poluentes, de custos e a quantidade de resíduos gerados na construção civil (entulhos), vem provocando grandes transformações nos comportamentos.

Este artigo apresenta um estudo baseado na importância social, econômica e ambiental do reaproveitamento dos entulhos de concreto provenientes das obras (construção, reforma e demolição) da construção civil executados na cidade de Campos dos Goitacazes no estado do Rio de Janeiro. O artigo aborda uma revisão bibliográfica sobre reciclagem de entulhos na construção civil e uma metodologia desenvolvida com o objetivo de propor benefícios do reaproveitamento dos entulhos de concreto para construção de casas populares.

2. Histórico do entulho na construção civil

A reciclagem de materiais de construção tem se desenvolvido basicamente nos últimos anos, porém há registros de sua prática na antiguidade. De acordo com Levy (1997), diversos autores alemães relatam que há notícias de obras executadas com agregados reciclados já nas cidades do Império Romano. Na Alemanha, por volta de 1860, foram utilizadas sobras de blocos de concreto de cimento Portland, na produção de artefatos de concreto. Levy (1997), relata que só a partir de 1928 começaram a ser desenvolvidas pesquisas de forma sistemática, para avaliar o efeito do consumo de cimento, da quantidade de água e da granulometria dos agregados.

A primeira aplicação do uso de entulho reciclado só foi registrada após o final da Segunda Guerra Mundial, na reconstrução de cidades européias. Pode-se dizer que a partir de 1946 teve início o desenvolvimento da tecnologia de reciclagem do entulho de construção civil.

Em 1988, foi realizado no Japão o Segundo Simpósio Internacional do RILEM em Demolição e Reutilização de Concreto e Alvenaria. Segundo Kasai (1989), na seção de reutilização de concreto e alvenaria foram estabelecidas as seguintes diretrizes:

- O concreto de origem dos agregados reciclados deve estar isento de solo e grandes quantidades de impurezas;
- A forma e o tamanho do agregado reciclado podem ser controlados pelo processo de britagem;
- Os métodos de dosagem dos concretos reciclados podem ser melhorados;
- Agregados reciclados graúdos são adequados para reutilização, enquanto a qualidade dos concretos reciclados geralmente se torna inferior se o agregado reciclado miúdo é utilizado;
- É necessário estabelecer normas de qualidade para agregados reciclados e concretos reciclados;
- Especificações e recomendações devem ser desenvolvidas de maneira a encorajar o uso de concreto reciclado, em conformidade com códigos e normas de cada país.

2.1. Tipos de entulho na construção civil

O entulho se apresenta na forma sólida, com características físicas variadas e dependem do seu processo gerador, podendo apresentar-se tanto em dimensões e geometrias já conhecidas dos materiais de construção, tanto em formato e dimensões irregulares, como pedaços de madeiras, argamassas, concretos, metais, plásticos, etc. (ZORDAN, 2001)

Entende-se por entulho o conjunto de fragmentos provenientes do desperdício na construção, reforma e demolição de estruturas de edificações diversas, como prédios, casas e pontes.

O entulho de construção tem origem em três tipos de obras: construção, demolição, e reforma. Nas construções o que se encontra na sua grande maioria são materiais que ainda não foram utilizados em qualquer processo da construção, normalmente em razão do desperdício resultante da própria característica artesanal da construção. Em demolições e reformas pode-se encontrar os materiais já na sua forma final, tal como paredes de alvenaria e pisos revestidos, concreto armado, etc.

Quanto aos resíduos de entulho, provenientes de demolições e sobras de construções, sua composição é bastante variada, tanto em relação aos materiais constituintes como em relação aos diferentes locais de geração. A composição variada do entulho se verifica devido à grande quantidade de materiais envolvidos na indústria da construção civil. A geração de resíduos varia de acordo com as características da construção civil em cada região do país e do mundo.

Os resíduos de construção civil podem encontrar um grande número de finalidades para reutilização, desde que devidamente tratados e analisados. Segundo Hansen (1992), uma vez que o agregado tenha sido britado, peneirado e se necessário descontaminado, pode-se encontrar aplicações tais como:

- Enchimentos em geral;
- Enchimento em projetos de drenagem;
- Sub-base ou material de base para construção rodoviária;
- Agregado para novos concretos.

Dentre essas finalidades, a que vem despertando grande interesse é a utilização dos agregados reciclados para a produção de novos concretos. É uma aplicação que exige muitos cuidados e estudos, tendo em vista o importante papel que os agregados desempenham no comportamento dos concretos.

Para a produção de novos concretos com agregados reciclados tem-se utilizado diversos resíduos oriundos de demolição e construção, e o que parece ter as melhores propriedades para tal são os resíduos de concreto.

Entretanto, agregados reciclados de alvenaria também tem sido utilizados com essa finalidade, mas conforme observado em Hansen (1992), algumas de suas propriedades são significativamente inferiores às dos agregados reciclados de concreto.

Em relação aos métodos utilizados na coleta de entulhos pode-se dizer que o transporte e a destinação final dos entulhos gerados na construção civil podem variar de acordo com o tipo e tamanho da obra que é realizada. As pequenas obras, demolições e reformas utilizam os serviços das empresas especializadas que operam através da disposição de containers junto às obras. Já nas obras maiores, parte do entulho pode ser utilizada para aterros na própria obra e o descarte do entulho quando necessário, é variado, podendo fazer a contratação de carreteiros particulares, carreteiros que entregam materiais na obra, ou ainda caminhões de propriedade da empresa.

2.2. Reaproveitamento do entulho no Brasil

Segundo Pinto (1995) estima-se que no Brasil a perda de materiais pode chegar a 20% em sistemas construtivos convencionais, sendo a argamassa e seus componentes os principais vilões, contribuindo com 60% do entulho gerado. Os componentes de vedação também se mostraram grandes fontes de desperdício, participando com 30% do entulho. Em países europeus os valores do desperdício de material em obra podem variar, em massa, entre 10 e 15%.

Para Picchi (1993) o desperdício na construção civil brasileira é muito alto se comparado a outros países. Picchi (1993) estima que o desperdício relacionado ao entulho gerado, expresso em porcentagem do custo da obra, é da ordem de 5%.

No Brasil a falta de iniciativa para a implantação de usinas de reciclagem do entulho da construção ainda é baixa.

Grande parte dos produtores de entulho continua jogando esse material ao longo de estradas e avenidas e em margens de rios e córregos. O surgimento dos caçambeiros contribuiu para que esse quadro fosse amenizado com a criação de locais pré-determinados, nem sempre apropriados, para o depósito do resíduo.

Algumas prefeituras (Belo Horizonte, Ribeirão Preto, etc.) estão implantando locais apropriados para receber o resíduo. São as "Usinas de Reciclagem de Entulho", constituídas basicamente por um espaço para deposição do resíduo, uma linha de separação, um britador, que processa o resíduo na granulometria desejada e um local de armazenamento, onde o entulho já processado aguarda para ser utilizado.

Estimativas da quantidade do entulho produzido no país e no exterior são apresentadas a seguir.

LOCAL GERADOR	GERAÇÃO ESTIMADA (t/mês)
São Paulo	372.000
Rio de Janeiro	27.000
Brasília	85.000
Belo Horizonte	102.000
Porto Alegre	58.000
Salvador	44.000
Brasil Recife	18.000
Curitiba	74.000
Fortaleza	50.000
Florianópolis	33.000
Europa	16.000 a 25.000
Reino Unido	6.000
Japão	7.000

Fonte: (ZORDAN, 2001)

Tabela 1- Estimativas de entulho produzido no país e no exterior

Está disponível no site do MMA (Ministério do Meio Ambiente) um manual com recomendações de licenciamento para áreas de manejo de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (MMA, 2003). O manual está baseado na resolução 307/2002 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) que trata da destinação destes materiais. Ele foi estruturado pela Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos, do MMA, em parceria com o Ministério das Cidades.

Os resíduos da construção civil, por si, não representam grandes riscos ambientais. No entanto, muitas cidades brasileiras sofrem graves impactos ambientais provocados pela intensa deposição irregular de resíduos da construção e demolição (RCD). A partir de 2002 destaca-se, no Brasil, o início do estabelecimento de políticas públicas voltadas para a indução da implantação de áreas para o manejo sustentável desses resíduos. Essas áreas foram normatizadas apenas recentemente e os órgãos ambientais devem se preparar para o seu licenciamento e fiscalização estabelecendo procedimentos claros para atendimento da demanda crescente por empreendimentos deste tipo.

A expectativa do MMA é que o manual resulte em normas e diretrizes dos órgãos ambientais estaduais para o licenciamento das áreas de manejo destes resíduos, na forma de Resoluções, Instruções Normativas, Instruções Técnicas ou outros instrumentos condizentes com as melhores soluções técnicas, com as diferenciadas realidades regionais brasileiras e com as políticas ambientais dos municípios, dos estados e do governo federal. O manual é um instrumento para munir os estados de informação para o licenciamento e a fiscalização desse tipo de resíduos.

O manual aborda temas como:

- Procedimentos propostos para licenciamento;
- Licenciamento de áreas de transbordo e triagem para resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATTs);
- Licenciamento de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil;
- Licenciamento de aterros de resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes;
- Procedimentos para casos específicos;
- Procedimentos propostos para fiscalização, entre outros.

A Resolução CONAMA n^o 307 estabelecem diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, visando:

- A responsabilidade ambiental dos profissionais na elaboração dos projetos por meio da redução e minimização do desperdício de materiais, exigência de manejos para a eliminação dos impactos ambientais, diminuição dos custos finais dos empreendimentos;
- A responsabilidade ambiental dos profissionais nos canteiros de obras por meio da limpeza do canteiro, segregação dos resíduos gerados e garantia de controle sobre o destino dos resíduos em agentes legalmente licenciados, resultando numa maior limpeza e organização, maior economia e segurança para o trabalhador, assim como facilitação da triagem dos resíduos e seu aproveitamento;
- A responsabilidade ambiental dos transportadores por meio de um correto manejo e destinação dos resíduos, obedecendo a legislação municipal e aos dispositivos que regulamentam as questões do meio ambiente;

- A responsabilidade ambiental dos receptores dos RCD por meio de áreas receptoras definidas como: área de transbordo e triagem – licenciada pelo poder público municipal, área de reciclagem e aterros de RCD e resíduos inertes – licenciados pelos órgãos estaduais do meio ambiente (PINTO e GONZÁLEZ, 2005).

3. Processo de reciclagem do entulho de concreto

Vries (1993) apud Bazuco (1999) relata que há na Holanda, desde 1984, regulamentações para testes de controle e limites de aceitação para agregados de concreto. As regulamentações são baseadas na recomendação CUR-VB 4, específica para agregado britado de concreto.

A recomendação CUR-VB 4 estabelece que o principal constituinte, o agregado britado de concreto, deve representar mais que 95% do total. Não mais que 5% devem consistir de materiais secundários tais como tijolos de argila, tijolos de areia calcária, concreto leve, concreto espumoso, materiais cerâmicos e argamassa de alvenaria, com a clara exclusão de gesso e materiais contendo gesso. Além disso, não mais que 1% do agregado de concreto britado deve consistir de constituintes tais como: madeira, papel, vidro, têxteis, materiais betuminosos, etc.

Os resíduos de materiais de construção apresentam, de um modo geral, grande quantidade de componentes. Estes resíduos podem ser provenientes dos restos dos materiais utilizados em uma construção, da demolição de construções, ou ainda, das sobras advindas da fabricação de materiais para a construção civil fora dos canteiros de obras, como é o caso por exemplo, das usinas de concreto.

O entulho, que pode ser usado sozinho ou misturado ao solo, deve ser processado por equipamentos de britagem / trituração até alcançar a granulometria desejada, e pode apresentar contaminação prévia por solo, desde que em proporção não superior a 50% em peso.

O resíduo ou a mistura podem então ser utilizados como reforço de subleito, sub-base ou base de pavimentação, considerando-se as seguintes etapas: abertura e preparação da caixa (ou regularização mecânica da rua, para o uso como revestimento primário) corte e/ou escarificação e destorroamento do solo local (para misturas), umedecimento ou secagem da camada, homogeneização e compactação.

O entulho processado pelas usinas de reciclagem (onde sua fração mineral é britada em britadores de impacto) é utilizado como agregado no concreto, em substituição simultânea à areia e à brita convencionalmente utilizadas. A mistura é a tradicional, com cimento e água, esta em quantidade bastante superior devido à grande absorção do entulho. (ZORDAN, 2001)

3.1. Vantagens e Limitações do Reaproveitamento do Entulho de Concreto

O entulho processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais (areia e brita).

Vantagens (ZORDAN,2001):

- Utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- Economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas;

- Possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração;
- Possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza baixo consumo de cimento;

Limitações:

- A presença de faces polidas em materiais cerâmicos (pisos, azulejos, etc.) interfere negativamente na resistência à compressão do concreto produzido (ZORDAN, 2001).
- Uma das grandes dificuldades encontradas para a produção de agregados reciclados de concreto é a seleção e a caracterização das propriedades destes materiais. O concreto demolido pode estar misturado com solo ou outros resíduos de materiais de construção, ou ainda pode conter impurezas.
- A coleta de entulho para o processo de reciclagem encontra dificuldades, como por exemplo, o tráfego intenso na rua, dificulta acesso à construção para descarga de materiais, ou retirada de entulhos e outros, pois não se tem um estudo prévio da logística adequada e seu reaproveitamento ordenado.

4. Reaproveitamento do entulho de concreto na cidade de Campos dos Goitacazes-RJ

O estudo do reaproveitamento do entulho de concreto na cidade de Campos visa possibilitar a redução de custos para construção das habitações populares a partir do reaproveitamento do concreto; auxiliar na preservação ambiental, oferecendo uma redução do acúmulo de entulhos como agente poluidor; e trazer benefícios à população regional através de um maior aproveitamento de mão de obra atuante na construção civil e o aumento do número de famílias contempladas com uma habitação.

Este estudo justifica-se pelo excessivo acúmulo de entulhos provenientes da construção civil no município, depositados de forma visivelmente inadequada, trazendo prejuízos à população e ao meio ambiente. Pode-se citar também como justificativa, o relato de diversos profissionais da área de construção civil na região, demonstrando a preocupação e o interesse de solucionar o desperdício dos recursos naturais através do acúmulo do entulho.

O tipo de entulho abordado neste estudo refere-se ao concreto, pois o grande volume deste tipo de entulho desperdiçado pela construção civil torna-se uma preocupação constante como fator degradante do meio ambiente. E o tipo de obra utilizada será a construção de edifícios convencionais multifamiliar.

O objetivo principal deste estudo é demonstrar a viabilidade do uso de entulho de concreto reciclado na construção de projetos de casas populares, através do reaproveitamento do entulho do concreto na construção do radier, contra piso e viga das casas populares que irão compor o conjunto habitacional.

4.1. Metodologia proposta

O estudo é baseado em uma metodologia dividida nas seguintes atividades:

- Levantamento do número médio de obras na cidade de Campos dos Goitacazes, separadas por tipo (construção, demolição, reforma);
- Cálculo médio da quantidade de entulho de concreto das obras;

- Cálculo médio de volume do novo material adquirido a partir da reciclagem do volume do entulho do concreto;
- Projetar um modelo padrão da casa popular;
- Cálculo do volume do novo material necessário para construção de uma unidade;
- Comparação entre os custos da construção da unidade com o novo material proveniente da reciclagem do concreto e o material convencional;
- Cálculo da quantidade de unidades de casas populares, seguindo o modelo padrão proposto, que poderão ser construídas a partir do entulho produzido pelas obras da cidade;
- Demonstrar o custo final da construção do possível conjunto habitacional, evidenciando o lucro gerado.

4.2. Resultados obtidos

De acordo com os dados obtidos na Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal de Campos dos Goitacazes (PMCG, 2008), foi feito um levantamento da média de projetos aprovados na secretaria para execução de edifícios convencionais multifamiliar em um período de 56 meses, obteve-se uma média de 12 edifícios, sendo 3 com média de 17 pavimentos e 9 com média de 4 pavimentos.

Considerando um somatório por pavimentos, chega-se a um total de 87 pavimentos, os quais correspondem a uma metragem de 520 m² por andar, obtendo uma metragem final de 45240 m² de obra executada.

Baseado nos dados do Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Campinas (PMC, 1996), o município produz cerca de 1800 t/dia de resíduos, que são lançados nos locais de “bota-foras”, o que representa a geração de 1,8 t/dia por habitante (população aproximada de 1 milhão de habitantes). Cerca de 70% desses resíduos são originados por residências ou prédios em construção/demolição, enquanto os 30% restantes constituem resíduos industriais que deveriam estar sendo tratados em unidades específicas.

De acordo com Pinto (1992), o desperdício em um edifício convencional, de 3658 m² de área construída. A partir dos documentos fiscais, foram levantados os materiais que entraram na obra. Foram feitos também, levantamentos a partir do projeto executivo e de medições no canteiro. Para uma massa projetada de 3110 t (0,85 t/m²), foram adquiridas 3678 t (1,0 t/m²) para a execução da obra, o que representou um desperdício de 18,3%. No estudo, foram feitas 213 remoções de entulho em 18 meses de obra, o que resulta numa média de 2,7 viagens ou 9,45 m³ por semana.

Com estes dados, citados acima, pode-se estimar um valor para um parâmetro de referência de m² para m³, com uma relação de regra de três, onde 18,26% de entulho, corresponde a 223,65 m³ de resíduos de concreto, baseados em pesquisas que cita como 21% do entulho gerado em uma obra, corresponde a resíduos de concreto.

$$\begin{aligned} 3658 \text{ m}^2 &- 223,65 \text{ m}^3 \text{ de concreto} \\ 1 \text{ m}^2 &- X \\ = 1 \text{ m}^2 \text{ obra, corresponde à retirada de } &0,0612 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Logo, com 45240 m² de obra, obtém-se 2768,69 m³ de agregado de concreto.

Com o estudo desenvolvido em uma casa projetada para conjunto habitacional com 42,21 m², que corresponde a 46,80 m/l de radier (40 x 10) e 46,80 de viga superior de sustentação de laje (8 x 20), 23,40 m³ de contra piso (42,21 X 0,5). Chega-se a um valor de volume total de acordo com a Tabela 2.

Etapas	m³
Radier	18,72
Contra piso	23,40
Viga	7,49
Total	49,61

Tabela 2 – Valor do m³ para cada etapa

Aproveitando os resíduos obtidos nas unidades levantadas, 2768,69 m³ de agregados de concreto, pode-se reutilizá-los em 55 (2768,69/49,61) unidades habitacionais (conforme modelo da Figura 1).

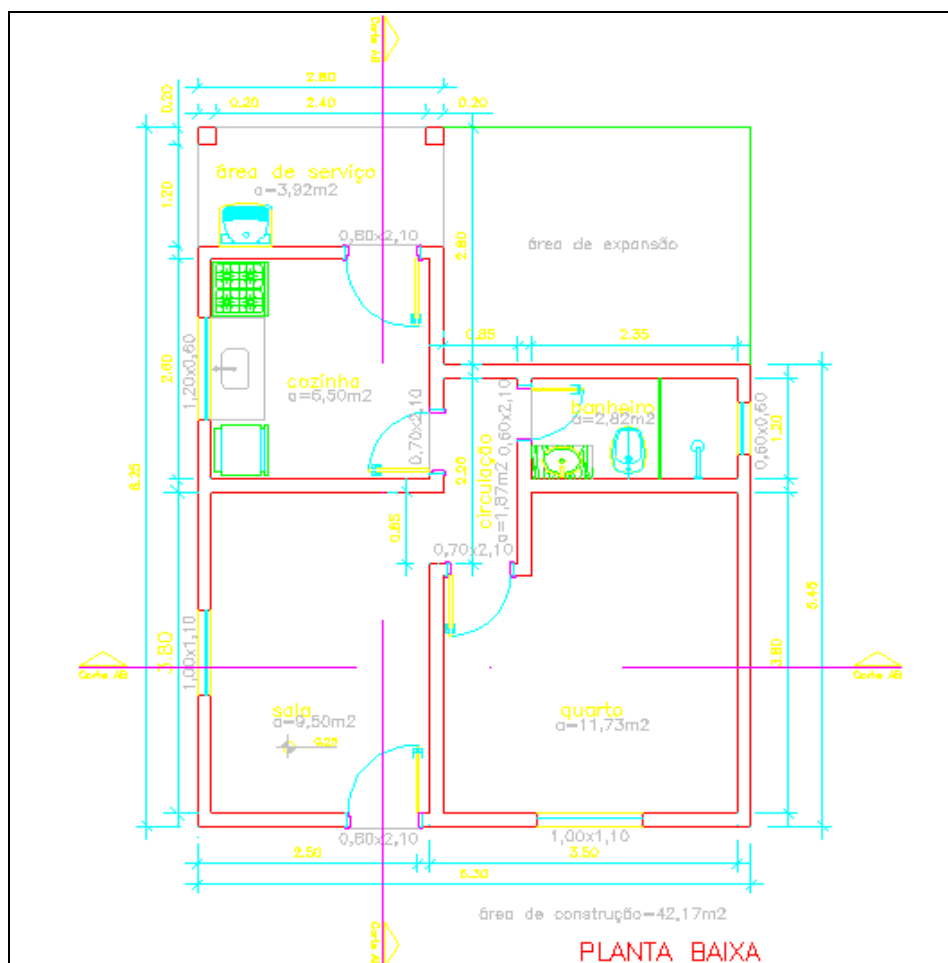


Figura 1 – Planta baixo do modelo padrão da casa popular

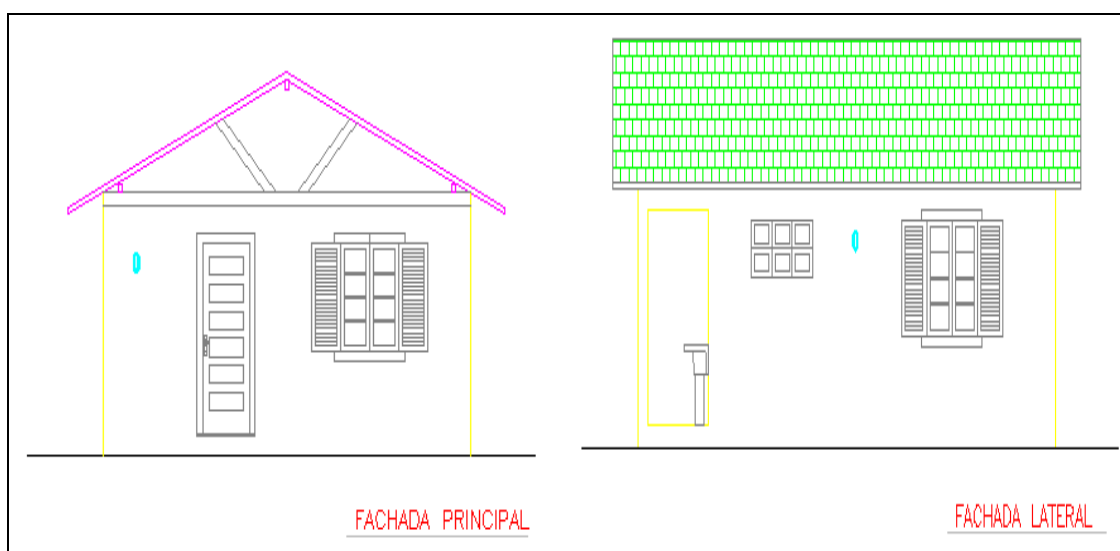


Figura 2 – Planta da fachada principal e lateral do modelo padrão da casa popular

4. Considerações finais

Este artigo tem um caráter de melhoria na vida social e ambiental da região, devido à reutilização dos entulhos de concreto da construção civil, através de um processo de reaproveitamento dos resíduos de concreto provenientes de obras de edifícios.

O trabalho apresentou uma metodologia para reaproveitamento dos entulhos de concreto na construção de radier, contra piso e viga para casas populares.

O resultado obtido através da metodologia apresentada baseou-se na proposta de um projeto de um conjunto habitacional popular, construído a partir dos entulhos de concreto das obras de edifícios da região, onde a planta das casas do conjunto habitacional também foi proposta neste artigo.

Referências

- BAZUCO, R. S.** *Utilização de agregados reciclados de concreto para a produção de novos concretos.* Florianópolis, 1999. 100 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.
- GÜNTHER, W.M.R.** *Saúde Ambiental comprometida pelos resíduos sólidos.* In: Seminário Sobre Resíduos Sólidos RESID'99. São Paulo, 1999, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1999.
- HANSEN, T.C.** *RILEM Report 6 - Recycling of Demolished Concrete and Mansory.* London, E& FN SPON na imprint of Chapman & Hall. 1992.
- KASAI, Y.** *Demolition and reuse of concrete and mansory.* Concrete International, v.11, n. 3, p.24-28, 1989.
- LEVY, S.M.** *Reciclagem do entulho da construção civil, para utilização com agregados para argamassa e concretos.* 147p. Dissertação (Mestrado)- Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA).** *Manual com recomendações de licenciamento para áreas de manejo de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.* Brasil, 2003.
- PINTO, T. P.** *Entulho de Construção: Problema Urbano que Pode Gerar Soluções.* Construção, São Paulo, Ed. Pini, nº 2325, ago. 1992.
- PICCHI, F. A.** *Desperdício impera na construção civil.* O Estado de São Paulo, São Paulo, 16 maio 1993.
- PINTO, T. P.** *De Volta à Questão do Desperdício.* Construção, São Paulo, Ed. Pini, nº 2491, nov. 1995.
- PINTO, T. P. e GONZÁLEZ, J. L. R.** *Guia Profissional para uma Gestão Correta dos Resíduos da Construção.* São Paulo: CREA-SP Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo, 2005.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CAMPINAS (PMC), SECRETARIA DE SERVIÇOS E OBRAS.** *Cálculos de Reaproveitamento de Entulhos de Concreto.* São Paulo, 1996.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOITACAZES (PMCG), SECRETARIA DE SERVIÇOS E OBRAS.** *Dados de Obras Prediais.* Rio de Janeiro, 2008.
- ZORDAN, S. E.** *Entulho da Indústria da Construção Civil,* 2001. Disponível em http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm