



IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Foz do Iguaçu – Paraná – Brasil
7 a 10 de maio de 2002

O USO DE ENTULHO DE OBRA NA PRÓPRIA OBRA COMO PARÂMETRO DE ORGANIZAÇÃO DE CANTEIRO E REDUÇÃO DE CUSTOS

GRIGOLI, Ademir Scobin

Eng. Civil, Doutorando, Universidade de São Paulo, PCC - USP. C.P. 61.548,
São Paulo, 05424-970 – ademir.grigoli@poli.usp.br

RESUMO

Este trabalho, formula formas de como em um canteiro de obra pode-se utilizar do entulho gerado por esta obra, como material de construção.

São enumerados duas dezenas de situações em que o entulho de obra pode ser utilizado como material de construção, tal como assim o são utilizados em obras executadas pelo autor deste trabalho, seja na forma de concreto sem função estrutural, seja na forma de argamassas e seja na forma de simples enchimentos diversos.

Situações de elementos de obra, na forma de concretos e/ou argamassas, onde não requer alta resistência mecânica e alta capacidade de suporte abrasivo, podem ter como matéria prima o agregado miúdo e o agregado graúdo proveniente do entulho de obra, gerados e aplicados nesta mesma obra.

Palavras-chave: entulho, canteiro de obras, reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

A revista *TÉCHNE* de março/abril de 1995, textualmente cita as palavras do professor VAHAN AGOPYAN, onde diz que "a construção civil é a única indústria capaz de absorver quase totalmente os resíduos que produz. Enquanto vários setores industriais diminuem a utilização de suas matérias primas, a engenharia civil jamais poderá reduzir a quantidade dos materiais necessários para uma obra, sem comprometer a qualidade da construção. Por isso, é necessário encontrar soluções para o problema dos resíduos, com formas práticas de reciclagem na própria obra ou em usinas montadas para esse fim, (grifo nosso)".

Para JOHN (1999), "o conceito de desenvolvimento sustentável está criando profundas raízes na sociedade e, certamente, deverá atingir as atividades do macro-complexo da construção civil, da extração de matérias primas, produção de materiais de

construção, **chegando ao canteiro de obras e às etapas de operação/manutenção e demolição**, (grifo nosso)".

Segundo AGOPYAN et. al. (1998) e Simpósio Nacional de Desperdício de Materiais nos Canteiros de Obras: A Quebra do Mito (anais – 1999), o desperdício na construção civil apresentam valores de 76,00% para a areia, 95,00% para o cimento, 75,00% para a pedra, 97,00% para a cal, 9,00% para o concreto, 17,00% para blocos e tijolos, 10,00% para o aço e 18,00% para a argamassa, sendo na ordem de 50,00% destes gerado na forma de desperdício incorporado à obra e os outros 50,00%, gerados na forma de entulho de obra.

ZORDAN (1999), diz que “o estudo de soluções práticas que apontem para a reutilização do entulho na própria construção civil, contribui para amenizar o problema urbano dos depósitos clandestinos deste material – proporcionando melhorias do ponto de vista ambiental – e introduz no mercado um novo material com grande potencialidade de uso”.

BODI (1997), mostra resultados positivos com a execução de pavimentação de vias urbanas e revestimento primário para estabilização de ruas de terras.

HAMASSAKI et al. (1997), encontraram resultados satisfatórios de resistência a compressão em argamassas de entulho reciclável, apesar de não terem encontrado índices de pozolanicidade adequados, mostrados por RAVERDI et al. (1980).

Ainda HAMASSAKI et al. (1997), ressalta o fato de ser difícil o controle de qualidade do uso do entulho, enfocando que a sua heterogeneidade torna as avaliações dos potenciais dos produtos executados com entulho de obra muito dependentes da qualidade das condições das fontes geradoras do entulho de obra.

PINTO (1997), afirma que a viabilização da reciclagem de entulho de obra, é o coroamento de uma política nacional de gestão e destino dos resíduos de construção, predominantes entre os resíduos totais gerados. Estas novas formas de utilização de entulho de obra, supre o papel dos "bota fora" que podem estar em extinção.

Ainda PINTO (1997), mostra usos de reciclagem de entulho de obra, tais como pavimentação em Belo Horizonte; componentes do tipo blocos de vedação para alvenaria de paredes e muros divisórios em São Paulo e Ribeirão Preto; execução de calçadas (passeio público) em Belo Horizonte.

Segundo JOHN (1999), em uma cidade como São Paulo, o esgotamento das reservas próximas da capital faz com que a areia natural já seja transportada de distâncias superior a 100 km, implicando em enormes consumos de energia e geração de poluição.

Ainda, segundo JOHN (1999), a construção civil é potencialmente uma grande consumidora de resíduos proveniente de outras indústrias. O setor já é um grande reciclador de resíduos de outras indústrias. E segundo GRIGOLI (2000), indústria da construção civil pode ser consumidora de resíduos da própria construção civil.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é mostrar que dentro de um canteiro de obra existem dezenas de atividades que podem ser executadas com entulho de obra, desde uma argamassa, um concreto, um simples enchimento, ou até mesmo uma drenagem. Além do que procura mostrar critérios de como utilizar como materiais de construção, os entulhos gerados por uma obra, na própria obra.

3. O CANTEIRO DE OBRA E O ENTULHO GERADO

A minimização do entulho gerado em um canteiro de obra requer que os processos construtivos estejam de tal forma estabelecidos, que conduzam à execução das diversas etapas do cronograma físico de forma sincronizada, sem provocar erros executivos na

caracterização de desperdício incorporado, ou até mesmo desperdícios de materiais na forma de mal manuseio e quebras, tendo-se que refazer serviços já executados.

Em todas as fases da obra, ocorrem o aparecimento do entulho, constituídos das mais variadas formas, particularidade esta, intrínseca à etapa de cada obra.

O entulho de obra, é produto originado dentro de um canteiro de obra, oriundo de vários fatores:

- quebra de produtos, ou ruptura de embalagens durante a descarga;
- quebra de produtos, ou ruptura de embalagens durante a armazenagem;
- quebra de produtos, ou ruptura de embalagens durante o transporte;
- quebra de serviços já executados em função de erros de execução;
- quebra de serviços já executados em função de erros de projetos;
- quebra de serviços já executados em função de mudanças de projetos;
- quebra de produtos durante a execução dos serviços, por falta de planejamento durante a modulação da obra;
- perda de materiais por falta de profissionalismo da mão de obra empregada;
- perdas na forma de entulho de obra, por falta de gestão na operacionalização das atividades do canteiro de obra.

Os **entulhos recicláveis**, segundo GRIGOLI (2000), são compostos de **areias, pedras, concreto, cerâmicas, argamassas, vidros, cerâmicas esmaltada e metais**, em porcentagens tal como mostra a figura 01.

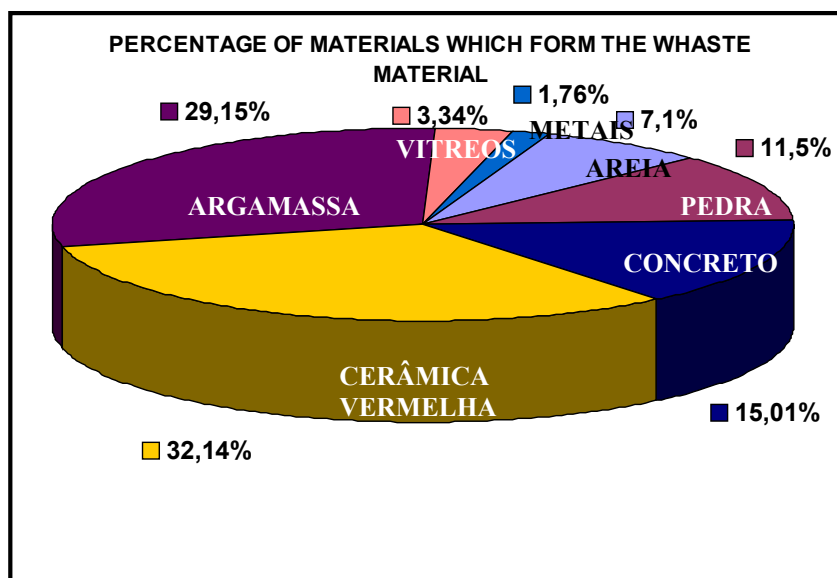


Figura 01 - Percentuais de frações de entulho de obra, GRIGOLI (2000).

A medida que as etapas de uma obra vão se cumprindo, de acordo com o cronograma físico, porções de entulho vão se formando a cada atividade executada.

Em função da falta de espaço físico e com a propensa idéia em deixar a obra "limpa", é comum o construtor promover a cada etapa de produção de entulho, uma limpeza do local, levando o entulho para o térreo da edificação e em seguida enviando embora para algum "bota fora". Todo este procedimento de deslocamento do entulho, pelo canteiro, e, mandando para um "bota fora", custa muito caro.

Para o uso do entulho como material de construção na própria obra, **não se faz movimentos com os entulhos recicláveis gerados**, deixa-os no próprio compartimento ou no próprio pavimento em que foi gerado, apenas acomodando-os em um dos cantos.

O entulho gerado, preliminarmente sendo deixado no próprio compartimento, proporcionalmente ocupa menos espaço físico do que o que eventualmente ocuparia no terreno em operação antecedente ao “bota fora”.

JOHN (1999), alerta a importância da seleção criteriosa, uma vez que "um dos problemas mais graves nos entulhos, é que sua composição varia de acordo com a fase da obra e o tipo de obra e que afeta a qualidade das argamassas produzidas", ressaltando ainda, mais rigorosidade no selecionamento em função da "recente introdução maciça de gesso na forma de revestimentos ou placas", ressaltando ainda que os problemas de misturas indesejáveis, "podem ser superados pela classificação dos entulhos e seu manejo em pilhas de maneira a reduzir a sua variabilidade". E, afirma ainda ser isto possível somente em centrais de reciclagem. Mas no entanto, segundo opinião do autor deste trabalho, este problema em canteiro de obra pode ser solucionado.

Quando o entulho é gerado, gera-se simultaneamente porções de entulho não reciclável e entulho reciclável. Um procedimento aconselhável é que a medida que os entulhos não recicláveis forem sendo gerados, que também sejam eliminados para fora do ambiente onde foi gerado.

A presença do solo argiloso nos entulhos que vão ao “bota fora” por “caçambões”, é ainda mais acentuada, pois não existe nenhuma preocupação em separar estes componentes, antes de mandá-los fora do canteiro de obra.

A gestão do canteiro de obra em se promover a permanência dos entulhos recicláveis nos compartimentos ou pavimentos onde foram gerados, elimina totalmente a possibilidade de mistura com solo argiloso.

O traço de uma argamassa ou de um concreto em canteiro de obra, com entulho reciclável, tem que ser de tal forma que facilite o seu desempenho operacional na sua utilização. E, para isto, a melhor forma é expressá-lo em volume.

Um aspecto muito importante a ser considerado no uso da argamassa e/ou do concreto de entulho reciclável, a ser executado no canteiro, é a mediação entre a potencialidade desta argamassa e/ou concreto e as peças a serem executadas na obra. As peças a serem executadas, de forma nenhuma devem solicitar altas tensões ao concreto ou à argamassa.

A determinação do fator água/cimento, tanto para a argamassa, quanto para o concreto executados com entulhos recicláveis, está vinculada eminentemente à consistência necessária a sua aplicação.

As atividades de um canteiro que permitem a aplicação de argamassa ou concreto de entulho reciclável, quando sendo desenvolvida, requer que seja aplicado um traço adequado, necessitando de uma mistura também adequada.

4. CARACTERÍSTICAS DE RESISTÊNCIAS E TRAÇOS DE CONCRETOS E ARGAMASSAS EXECUTADOS COM ENTULHOS RECICLÁVEIS

4.1-Assentamento de Batentes; Enchimento de rasgos de paredes, Chumbamentos de Tubulações Elétricas e Hidráulicas; Execução de Enbonecamento de Tubulações; Remendos e Emendas em Alvenarias; Enchimento de Rebocos Internos.

Traço:

1,00:2,00:6,00.

Sendo: 1,00 volume de cimento, para 2,00 volumes de cal, para 6,00 volumes de porção miúda de entulho de obra.

Resistência apurada aos 28 dias: 2,10 MPa.

4.2-Assentamento de esquadrias; Chumbamentos de Caixas Elétricas, Enchimento de Degraus de Escadaria.

Traço:

1,00:2,00:5,00.

Sendo: 1,00 volume de cimento, para 2,00 volumes de cal, para 5,00 volumes de porção miúda de entulho de obra.

Resistência apurada aos 28 dias: 2,40 MPa.

4.3 Assentamento de Blocos Cerâmicos.

Traço:

1,00:2,00:3,00:3,00.

Sendo: 1,00 volume de cimento, para 2,00 volumes de cal, para 3,00 volumes de porção miúda de entulho de obra, para 3,00 volumes de areia natural média.

Resistência apurada aos 28 dias: 2,80 MPa.

4.4 Contrapiso de Interiores de Unidades Habitacionais; Estaqueamento – Fundações de Muros Com Pequenas Cargas; Vigas de Concreto com Baixa solicitação; Pilares de Concreto com Baixa Solicitação; Contrapiso ou Enchimento de Casa de Máquinas e Áreas Comuns de Baixo Tráfego.

Traço:

1,00:2,00:2,00:2,00:2,00.

Sendo: 1,00 volume de cimento, para 2,00 volumes de porção miúda de entulho de obra, para 2,00 volumes de areia natural média; para 2,00 volumes de porção graúda de entulho de obra, para 2,00 volumes de brita 01 natural.

Resistência apurada aos 28 dias: 16,00 MPa.

No caso específico de contrapiso de interiores de unidades habitacionais, pode-se optar pela adoção de um outro constituinte no concreto, qual seja, a palha de arroz. Elemento este, utilizado quando o contrapiso executado tenha espessuras superiores a 6,00 centímetros. Daí o traço toma a forma de 1,00:2,00:2,00:2,00:2,00.

Sendo: 1,00 volume de cimento, para 2,00 volumes de porção miúda de entulho de obra, para 2,00 volumes de areia natural média; para 2,00 volumes de porção graúda de entulho de obra, para 2,00 volumes de brita 01 natural, para 2,00 volumes de palha de arroz.

Com resistência apurada para este caso aos 28 dias: 10,00 MPa.

4.5 Concreto de Piso para Abrigos de Automóveis Leves.

Traço:

1,00:3,00:1,50:2,00.

Sendo: 1,00 volume de cimento, para 3,00 volumes de areia natural média, para 1,50 volumes de porção graúda de entulho de obra, para 2,00 volumes de brita 01 natural.

Resistência apurada aos 28 dias: 20,00 MPa.

Segundo BRITO FILHO (1999), "é temerário a utilização de concretos produzidos com entulho de construção civil para elementos estruturais, em virtude da heterogeneidade de seus fragmentos". E continua, "uma fração que por ventura possua baixa resistência ao esmagamento pode comprometer a estabilidade da estrutura". E ainda, "concretos produzidos com entulhos de construção civil não devem ser utilizados em elementos estruturais que estejam submetidos a grandes esforços de compressão ou tração".

ZORDAN e PAULON (1997), mostram através de experimentos com dosagens de concretos com entulho de obra que **"o entulho de obra pode ser utilizado como agregado, na confecção de concreto não estrutural destinados à infra-estrutura urbana, (grifo nosso)".**

Tanto o concreto, como a argamassa executados com entulho de obra, oferecem como produto final, uma massa com grande absorção de água, tornando eventuais armaduras presentes, susceptíveis à corrosão das armaduras. Embora a presença de carbonatos de cálcio, oriundos da presença da cal nas argamassas de cal, dão origem à água presente, uma característica de água dura, gerando uma película colmatadora, protegendo a armadura, podendo minimizar a corrosão desta armadura. Mas se existir uma relativa penetração de gás carbônico, em função da porosidade deste concreto, o processo corrosivo pode se implantar pelo avanço da frente de carbonatação. E, ainda mais nocivo, justapondo ao fato de existir uma alta variedade de substâncias eletroquimicamente ativas, oriundas da multivariabilidade de produtos que compõem o entulho de obra. Segundo TOPÇU e GUNÇAN (1995), cuidado especial, mais preocupante, é a presença do gesso de construção, ou até mesmo os resíduos orgânicos, formadores das porções ácidas, certamente presentes em grande parte dos entulhos de obra. Então o indicador da inevitável presença de corrosão em armaduras de aço estrutural, também qualificam estas argamassas e concretos à não atuação como de forma estrutural para peças carregadas.

5. ELEMENTOS DE OBRA QUE USAM ELEMENTOS SIMPLES OU COMPOSTOS DO ENTULHO

Numa edificação, em todas as suas fases executivas, em algum momento existem atividades que podem ser executadas com materiais recicláveis de um canteiro de obra.

5.1 Assentamento de batentes

Quando do assentamento de um batente ou portal para porta, promove-se o chumbamento com argamassa de cimento e areia em três ou quatro pontos de cada lateral do mesmo, e o enchimento restante, procede-se com argamassa de areia, cimento e cal. Esta última pode ser substituída por argamassa com agregado reciclável da própria obra. Pode-se ser utilizado no traço de 1,00(cimento): 2,00(cal): 6,00 (agregado miúdo reciclado). E, para enchimentos maiores, utiliza-se pedaços de tijolos que podem ser qualificados de entulho de blocos cerâmicos.

5.2 Assentamentos de esquadrias e/ou contrapiso

Quando do assentamento de uma esquadria ou de um contramarco, promove-se o chumbamento com argamassa de areia e cimentos em pontos indicados pelo fabricante da peça. O enchimento restante, comumente é preenchido com argamassa de cimento, cal e areis. Esta última argamassa, pode ser substituída por argamassa com agregado miúdo reciclável no traço de 1,00(cimento): 2,00 (cal): 5,00(agregado miúdo reciclado). E, para enchimentos maiores, utiliza-se pedaços de tijolos que podem ser qualificados de entulho de blocos cerâmicos.

5.3 Enchimento de rasgos de paredes chumbamentos de tubulações elétricas e hidráulicas

Na instalação de tubulações elétricas, telefônicas, hidráulicas e sanitárias, procede-se o corte da parede e após este corte, sua devida instalação, com posterior cobrimento e regularização com argamassa de cimento, cal e areia. Esta argamassa de cobrimento e regularização colocada após a instalação das tubulações pode ser substituída por argamassa cujo agregado miúdo seja agregado miúdo reciclável. O traço utilizado é 1,00(cimento):

2,00(cal): 6,00 (agregado miúdo reciclado). E, para enchimentos maiores, utiliza-se pedaços de tijolos que podem ser qualificados de entulho de blocos cerâmicos.

5.4 Assentamento de blocos cerâmicos

Para o assentamento de blocos cerâmicos em paredes verticais de divisórias e/ou vedação, normalmente se utiliza argamassa de cimento, cal e areia. Esta argamassa, pode ser substituída por argamassa de agregado miúdo reciclável, combinada com areia natural média no traço 1,00 (cimento): 2,00(cal): 3,00 (areia natural média): 3,00(agregado miúdo reciclável).

Objetivamente, neste caso a argamassa de assentamento, pode ser utilizada amplamente dentro de um canteiro de obras, uma vez que somente duas características são dominantes no seu uso: a plasticidade/trabalhabilidade no manuseio e a sua resistência mecânica após a cura.

No fechamento de paredes verticais de divisórias e/ou vedação, normalmente, necessita-se de promover o encunhamento superior, tal cunhamento pode ser feito com entulho de blocos cerâmicos onde tenha dimensões para tal.

5.5 Chumbamentos de caixas elétricas

As caixas elétricas, de uma construção, normalmente são assentadas em paredes de alvenaria com argamassa de cimento, cal e areia. Esta argamassa pode ser plenamente substituída por argamassa cujo agregado miúdo seja agregado miúdo reciclável. No traço de 1,00(cimento): 2,00 (cal): 5,00(agregado miúdo reciclado). E, para enchimentos maiores, utiliza-se pedaços de tijolos que podem ser qualificados de entulho de blocos cerâmicos.

5.6 Execução de embonecamentos de tubulações

Durante a implantação dos sistemas elétrico, telefônico, hidráulico e sanitário de uma edificação, determinadas prumadas não se consegue imbutí-las na espessura original das paredes de alvenarias, e portanto optando-se por uma alternativa de embonecamento. Este embonecamento, normalmente se utiliza de blocos cerâmicos e argamassa de cimento, cal e areia para a sua viabilização física no canteiro. Tanto os blocos cerâmicos, quanto a argamassa, podem ser substituídos respectivamente por entulhos (pedaços grandes) de blocos cerâmicos e argamassa de agregado miúdo reciclável. A argamassa de agregado miúdo reciclável é executada no traço 1,00(cimento): 2,00(cal): 6,00 (agregado miúdo reciclado).

5.7 Remendos e emendas em alvenaria

Por muitos motivos, em uma edificação tem-se a necessidade de promover remendos e emendas em alvenarias já executadas. Estas atividades levam tipos e formas multivariadas de como serem executadas, e, tais remendos e emendas podem ser executados com argamassas cujo agregado miúdo seja de entulho reciclado, no traço 1,00(cimento): 2,00(cal): 6,00 (agregado miúdo reciclado).

5.8 Enchimentos de rebocos internos

Durante a execução de revestimentos, eventualidades podem ocorrer quanto à espessura deste revestimento, tendo-se necessidade de engrossá-lo. Normalmente, o procedimento adotado para tal enchimento, é utilizar a mesma argamassa de qualquer revestimento. Este enchimento de revestimento pode ser executado com argamassa cujo agregado miúdo seja de entulho reciclável, no traço 1,00(cimento): 2,00(cal): 6,00 (agregado miúdo reciclado).

5.9 Enchimentos de caixões perdidos

Na execução de uma edificação, às vezes por questão arquitetônica, ou às vezes por questão estrutural, pode ocorrer a necessidade de se fazer caixões perdidos, onde fica clara a necessidade inevitável da promoção de enchimentos. Uma das hipóteses disponíveis, embasada em informações do projeto estrutural, é o enchimento deste vazio com entulho de obra. Pode ser viabilizado com entulho de blocos cerâmicos não triturados que possui um peso relativamente pequeno (da ordem de 800 kg/m^3), originado em função do grande volume de vazios formado.

5.10 Enchimento de degraus de escadaria

Os degraus de uma escadaria, podem ser executados sobre uma laje plana inclinada, onde as delimitações das pisadas e os espelhos dos degraus são conformadas numa etapa quando existir disponível agregado reciclável miúdo. A argamassa executada com agregado reciclado miúdo, viabiliza o assentamento dos blocos cerâmicos, dando forma aos degraus necessários.

5.11 Estrado sobre o solo para lançamento de contra-piso e passeio público

Em todo lançamento de um contrapiso que se apoie em solo, antes do lançamento da ferragem e do concreto, executa-se uma camada de proteção para que a ferragem não toque o solo. Esta camada regularizadora e protetora, pode ser executada com entulho reciclado graúdo, sendo preferível porções de blocos cerâmicas e de concreto, evitando-se o uso de argamassas.

Segundo estudos proferidos pela Prefeitura de São Paulo, entulhos reciclados utilizados como sub-bases e bases de pavimentos, obtiveram acréscimos de CBR da onde, de 40,00% a 120,00% a maior, BRITO FILHO (1999).

5.12 Contrapiso de interiores de unidades habitacionais

Segundo BRITO FILHO (1999), "esta é a forma de utilização do entulho de obra mais empregada atualmente em obras de pequeno porte".

Nos interiores de unidades habitacionais, antes da colocação do piso de acabamento, existindo a necessidade de uma regularização de nível, procede-se a execução do contrapiso. Este contrapiso pode ser executado com um concreto a base de entulho reciclável, no traço 1,00(cimento) : 2,00(areia natural média) : 2,00 (agregado miúdo reciclado) : 2,00 (brita 01 natural) : 2,00 (agregado graúdo reciclado), onde o agregado graúdo reciclado, tem que ter dimensão máxima característica adequada à espessura que o contrapiso será executado e em casos onde o contrapiso tem que ser executado com espessura superior a 6,00cm, incorpora-se no local da aplicação, pedaços de entulho cerâmico para alcançar os volumes desejados.

Após ao lançamento deste concreto, executa-se um capeamento definitivo e regularizador com argamassa desempenada com funções anti-abrasiva, preparada para a receber a colagem ou o assentamento do piso definitivo.

5.13 Concreto de piso para abrigos de automóveis leves

Abrigos para automóveis leves de edificações habitacionais, são executados de tal forma que seu piso esteja apoiado diretamente no solo, ou que esteja apoiado em laje estrutural.

Tanto em um, como no outro caso, os concretos de regularizações sobre laje estrutural, ou sobre o solo, pode ser executado com agregados recicláveis, no traço 1,00 (cimento) : 3,00 (areia natural média) : 2,00 (brita 01 natural) : 1,50 (agregado graúdo reciclado), onde na porção do agregado graúdo reciclado, evita-se a colocação de porções em que sua constituição seja de argamassa de cal.

Após ao lançamento deste concreto, executa-se um capeamento definitivo e regularizador com argamassa desempenada com funções anti-abrasiva, preparada para a receber o assentamento do piso de acabamento.

5.14 Drenos de floreiras

Floreiras ou jardins suspensos em concreto, possuem drenos constituídos de uma camada de brita em seu fundo, para funcionar como elemento drenante. No lugar de se utilizar agregados inertes naturais, pode-se utilizar agregados graúdos reciclados de blocos cerâmicos.

5.15 Drenos de visitas de hidrantes e drenos de fundo de poços de elevadores

Tala como as floreiras e jardins suspensos, os hidrantes de passeio, executados em caixas de visitas no solo ou no passeio público, ou os poços de elevadores, necessitam de devidamente dimensionados, drenos para o escoamento de eventuais presença de água indesejáveis. Os drenos dos hidrantes de passeio e do fundo dos poços de elevadores, podem ser executados com agregados graúdos reciclados de blocos cerâmicos, preponderantemente sem presença de finos.

5.16 Drenos de escoamento de água de chuvas e drenos de pátes de estacionamento

Segundo BRITO FILHO (1999), "dadas as características de resistência mecânica dos entulhos, podem ser usados com segurança em obras de drenagem como lastro, para assentamento de tubos, envelopamento de galerias e como camadas drenantes, sendo para esta última, com ausência de finos".

Pátios de estacionamento onde não existe pavimentação, e devidamente instaladas existem redes de drenagem, os agregados graúdos que envolvem as tubulações de drenagem, são substituídas por agregados graúdos recicláveis sem presença de finos e de torrões de argamassa.

5.17 Aterramento de valetas junto ao solo

Durante a execução de uma edificação, existe uma fase em que ocorrem escavações na forma de valetas junto ao solo, para o lançamento de tubulações elétricas, telefônicas e hidro-sanitárias. Ao término da alocação destas tubulações, promove-se a recolocação do solo devidamente compactado para o preenchimento da valeta executada. O entulho de obra pode ser utilizado para o aterramento destas valetas, utilizando-o misturado ao solo da própria valeta. Neste caso, o entulho misturado apresenta melhores vantagens do que o próprio solo natural, uma vez que possui propriedades do que o próprio solo natural devido ao seu impolamento ser "zero". Esta operação evita a saída do entulho de obra como "bota fora", e o solo retirado da valeta, permanece na obra podendo ser utilizado em serviços de jardinagens.

5.18 Estaqueamento – fundações de muros com pequenas cargas

O concreto executado com entulho, apresentando resistência a compressão aos 28 dias na ordem de 16,00 MPa, pode ser plenamente utilizado em estacas moldadas "in loco", no sentido de suportar cargas axiais oriundas de muros divisórios de alvenarias. Estas estacas de diâmetro nominais de 25,00 cm, com profundidade da ordem de 6,00 metros, cujas cargas axiais que nunca excedem a 8,00 toneladas. Concreto é utilizado com o traço 1,00 (cimento) : 2,00 (areia natural média) : 2,00 (agregado miúdo reciclado) : 2,00 (brita 01 natural) : 2,00 (agregado graúdo reciclado).

Em casos onde o concreto cujos agregados são originários do entulho, deve-se analisar ponderativamente o aspecto e a suportabilidade da corrosão da ferragem presentes no concreto destas estacas, pois em casos que o agente corrosão compromete a estabilidade

do conjunto, mesmo que pequenas forem as cargas atuantes, tal concreto com a finalidade de estaqueamento não pode ser utilizado.

5.19 Vigas de concreto com baixas solicitações

Vigas de concreto utilizadas como elementos de respaldo de alvenaria e como elementos de amarração, tal como as muito utilizadas em muros divisórios, onde as taxas de compressão do concreto não ultrapassem a 8,00 MPa. O concreto executado a base de entulho de obra com o traço traço 1,00 (cimento) : 2,00 (areia natural média) : 2,00 (agregado miúdo reciclado) : 2,00 (brita 01 natural) : 2,00 (agregado graúdo reciclado).

Em casos onde o concreto cujos agregados são originários do entulho, deve-se analisar ponderativamente o aspecto e a suportabilidade da corrosão da ferragem presentes no concreto destas estacas, pois em casos que o agente corrosão compromete a estabilidade do conjunto, mesmo que pequenas forem as cargas atuantes, tal concreto com o uso em vigas não pode ser utilizado.

5.20 Pilares de concreto com baixas solicitações

Pilares de concreto utilizados como elementos estrutural e como elementos de amarração, onde as taxas de compressão do concreto não ultrapassem a 5,00 MPa. É aceitável o concreto executado a base de entulho de obra com o traço traço 1,00 (cimento) : 2,00 (areia natural média) : 2,00 (agregado miúdo reciclado) : 2,00 (brita 01 natural) : 2,00 (agregado graúdo reciclado). Os muros divisórios, apresentam cargas nos concretos, compatíveis com estas taxas de compressão aqui enumeradas.

Em casos onde o concreto cujos agregados são originários do entulho, deve-se analisar ponderativamente o aspecto e a suportabilidade da corrosão da ferragem presentes no concreto destas estacas, pois em casos que o agente corrosão compromete a estabilidade do conjunto, mesmo que pequenas forem as cargas atuantes, tal concreto com o uso em pilares não pode ser utilizado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O entulho que uma obra produz, pode ser utilizado e consumido de forma reciclável dentro da própria obra. Em algumas das obras do autor deste trabalho, além de utilizar todo o entulho gerado, utilizou-se também entulho importado de outras obras. Então, deve-se, porém, criteriosamente, estabelecer procedimentos de tal forma que não se equiparem em sua plenitude física, os produtos executados com entulho aos executados com produtos “In natura”.

O uso do entulho como material de construção em canteiro de obras, é de forma preponderante, inevitável e inadiável, pois de alguma forma, muito esforço há por se fazer no sentido de conscientizar nossos construtores ao fato de que todos ganham com a reciclagem do entulho de obra, principalmente a natureza.

7. BIBLIOGRAFIA

- AGOPYAN, V et. al. Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras. – **Relatórios** de volumes 01 a 05. São Paulo: 1998.
- BODI, j. Experiência Brasileira com Entulho Reciclado na Pavimentação. **Anais**. Simpósio sobre Reciclagem na Construção Civil, Alternativa Econômica para Proteção Ambiental. IBRACON. Comitê 206. São Paulo. 1997.
- BRITO FILHO, Jerson A.. Cidades versus entulho. **Anais** - II seminário – Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. São Paulo: 1999.
- GRIGOLI, Ademir Scobin e MIRANDA, Gerson Tomaz. Desenvolvimento de um método para análise do padrão de qualidade da argila para a fabricação de tijolos na região de

- Maringá – **Publicação Revista UNIMAR** – Órgão Oficial da Universidade Estadual de Maringá – Paraná – Volume 02 – número 03 – Maringá: 1980.
- GRIGOLI, A. G., Entulho de obra - Reciclagem e consumo na própria obra que o gerou. In: ENTAC - 2000, Modernidade e Sustentabilidade, VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Meio Ambiente Construído. **Anais**. Salvador, Bahia: abril 2000.
- HAMASSAKI, L. T.; SBRIGHI NETO, C.; FLORINDO, M. C., Utilisation of construction waste in rendering mortar. In: CONCRETE IN THE SERVICE OF MANKIND. - INTERNATIONAL CONFERENCE CONCRETE FOR ENVIRONMENT ENHANCEMENT AND PROTECTION, Dundee - Escócia. **Proceedings**, pp.115-120. Ravindra & Thomas Grã Betanha - junho 1996.
- JOHN, Vanderley M. Desenvolvimento sustentável, construção civil, reciclagem e trabalho multidisciplinar – Texto técnico “site”- <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/> - 23-05-1999.
- JOHN, Vanderley M. Panorâmica sobre a reciclagem de resíduos na construção civil. **Anais** – II seminário – Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. São Paulo: 1999.
- NORTON, F. H. **Introdução à Tecnologia Cerâmica** – Tradução Jeferson Vieira de Souza. São Paulo: Edgard Blucher – 1973.
- PINTO, T. P., Reciclagem de Resíduos da Construção Urbana no Brasil - Situação Atual. **Anais**. Simpósio sobre Reciclagem na Construção Civil, Alternativa Econômica para Proteção Ambiental. IBRACON. Comitê 206. São Paulo. 1997.
- PINTO, T. P., Reciclagem no canteiro de obras - responsabilidade ambiental e redução de custos. Artigo técnico - Revista de Tecnologia da Construção - **TÉCHNE**. PINI. N. 49. São Paulo: Novembro/dezembro-2000.
- RELATÓRIOS DE DIÁRIOS DE OBRA** – De obras executadas pelo autor Grigoli, Ademir Scobin – 25(vinte e cinco) Edifícios de 03 a 18 pavimentos de 1984 a 1999.
- RAVERDI, M.; BRIVOT, F.; PAILLERRE, A. M.; DRON, R. Appréciation de l'activité pouzzolanique des constituantes secondaires, In. CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA CHIMIE DES CIMENTS, **anais**. - 7e, v.III, IV-36. Paris: 1980.
- REVISTA **TÉCHNE** - O entulho vira bloco, vira casa, vira rua vira..... Pág. 15-19. No. 15. **Téchne** -Editora Pini. São Paulo. Março/abril - 1995.
- TOPÇU, I. B. e GUNÇAN, N. F., Using waste concrete as aggregate. **Cement and Concrete Research**, Vol. 25, No. 7 pp. 1385-1390, 1995.
- V. Agopyan, U.E.L. de Souza, J. C. Paliari, A. C. de Andrade. **Anais**. Simpósio Nacional – Desperdício de Materiais nos Canteiros de Obras: A Quebra do Mito (1999 : São Paulo) – São Paulo : PCC/EPUSP, 1999.
- ZORDAN, Sérgio Eduardo. Entulho da indústria da Construção civil. Ficha técnica – textos “site”-<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/> - 05-05-1999.
- ZORDAN, Sérgio Eduardo e PAULON, Vladimir A.. A utilização do entulho como agregado para concreto. - Texto técnico “site” - <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/> - 15-06-1999. – Resumo de Defesa de tese de Mestrado – 1997

