

Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil



Sinduscon CE



Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará
Programa Qualidade de Vida na Construção

Autores

Antonio Eduardo Bezerra Cabral
Kelvy Maria de Vasconcelos Moreira

Fortaleza, agosto de 2011

Sumário

08 - Resíduos da Construção Civil

Definição e Origem

Classificação

Geração

Composição

Problemas Ambientais Devido à Deposição Inadequada

18 - Como Evitar Perdas no Canteiro de Obras

21 - Instrumentos Legais para Gestão de RCD

Resolução Nº 307/2002 do CONAMA

Normas Técnicas

Lei Federal Nº 12.305/2010 - PNRS

25 - Gestão de RCD no Canteiro de Obras

Caracterização

Segregação ou Triagem

Acondicionamento

Transporte

Destinação Final

Formulários

32 - Redução, Reutilização e Reciclagem de RCD

Agregados Reciclados de RCD

Compósitos Cimentícios com Agregados Reciclados

Pavimentação com Agregados Reciclados

39 - Considerações Finais

Introdução

A problemática dos resíduos da construção civil vem movendo a cadeia produtiva do setor, já que a Resolução Nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) atribui responsabilidades compartilhadas aos geradores, transportadores e gestores municipais quanto ao gerenciamento destes resíduos.

Cabe aos municípios definir uma política municipal para os resíduos da construção civil, incluindo sistemas de pontos de coleta. Aos construtores, cabe a implantação de planos de gerenciamento de resíduos para cada empreendimento.

A cidade de Fortaleza/CE já possui desde 2006 um Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil, com definição de quatro áreas para a instalação de áreas de reciclagem, tendo atualmente apenas uma área em funcionamento.

Reconhecendo a necessidade preeminente de reduzir a geração destes resíduos e de lhes dar destinação final ambientalmente adequada, o SINDUSCON-CE e o DEECC-UFC elaboraram este Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil com o propósito de nortear os profissionais da área no correto gerenciamento dos resíduos da construção.

Boa leitura!

Apresentação

O crescimento consolidado do setor da construção civil está transformando a realidade dos canteiros de obras. Já se verifica o grande avanço na qualidade da construção civil, que passa a investir em tecnologias e qualificação como forma de aumentar a produtividade e reduzir os desperdícios. Visando orientar nosso pessoal, o Sinduscon-CE elaborou este Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil. Aqui, estão todas as informações necessárias para tornar nossas construções mais enxutas e sustentáveis, de forma a contribuir com a preservação do meio-ambiente e com o desenvolvimento do setor.

Roberto Sérgio O. Ferreira
Presidente do Sinduscon-CE



Depoimentos

Num planeta onde é cada vez maior a preocupação com o meio ambiente, as atitudes sustentáveis tornam-se imprescindíveis para todos os setores da economia. No Brasil, desde 2010 está em vigor a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), definindo papéis de cada setor, na preservação do meio-ambiente. Ao lançar o Manual de Resíduos Sólidos, o Sinduscon-CE vem reforçar a importância destes procedimentos, com a difusão das técnicas mais adequadas para a destinação de cada tipo de resíduo. Assim, esperamos que, quando a nova política estiver 100% implantada, o setor esteja afinado, aproveitando o que poder ser reutilizado, conhecendo a legislação e gerando benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Ricardo Teixeira

Vice-presidente do
Sinduscon-CE



Depoimentos

Com o manual de gestão de resíduos sólidos o Sinduscon-CE visa estimular a incorporação de práticas de sustentabilidade na construção levando as empresas do setor a adotarem uma agenda de introdução progressiva de mudança e inovação na forma de produzir e gerir os resíduos de suas obras, considerando de forma harmoniosa a adequação ambiental, dignidade social e viabilidade econômica.

Paula Frota

Vice-presidente de
Sustentabilidade do
Sinduscon-CE



Resíduos da construção civil

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública para que possam ser gerenciados adequadamente.

Assim, a NBR 10.004 (ABNT, 2004a) define resíduos sólidos como “resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. ...”

Ainda que os resíduos oriundos das atividades da indústria da construção civil não estejam explicitamente citados, estes estão inclusos nas atividades industriais ou mesmo nas atividades de serviços.

No entanto, há uma Resolução específica para os resíduos da construção civil, a Resolução 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que dispõe sobre a gestão destes resíduos. Esta Resolução define claramente que os resíduos da construção civil “são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.”

As causas da geração destes resíduos são diversas, mas podem-se destacar (LEITE, 2001):

- A falta de qualidade dos bens e serviços, podendo isto dar origem às perdas de materiais, que saem das obras na forma de entulho;
- A urbanização desordenada que faz com que as construções passem por adaptações e modificações gerando mais resíduos;
- O aumento do poder aquisitivo da população e as facilidades econômicas que impulsionam o desenvolvimento de novas construções e reformas;

- Estruturas de concreto mal concebidas que ocasionam a redução de sua vida útil e necessitam de manutenção corretiva, gerando grandes volumes de resíduos;
- Desastres naturais, como avalanches, terremotos e tsunamis;
- Desastres provocados pelo homem, como guerras e bombardeios.

De modo geral, os níveis tecnológicos da região e da construtora influenciam diretamente no volume de resíduos gerados, pois levam em consideração a qualidade dos materiais e componentes; a qualificação da mão-de-obra; existência de procedimentos operacionais e mecanismos de controle do processo construtivo.

Tendo em vista que grande parcela dos resíduos da construção civil é oriunda das atividades dos canteiros de obras e de serviços de demolição (PINTO, 1999), pode-se denominá-los genericamente de resíduos de construção e demolição – RCD.

Resíduos da construção civil

São os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos.

São eles: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc.

(Resolução 307/CONAMA)

Classificação

A classificação dos resíduos sólidos pela NBR 10.004 (ABNT, 2004a) está relacionada com a atividade que lhes deu origem e com seus constituintes. Desta forma, os resíduos sólidos são classificados em:

A) Resíduos classe I

- Perigosos;

B) Resíduos classe II

- Não perigosos;
- resíduos classe II A – Não inertes.
- resíduos classe II B – Inertes.

Usualmente os resíduos da construção civil estão enquadrados na classe II B, composta pelos resíduos que “submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente [...], não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.”

Entretanto, a presença de tintas, solventes, óleos e outros derivados pode mudar a classificação do RCD para classe I ou classe II A.

Uma classificação mais adequada é dada pela Resolução 307 do CONAMA, a qual classifica os resíduos da construção civil em 4 classes. A resolução 348, de 16 de Agosto de 2004, e a Resolução 431, de 24 de maio de 2011, modificaram a classificação da Resolução 307, inserindo o amianto como material perigoso (classe D) e mudando a classificação do gesso, de Classe C para a Classe B, respectivamente. O Quadro 1 apresenta a classificação dos resíduos conforme a CONAMA 307.

CLASSE	A	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.
	B	Plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.
	C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.
	D	Tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais, telhas e demais objetos que contenham amianto.

Quadro 1 - Classificação dos resíduos da construção civil pela Resolução 307 do CONAMA.

Embora o gesso tenha sido reclassificado como resíduo classe B, este ainda necessita ser depositado em recipiente próprio, não sendo permitido a sua mistura com os demais resíduos classe B, muito menos com os das outras classes.

Geração

A cadeia produtiva da construção civil, também denominada construbusiness, engloba setores que vão desde a extração da matéria-prima e consequente produção dos materiais até a execução da construção em si, sendo que o setor que mais

se destaca pela geração de empregos, renda e pela dimensão é o da construção, conforme detalhado na Figura 1. Somente no ano de 2009, a construção correspondia 61,2% de toda a cadeia produtiva.

Este macrocomplexo da indústria da construção civil é a principal geradora de resíduos da economia. Estima-se que o construbusiness seja responsável por cerca de 40% dos resíduos de toda a economia (JOHN, 2001).

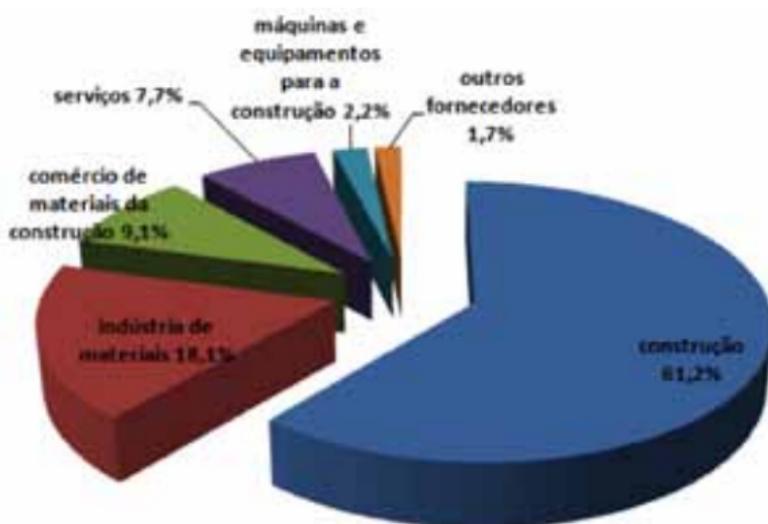


Figura 1 - Composição da cadeia produtiva da construção civil em 2009.
Fonte: CBIC, 2010.

Ainda que os resíduos produzidos nas atividades de construção, manutenção e demolição tenham estimativa de geração muito variável, admite-se que os valores típicos encontram-se entre 0,40 e 0,50 t/hab.ano, valor igual ou superior à massa de lixo urbano (JOHN, 2001).

A tabela 1 apresenta um resumo da geração de RCD em algumas cidades brasileiras apontando para a grande variação de sua porcentagem em relação aos resíduos sólidos urbanos (RSU).

Composição

Existe uma grande diversidade de matérias-primas e técnicas construtivas que afetam, de modo significativo, as características dos resíduos gerados, principalmente quanto à composição e à quantidade. Outros aspectos, como o desenvolvimento econômico e tecnológico da região, as técnicas de demolição empregadas, e a estação do ano também podem interferir indiretamente na composição dos RCD.

De modo geral, podem existir componentes inorgânicos e minerais, como concretos, argamassas e cerâmicas, e componentes orgânicos, plásticos, materiais betuminosos, etc. A variação da composição (em massa) é estimada, em geral, em termos de seus materiais (ANGULO; JOHN, 2002).

A tabela 2 apresenta a composição de RCD de algumas cidades brasileiras. Observa-se que o somatório dos percentuais de concreto, argamassa e material cerâmico, para cada cidade apresentada, corresponde a mais de 60% do total de resíduos gerados. Esses resultados demonstram o potencial de reciclabilidade dos RCD, uma vez que os resíduos mencionados pertencem à Classe A, potencialmente recicláveis como agregados.

Em 2008, a COOPERCON-CE – Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará – divulgou dados dos percentuais de resíduos, por classe, produzidos em obras verticais de Fortaleza/Ce, cadastradas na cooperativa, apontando para uma produção de 74% de resíduos classe A, 10% da classe B, 15% da classe C e 1% da classe D (NOVAES; MOURÃO, 2008). Ressalta-se que não estão inclusos os resíduos de escavação e demolição.

Município	Argamassa (%)	Concreto (%)	Mat. Cer. (%)	Cerâmica polida (%)	Rochas e solos (%)	Outros (%)
São Paulo/ SP ^a	25,2	8,2	29,6	n.d.	32	5
Porto Alegre/ RS ^b	44,2	18,3	35,6	0,1	1,8	n.d.
Ribeirão Preto/ SP ^c	37,4	21,1	20,8	2,5	17,7	0,5
Salvador /BA ^d	53		9	5	27	6
Campina Grande/ PB ^e	28	10	34	1	9	18
Maceió/ AL ^f	27,82	18,65	48,15	3,06	n.d.	2,32

a)BRITO FILHO (1999) d)QUADROS; OLIVEIRA (2001)
b) LOVATO (2007) e)NÓBREGA (2002)
c)ZORDAN (1997) f) VIEIRA (2003)

n.d. – não disponível

Tabela 2 - Composição do RCD de algumas cidades brasileiras.

Oliveira et al (2011) identificaram que a argamassa é o principal constituinte do RCD de Fortaleza, correspondendo, em média, a 38% da massa do RCD. Em seguida têm-se os resíduos de concreto e de cerâmica, com 14% e 13%, em média, respectivamente, do total do RCD descartado (Figura 2). A soma do percentual destes constituintes atinge 65% do total do RCD de Fortaleza, coadunando com os dados expostos na tabela 2. Confirma-se que as maiores perdas, em Fortaleza, ocorrem nas fases de concretagem, alvenaria, emboço/reboco e revestimento.

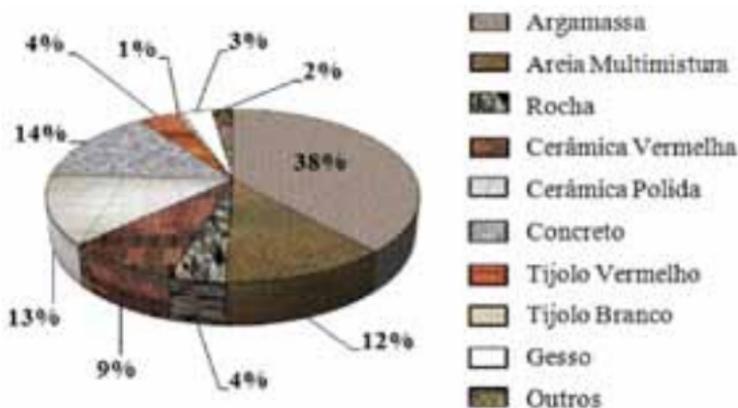


Figura 2 - Composição média do RCD de Fortaleza nos anos de 2008 e 2009.
Fonte: Oliveira et al (2011)

Verifica-se que grande parcela dos RCD produzidos em Fortaleza tem elevado potencial de reciclabilidade. Estes resíduos podem ser reciclados como agregados e retornar à cadeia da construção.

Os RCD produzidos em maior quantidade são argamassa, concreto e material cerâmico; materiais com alto poder de reciclagem.

Problemas Ambientais Devido à Deposição Inadequada

Hoje já é reconhecido que os RCD são um dos responsáveis pelo esgotamento de áreas dos aterros de RSU, uma vez que correspondem a mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos (massa/massa) (ANGULO et al, 2003).

Estes resíduos possuem em sua composição materiais indesejáveis, tais como cimento amianto, gesso de construção e alguns resíduos químicos que, se depositados inadequadamente, podem provocar graves impactos ao meio ambiente e prejuízos para a sociedade (MOREIRA, 2010).

Há significativa geração de RCD em serviços classificados como construção informal, abrangendo atividades de reforma e ampliação, em que seus geradores ou os pequenos coletores que os atendem dispõem estes resíduos em áreas não regularizadas pelo poder público local. Como resultado, essas áreas se tornam sorvedouros dos RCD e acabam atraindo todo e qualquer tipo

de resíduo para o qual não se tenha solução de captação rotineira. Nestes casos, a administração pública fortuitamente faz a limpeza da área, contudo o problema da deposição inadequada persiste formando um verdadeiro ciclo vicioso sem solução.

A deposição inadequada do RCD compromete a paisagem do local; o tráfego de pedestres e de veículos; provoca o assoreamento de rios, córregos e lagos; o entupimento da drenagem urbana, acarretando em enchentes; além de servirem de pretexto para o depósito irregular de outros resíduos não-inertes, propiciando o aparecimento e a multiplicação de vetores de doenças, arriscando a saúde da população vizinha.

Elevados custos são dispendidos para a realização desta prática, principalmente em virtude dos equipamentos utilizados no recolhimento dos mesmos serem totalmente inadequados (equipamentos pesados, caminhões basculantes, pás carregadeiras, entre outros) a esse tipo de serviço (PINTO, 2001). Além disso, essa prática não promove a sustentabilidade, uma vez que não incentiva a redução, reutilização ou reciclagem desses resíduos.

Infelizmente, um grande número de cidades brasileiras se encontra nesta situação de promoção da gestão dos resíduos de maneira emergencial.

O Art. 4 da Resolução 307 do CONAMA enfatiza que os RCD não podem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei. Para os RCD Classe A, a disposição final adequada é exclusivamente em aterro de inertes, sendo que estes resíduos devem, preferencialmente, ser reciclados.

Aterro de inertes

Área onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

(Resolução 307/CONAMA)

Como evitar perdas no canteiro de obras

As perdas ocasionadas pelo desperdício dos materiais durante a construção de uma edificação são as grandes responsáveis pela geração de RCD no canteiro de obras. Estas perdas podem ocorrer em diferentes fases da obra e por distintos motivos.

A Figura 3 sintetiza as principais causas, quais sejam:

- Perda ocasionada por superprodução, quando, por exemplo, produz-se argamassa em quantidade superior à necessária para o dia de trabalho;
- Perda por manutenção de estoques, podendo induzir os operários a reduzirem os cuidados com os materiais por saber que existe grande quantidade armazenada;
- Perda durante o transporte, quando, por exemplo, os blocos cerâmicos quebram por serem carregados em carrinhos-de-mão não propícios ou o saco de cimento rasga por ser carregado no ombro do trabalhador;
- Perda pela fabricação de produtos defeituosos, quando, por exemplo, durante a inspeção de qualidade é verificado que uma parede foi construída em desacordo com o projeto, ou quando o projeto sofre alteração, ou ainda quando, no ato da desforma de uma peça estrutural, constata-se que a concretagem foi mal executada;
- Perda no processamento em si, quando, por exemplo, são feitos recortes em placas cerâmicas ou quebras em blocos cerâmicos para adequação com a área construída.

Os materiais que normalmente são desperdiçados em maior quantidade nos canteiros de obra são o cimento, a areia e a argamassa, não necessariamente nesta ordem. E a ocorrência de perdas acontece com mais intensidade no estoque e no transporte dos materiais do que durante o processamento em si (FORMOSO et al, 1996).

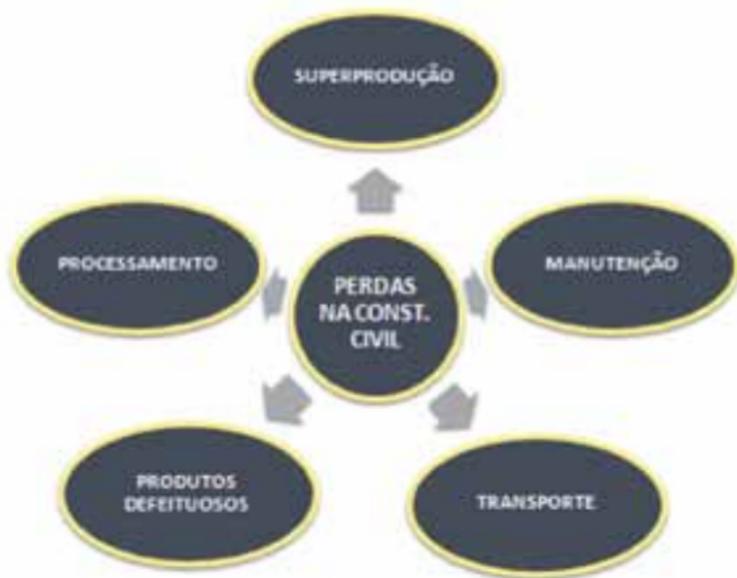


Figura 3 - Causas das perdas na construção civil.

Melhorias podem ser obtidas sem a introdução de equipamentos caros ou avançadas técnicas gerenciais, mas também simplesmente através de cuidados elementares no recebimento, na estocagem, no manuseio, na utilização e na proteção dos materiais (FORMOSO et al, 1996).

A seguir estão destacadas algumas dicas para minimizar a ocorrência de perdas no canteiro de obras:

- Produzir argamassa apenas na quantidade suficiente para o dia de trabalho, determinada previamente pela área a ser executada no dia.
- Armazenar os blocos cerâmicos ou de concreto e as telhas formando pilhas com quantidades iguais sobre paletes para evitar quebras e facilitar o transporte (Figura 4).
- Transportar blocos e sacos de cimento em carrinhos adequados, como ilustrado na Figura 5, a fim de reduzir o risco de quebra dos blocos e de rompimento dos sacos.
- Armazenar o cimento em local arejado e protegido de sol e chuva sobre estrado de madeira com 30 cm de altura e distante 30 cm da parede, conforme detalhado na Figura 6.

A quantidade de sacos a serem empilhados vai depender do tempo em que ficarão armazenados. Assim, deve-se empilhar 10 sacos se o tempo de armazenamento destes for superior a 10 dias e 15 sacos se o tempo de armazenamento destes for inferior a 10 dias.

- Sempre que possível, evitar cortes de placas cerâmicas. Para isso, o uso de projetos com a coordenação modular é essencial.
- Definir previamente o layout da central de concreto de forma a reduzir o caminho percorrido pelo operário dos materiais até a betoneira.
- Manter o canteiro de obras limpo e organizado, pois influenciará o trabalhador a ser mais cauteloso no manuseio dos materiais, além de reduzir a ocorrência de acidentes do trabalho.



Figura 4 - Estocagem de material – paletização.



Figura 5 - Transporte adequado de blocos cerâmicos.

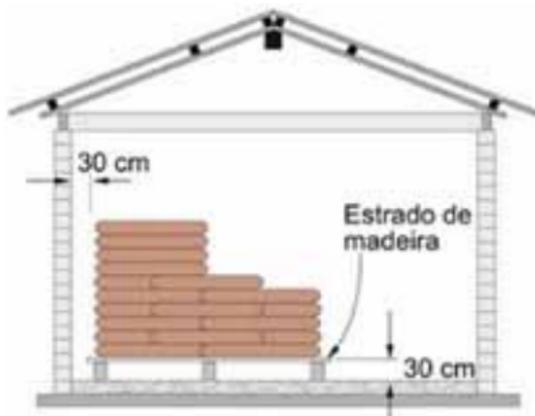


Figura 6 - Armazenamento de sacos de cimento.

Instrumentos legais para a gestão de RCD

Como principal instrumento para o gerenciamento dos RCD, esta Resolução prevê a implementação de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, devendo incorporar um Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC) e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). A cidade de Fortaleza/Ce já possui este Plano Integrado desde 2006.

O PMGRCC deve ser elaborado, implementado e coordenado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, e deve estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

Os PGRCC devem ser elaborados e implementados pelos grandes geradores e devem estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

A classificação em pequenos e grandes geradores, para o caso específico da cidade de Fortaleza/Ce, é especificada na Lei Municipal Nº 8.408, de 24 de dezembro de 1999, estabelecendo

que o produtor de resíduos sólidos cuja quantidade produzida exceda 50 Kg, por dia, e que seja proveniente de estabelecimentos domiciliares públicos, comerciais, industriais e de serviços, será denominado grande gerador e este será responsável pelos serviços de acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final dos seus resíduos, devendo custeá-los. Por conseguinte, a produção diária inferior a 50 Kg de resíduos é caracterizada como pequena geração e será gerenciada pelo sistema de limpeza urbana municipal.

No caso de empreendimentos e atividades que não sejam enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, o PGRCC deverá ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, no caso de Fortaleza, pela SEMAM, em conformidade com o PMGRCC.

Para empreendimentos e atividades sujeitos ao licenciamento ambiental, o PGRCC deverá ser analisado dentro do processo de licenciamento, junto ao órgão ambiental competente.

No que diz respeito ao conteúdo do PGRCC, este deve contemplar as etapas constantes na Figura 7: caracterização, segregação, acondicionamento, transporte e destinação final.

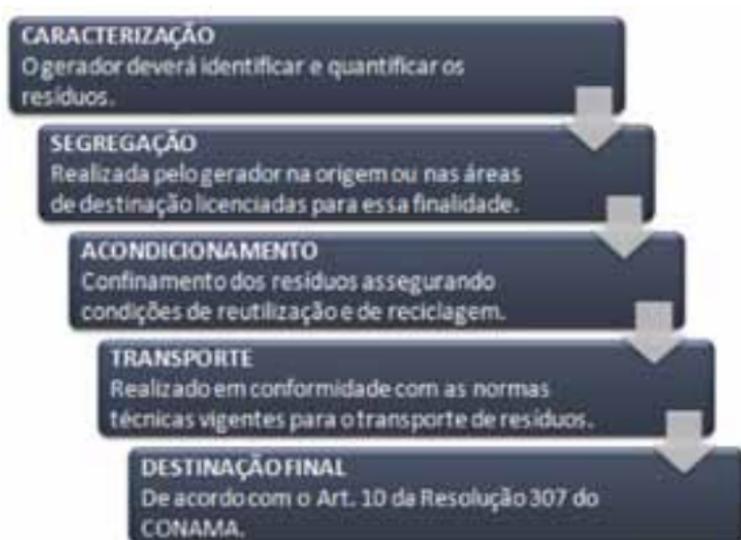


Figura 7 - Etapas do PGRCC a ser elaborado pela empresa privada.

Normas Técnicas

As normas técnicas foram elaboradas pelos Comitês Técnicos e publicadas pela ABNT em 2004, conforme sintetizado no Quadro 2.

Estas normas envolvem as diretrizes para implantação de áreas de transbordo e triagem, de aterros de inertes e de reciclagem dos RCD, além de procedimentos para a execução da pavimentação com agregados reciclados e de concreto sem função estrutural.

Norma	Título
NBR 15112 (ABNT, 2004b)	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
NBR 15113 (ABNT, 2004c)	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
NBR 15114 (ABNT, 2004d)	Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
NBR 15115 (ABNT, 2004e)	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos.
NBR 15116 (ABNT, 2004f)	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos.

Quadro 2 - Normas técnicas da ABNT sobre a reciclagem de RCD.

Lei Federal Nº 12.305/2010 – PNRS

Após duas décadas de discussões, em 02 de agosto de 2010, foi sancionada a Lei Federal Nº 12.305, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS). A Lei dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos (incluídos os resíduos da construção civil), às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Quanto às empresas e empreendimentos privados, a PNRS prevê a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, considerando como responsáveis não só os fabricantes, mas também os importadores, distribuidores, comerciantes e até os consumidores e titulares dos serviços de limpeza urbana ou manejo.

O sistema de logística reversa é também tratado como instrumento na PNRS, juntamente com a coleta seletiva, para a implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Este sistema é caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Outro ponto impactante da PNRS é que a partir de quatro anos após a data de sua publicação, portanto a partir de 02 de agosto de 2014, a prefeitura e os geradores de resíduos só poderão dispor nos aterros sanitários os rejeitos e não mais os resíduos passíveis de reciclagem como ocorre atualmente. A PNRS considera como rejeitos os resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Especificamente quanto aos resíduos da construção civil, a PNRS deixa claro que as empresas de construção civil estão sujeitas à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos, nos termos do regulamento ou de normas estabele-

cidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA. Este plano de gerenciamento deve atender ao disposto no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do respectivo Município.

Um dos objetivos da Lei é a não geração de resíduos, seguida da redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos mesmos, bem como a sua disposição final ambientalmente adequada. Para atingir seus objetivos, dentre os instrumentos utilizados pela PNRS, destaca-se a pesquisa científica e tecnológica, reforçando o papel da academia na solução ou minimização dos problemas ambientais.

Gestão de RCD no canteiro de obras

A gestão dos RCD deve seguir os preceitos do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) elaborado para o empreendimento e apresentado ao órgão fiscalizador competente.

Segue, pormenorizada, cada etapa que os gestores devem seguir:

Antes de desenvolver as estratégias de gerenciamento dos resíduos no canteiro de obras se faz necessário caracterizar o seu volume e a sua composição, pois são dados fundamentais para proceder ao dimensionamento dos recipientes que acondicionarão estes RCD.

Portanto, a primeira ação para elaborar o PGRCC é realizar um levantamento estatístico da geração desses resíduos, por tipo. Para o levantamento geralmente se usa como base as quantidades cadastradas nos formulários de produção mensal dos resíduos de obras anteriores da empresa, desde que tenham o mesmo padrão (sistema construtivo, número de pavimentos, área construída, etc). Para o caso das empresas que ainda não possuem acervo de obras anteriores, adotam-se, como levantamento estatístico, referências bibliográficas nacionais e internacionais.

Estes formulários de produção mensal dos resíduos são documentos exigidos pelo órgão municipal fiscalizador competente, de preenchimento obrigatório durante toda a execução da obra, e discriminam a quantidade de resíduo produzida por classe e por fase da obra, a empresa contratada para transporte dos mesmos, o local de destinação final e o endereço da obra. Estes dados devem estar em consonância com os emitidos pelas empresas contratadas para a coleta e destinação final.

Ao final da obra, os formulários, tanto da empresa construtora como da empresa contratada para coleta, são encaminhados ao órgão fiscalizador para averiguação da quantidade de resíduos prevista no PGRCC e efetivamente gerada.

Para o caso específico de Fortaleza/Ce, o órgão municipal fiscalizador é a Secretaria do Meio Ambiente e Controle Urbano (Semam) e todos os formulários podem ser obtidos na página da Prefeitura Municipal na internet: <http://www.fortaleza.ce.gov.br/semam>.

Segregação ou Triagem

Esta é uma etapa relevante para o processo de gerenciamento dos RCD, pois, se bem executada, possibilitará a máxima reciclagem dos resíduos, considerando que estes sejam encaminhados para usinas de reciclagem.

Para que os resíduos sejam reciclados e reaproveitados como matéria-prima, as características do produto reciclado devem ser compatíveis ao uso a que ele se propõe. A reciclagem dos RCD contaminados com materiais não-inertes produz reciclados de pouca qualidade. Então, é fundamental a separação dos diversos tipos de resíduos produzidos, onde a fase inerte é a que possui maior potencial de reciclagem para produção de reciclados de boa qualidade a serem reaproveitados na própria construção civil.

Pode-se utilizar a mão-de-obra previamente treinada para efetuar a segregação do RCD ainda no canteiro de obras e logo após ela seja gerada.

Além de contribuir ao processo de reciclagem, a atividade de segregação dos resíduos possibilita a organização e lim-

peza do local de trabalho podendo trazer como benefício indireto a redução no índice de afastamento de trabalhadores por acidente provocado pela desordem no canteiro. A Figura



Figura 8 - Segregação de RCD no canteiro de obras.
Fonte: ECOATITUDE - ações ambientais, 2011.

8 ilustra um exemplo de canteiro de obras bem organizado, onde os resíduos estão separados por classe.

Acondicionamento

Consiste de duas etapas: primeiro, deve-se dispor os RCD já segregados em recipientes específicos para cada tipo e finalidade de resíduos; e, posteriormente, deve-se encaminhá-los para o armazenamento final.

No caso de restos de madeira, metal, papel, plástico e vidro em pequenas quantidades, podem ser utilizadas bombonas, tambores ou mesmo coletores de lixo de tamanhos variados (Figura 9a). No interior dos recipientes podem-se colocar sacos de rafia a fim de facilitar a coleta para o armazenamento final. Estes recipientes podem ficar dispostos em cada pavimento do edifício em construção ou em locais estratégicos definidos no projeto do layout do canteiro de obras.

No caso de resíduos orgânicos, copos plásticos descartáveis, papéis sujos ou outros passíveis de coleta pública, deve-se utilizar recipiente com tampa e saco de lixo simples. A localização deve ser nas proximidades do refeitório e de bebedouros.

Para resíduos mais volumosos e pesados, como os de classe A, podem ser utilizadas baias fixas ou móveis ou mesmo ca-



a



b

Figura 9 - (A) Tambores para acondicionamento inicial e (B) caçamba estacionária.

çambas estacionárias em locais de fácil retirada pela empresa contratada (Figura B).

Já os resíduos volumosos e leves, como papéis, plásticos, entre outros, podem ser dispostos em grandes caixas e ficar abrigados em locais com cobertura e fácil acesso para remoção pela empresa contratada.

Lembrando que, seja qual for o acondicionamento é necessária a sinalização do tipo de resíduo por meio de adesivo com indicação da cor padronizada, segundo a Resolução 275, de 25 de abril de 2001, do CONAMA, que estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser



Figura 9 - Adesivos indicadores dos tipos de resíduos.

Fonte: Pensar ambiental, 2011.

Cor	Tipo de Resíduo
Azul	Papel/papelão
Vermelho	Plástico
Verde	Vidro
Amarelo	Metal
Preto	Madeira
Laranja	Resíduos perigosos
Branco	Resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde
Roxo	Resíduos radioativos
Marrom	Resíduos orgânicos
Cinza	Resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

Quadro 3 – Cores padronizadas dos recipientes para cada tipo de resíduo.

adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva, conforme Figura 10 e Quadro 3.

Transporte

Em geral, o deslocamento horizontal dos resíduos é realizado em carrinhos-de-mão e giricas; e o deslocamento vertical é realizado em tubos condutores de entulho, conforme Figura 11, ou elevadores de carga. Caso o volume de resíduos seja muito grande, usa-se a grua para o transporte vertical.

Já o transporte externo é executado por empresas de coleta de RCD contratadas pela construtora e devem ser cadastradas e credenciadas pelo órgão municipal fiscalizador. Conside-



Figura 11 – Tubo condutor vertical de entulho.

Fonte: ROTOMIXBRASIL, 2011.

rando a cidade de Fortaleza/Ce, estas empresas precisam estar cadastradas na Semam e na Empresa Municipal de Limpeza Urbana (Emlurb). A lista destas empresas de coleta encontra-se disponível no site da Semam.

Destinação Final

O Art. 10 da Resolução 307 do CONAMA indica que os RCD de Classe A devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados. Em último caso, podem ser encaminhados para áreas de aterro de resíduos da construção civil.

Contudo, quanto aos resíduos das Classes B, C e D, a Resolução não especifica formas de reciclagem ou reutilização para cada tipo de resíduo, apenas indica que devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Assim, a seguir estão dispostas algumas sugestões para a destinação final de componentes de obras:

- O entulho de concreto, se não passar por beneficiamento, pode ser utilizado na construção de estradas ou como material de aterro em áreas baixas. Caso passe por britagem e posterior separação em agregados de diferentes tamanhos, pode ser usado como agregado para produção de concreto asfáltico, de sub-bases de rodovias e de concreto com agre-

gados reciclados; artefatos de concreto, como meio-fio, blocos de vedação, briquetes, etc.

- A madeira pode ser reutilizada na obra se não estiver suja e danificada. Caso não esteja reaproveitável na obra, pode ser triturada e usada na fabricação de papel e papelão ou pode ser usada como combustível;

- O papel, papelão e plástico de embalagens, bem como o metal podem ser doados para cooperativas de catadores;

- O vidro pode ser reciclado em novo vidro, em fibra de vidro, telha e bloco de pavimentação ou, ainda, como adição na fabricação de asfalto;

- O resíduo de alvenaria, incluindo tijolos, cerâmicas e pedras, pode ser utilizado na produção de concretos, embora possa haver redução na resistência à compressão, e de concretos especiais, como o concreto leve com alto poder de isolamento térmico. Pode ser utilizado também como massa na fabricação de tijolos, com o aproveitamento até da sua parte fina como material de enchimento, além de poder ser queimado e transformado em cinzas com reutilização na própria construção civil;

- Os sacos de cimento devem retornar à fábrica para utilização com combustível na produção do cimento;

- O gesso pode ser reutilizado para produzir o pó de gesso novamente ou pode ser usado como corretivo de solo;

As empresas coletoras dos RCD da cidade de Fortaleza/Ce devem apresentar formulário à construtora e à Semam com indicação do local de destinação final devidamente autorizado pelo órgão ambiental.

- Resíduos perigosos devem ser incinerados ou aterrados com procedimentos específicos. Alguns resíduos como os de óleos, de tintas e solventes, agentes abrasivos e baterias podem ser reciclados.

Redução, reutilização e reciclagem de RCD

O Art. 4 da Resolução 307 do CONAMA deixa claro que os geradores devem ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final dos RCD, termos integrantes do PGRCC.

No tocante à problemática da disposição final de grandes volumes de RCD somado a escassez de recursos naturais em algumas regiões brasileiras, vários estudos estão sendo desenvolvidos para analisar formas de reuso e reciclagem do material. A seguir estão detalhadas algumas alternativas já bem difundidas para o aproveitamento dos RCD.

A NBR 15.116 (ABNT, 2004f), que dispõe sobre os requisitos para utilização de agregados reciclados de RCD em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural, define agregado reciclado como um material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção ou demolição de obras civis que apresenta características técnicas para a aplicação em obras de edificação e infra-estrutura (Figura 12).

Estes agregados reciclados são provenientes do beneficiamento de resíduo pertencente à Classe A e podem ser divididos em dois tipos, de acordo com a porcentagem de fragmentos de concreto na sua fração graúda:

- Agregado reciclado de concreto (ARC): mínimo de 90%, em massa, de fragmentos de concreto;

- Agregado reciclado misto (ARM): menos de 90%, em massa, de fragmentos de concreto.



Figura 12 – (a) Areia reciclada e (b) Brita reciclada.

Propriedades	Agregado reciclado			
	ARC		ARM	
	Gr	Mi	Gr	Mi
Fragmentos à base de cimento e rocha (%)	≥ 90	-	≥ 90	-
Absorção de água (%)	≤ 7	≤ 12	≤ 12	≤ 17
Material passante na #75µm (%)	≤ 10	≤ 15	≤ 10	≤ 20
Teor máx. de cloreto em relação à M.A.R. (%)	1			
Teor máx. de sulfatos em relação à M.A.R. (%)	1			
Teor máx. de torrões de argila em relação à M.A.R. (%)	2			
Teor total máx de contaminante em relação à M.A.R. (%)	3			

Gr - graúdo; Mi - miúdo; M.A.R - massa agregado reciclado
 Fonte: ABNT, 2004f.

Tabela 3 – Requisitos gerais para agregados reciclados em concreto sem função estrutural.

Ainda que não haja uma unanimidade quanto aos custos dos agregados reciclados, é certo que os valores sempre serão inferiores aos dos agregados naturais.

A tabela 3 expõe os requisitos gerais impostos pela referida norma aos agregados reciclados destinados ao preparo de concreto sem função estrutural.

É necessário fazer uma ressalva quanto às características destes agregados: a possibilidade da presença de faces polidas em materiais cerâmicos, como pisos e azulejos, pode interferir negativamente na resistência à compressão do con-



Figura 13 – Produção de agregados reciclados.

creto. Assim, sua viabilidade é condicionada ao uso como agregado para concreto não estrutural, conforme indica a NBR 15.116, em substituição parcial aos agregados convencionais (areia e brita). Pela Figura 13 verifica-se que os equipamentos necessários para a instalação de uma usina de reciclagem são simples: britador, peneira e esteira. Em Fortaleza/Ce, funciona a Usina de Reciclagem de Fortaleza (USIFORT), cujo processo de reciclagem resulta em areia e brita de diferentes granulometrias.

Compósitos Cimentícios com Agregados Reciclados

O uso de agregados reciclados em compósitos cimentícios já foi testado em vários trabalhos do Brasil e do Exterior. No Estado do Ceará, o Grupo de Pesquisa em Materiais de Construção e Estruturas (GPMATE) da Universidade Federal do

Ceará e o Grupo de Estudos em Materiais Alternativos para Construção e Concretos Especiais (MACCE) da Universidade Estadual Vale do Acaraú têm atuado nesta vertente, produzindo alguns resultados, como:

- Reuso de cacos de blocos cerâmicos e telhas em substituição parcial à brita natural na produção de concreto (MACCE) (Figura 14);
- Trituração de material cerâmico até a finura de pó para uso como aglomerante em argamassas de revestimento (GPMATE e MACCE) e como fíler na produção de concretos estruturais (GPMATE) (Figura 15);



Figura 14 – (a) Resíduo de material cerâmico e (b) Corpo-de-prova de concreto com material cerâmico.



Figura 15 –(a) Pó cerâmico; (b) Ensaio em argamassa com pó cerâmico.



a



b

Figura 16 –(a) Tijolo de solo-cal com pó cerâmico e (b) Tijolo de concreto com agregado reciclado.



a



b

Figura 17 –(a) Ensaio de espalhamento no concreto auto-adensável e (b) Corpo-de-prova rompido.



Figura 18 – Bloco de pavimentação com agregados reciclados.

- Uso de agregados reciclados para produção de concretos estruturais, obtendo-se resistências de até 35MPa (GPMATE);
- Produção de tijolo de solo-cal com incorporação de pó cerâmico (MACCE) e de tijolo de concreto com incorporação de agregados reciclados (GPMATE) (Figura 16);

- Uso de brita reciclada em substituição à brita natural para produção de concreto auto-adensável, um tipo de concreto especial (GPMATE) (Figura 17);

- Produção de blocos de pavimentação com agregados reciclados (GPMATE) (Figura 18).

Pavimentação com Agregados Reciclados

A reciclagem de RCD como agregado para ser misturado ao solo na constituição das camadas de base, sub-base e revestimentos primários de pavimentação é a alternativa mais difundida e aceita no meio técnico por possuir estudos mais consolidados.

O aproveitamento do agregado reciclado na pavimentação apresenta diversas vantagens (CARNEIRO et al, 2001):

- Utilização de quantidade significativa de material reciclado tanto na fração miúda, quanto na graúda;
- Simplicidade dos processos de execução do pavimento e de produção do agregado reciclado (separação e britagem

Propriedades	Agregado reciclado	
	Graúdo	Miúdo
Composição granulométrica	Não uniforme e bem graduado com coeficiente de uniformidade $C_u > 10$	
Dimensão máxima característica	≤ 63 mm	
Índice de forma	≤ 3	-
Material passante na # 0,42mm	Entre 10% e 40%	
Teor máx. de sulfato em relação à massa do agregado reciclado	2%	

Fonte: ABNT, 2004f.

Tabela 4 - Requisitos gerais para agregados reciclados destinados à pavimentação.

primária), contribuindo para a redução dos custos e a difusão dessa forma de reciclagem;

- Possibilidade de utilização dos diversos materiais componentes do entulho (concretos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.);
- Utilização de parte do material em granulometrias graúdas reduzindo o consumo de energia necessário para a reciclagem do entulho.

A NBR 15.115 (ABNT, 2004e) estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado em obras de pavimentação, enquanto que a NBR 15.116 (ABNT, 2004f) expõe os requisitos para utilização dos agregados reciclados em pavimentação, conforme simplificado na tabela 4.

O Laboratório de Mecânica dos Pavimentos (LMP) da Universidade Federal do Ceará (UFC) já desenvolveu várias pesquisas com a utilização do agregado reciclado do resíduo de construção e demolição na pavimentação que comprovam a sua aplicação na área rodoviária com bons resultados, tais como:

- Aplicação dos agregados reciclados em camadas de bases e sub-bases de pavimentos;
- Emprego de misturas solo e RCD para emprego em camadas granulares de pavimentos;
- Aplicação do agregado reciclado para revestimentos do tipo Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), tratamento superficial simples (TSS), duplo (TSD) e triplo (TST).

Considerações finais

O conceito de qualidade aplicado na indústria da construção civil vem provocando uma mudança no cenário de gerenciamento dos seus resíduos, até pouco tempo negligenciado. Percebe-se que já existem empresas focadas na redução de perdas nos canteiros de obras e incentivando a reciclagem.

Os profissionais da construção civil, já firmados ou aqueles que ainda estão no início da vida profissional, em qualquer esfera, devem estar preparados para as atividades de reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos em seus ambientes de trabalho a fim de fortalecer o desenvolvimento sustentável, pois esta é a nova vertente da construção civil nacional.

Nesse sentido, publicações como esta contribuem para a transferência, ao meio técnico, de conhecimento fundamental para a mudança no paradigma de impacto negativo ao meio ambiente provocado pela construção civil.

A sustentabilidade, tão almejada pelo sociedade atual, certamente só será atingida se a construção civil, umas das principais, se não a principal indústria consumidora de matéria-prima e geradora de resíduos, tornar-se sustentável. A correta gestão dos seus resíduos já é um importante passo para a realização disto.

Referências bibliográficas

ANGULO, S.C.; JOHN, V.M. Normalização dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados para concretos e a variabilidade. In: IX Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. Foz do Iguaçu, 2002. Anais...

ANGULO, S.C. et al. Metodologia de caracterização de resíduos de construção e demolição. In: VI Seminário de Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil. IBRACON CT-206. São Paulo, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004a.

_____. NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004b.

_____. NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004c.

_____. NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004d.

_____. NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004e.

_____. NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004f.

BRITO FILHO, J.A. Cidades versus entulho. In: Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. IBRACON. São Paulo, 1999. Anais...

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Composição da cadeia produtiva da construção civil em 2009. set/2010. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br>>. Acesso em: 16 mai 2011.

CÂMARA MUNICIPAL DE FORTALEZA. Lei Municipal Nº 8.408, de 24 de dezembro de 1999.

CARNEIRO, A.P. et al. Uso do agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos. In: CASSA, J.C.S. et al. (Org). Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução Nº 275, de 25 abr 2001. Brasília, 2001.

_____. Resolução Nº 307, de 5 jul 2002. Brasília, 2002.

_____. Resolução Nº 348, de 16 ago 2004. Brasília, 2004.

_____. Resolução Nº 431, de 24 mai 2011. Brasília, 2011.

ECOATITUDE - ações ambientais. Disponível em: <<http://www.ocorretorfacil.com.br/eco>>. Acesso em: 30 mai 2011.

FORMOSO, C.T. et al. Perdas na construção civil: conceitos, classificações e indicadores de controle. São Paulo, Técnica, v. 23, p.30-33, jul/ago, 1996.

FREITAS, C.S. et al. Diagnóstico do descarte clandestino dos resíduos de construção e demolição em Feira de Santana/BA: estudo piloto. In: VI Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. IBRACON. São Paulo, 2003. Anais...

JOHN, V.M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: CASSA, J.C.S. et al. (Org). Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.

LEITE, M. B. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001. (tese de doutorado)

LOVATO, P.S. Verificação dos parâmetros de controle dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição para utilização em concreto. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007. (dissertação de mestrado)

MOREIRA, L.H.H. Avaliação da influência da origem e do tratamento dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição no desempenho mecânico do concreto estrutural. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010. (dissertação de mestrado)

MARQUES NETO, J.C. Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil. São Paulo: RIMA, 2005.

NÓBREGA, A.R.S. Contribuição ao diagnóstico da geração de entulho da construção civil no município de Campina Grande-PB. Centro Tecnologia em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2002. (dissertação de mestrado)

NOVAES, M.V.; MOURÃO, C.A.M. Manual de gestão ambiental de resíduos sólidos na construção civil. Fortaleza: COOPERCON/CE, 2008.

OLIVEIRA, M.E.D. et al. Diagnóstico da geração e da composição dos RCD de Fortaleza/CE. Fortaleza, 2011.

PENSAR AMBIENTAL. A limpeza urbana começa em casa. Disponível em: <<http://pensarambiental.blogspot.com>>. Acesso em: 20 jun 2011.

PINTO, T.P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. (tese de doutorado)

PINTO, T.P. Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. In: CASSA, J.C.S. et al. (Org). Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.

POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS). Lei Federal Nº 12.305. 02 ago 2010. Brasília, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DA CIDADE DE SÃO PAULO (PMSU). Departamento de limpeza urbana. In: Seminário gestão e reciclagem de resíduos de construção e demolição: avanços e desafios. EPUSP. São Paulo, 2005. Anais...

QUADROS, B.E.C. OLIVEIRA, A.M.V. Gestão diferenciada de entulho na cidade de Salvador. In: CASSA, J.C.S. et al. (Org). Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.

ROTOMIXBRASIL. Tubo coletor vertical de entulho. Disponível em: <http://www.rotomixbrasil.com.br/>. Acesso em: 10 jun 2011.

SARDÁ, M.C.; ROCHA, J.C. Métodos de classificação e redução dos resíduos da construção civil tirados em Blumenau/SC, utilizando como base a resolução do CONAMA nº 307. In: VI Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. IBRACON. São Paulo, 2003. Anais...

SOUZA, U.E.L. et al. Desperdício de materiais nos canteiros de obras: a queda do mito. In: Simpósio Nacional. São Paulo, PCC/EPUSP, 1999. Anais...

VEIRA, G.L. Estudo do processo de corrosão sob a ação de íons cloreto em concretos obtidos a partir de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003. (dissertação de mestrado)

ZORDAN, S.E. Utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto. Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007. (dissertação de mestrado)

Antonio Eduardo Bezerra Cabral



Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (1997), mestrado em Engenharia Civil (Construção Civil) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2000) e doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo (2007), com estágio no exterior (University of Technology, Sydney - Austrália). Atualmente é professor Adjunto do Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil (DEECC) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Atua no ensino de graduação em Engenharia Civil da UFC, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Estrutural e Construção Civil (PEC) da UFC e no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental (PGTGA) do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará (IFCE), além de participar e coordenar vários projetos de pesquisa e de extensão. Tem experiência na área de Construção Civil, atuando principalmente nos seguintes temas: diagnóstico de patologias em edificações, reparo e reforço do concreto armado, concretos especiais e gestão de resíduos sólidos da construção civil.



Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (2008) e em Tecnologia do Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico (2004), além de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada (2010). Atua no ensino de graduação e pós-

-graduação lato sensu, além de ministrar cursos em eventos acadêmicos. Atualmente é mestranda em Engenharia Civil, modalidade Construção Civil, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Estrutural e Construção Civil (PEC) da Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de Tecnologia do Concreto atuando nos temas: materiais alternativos para a construção, concretos especiais e gestão de resíduos sólidos da construção civil. Na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Saneamento Ambiental, atua nos seguintes temas: resíduos sólidos, zoneamento ambiental e preservação dos recursos naturais.

Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil

Sindicato da Indústria da
Construção Civil do Ceará
Sinduscon-CE
www.sinduscon-ce.org.br

Vice-presidente de Sustentabilidade
Paula Frota

Superintendente
Fátima Santana

Autores
Antonio Eduardo Bezerra Cabral
Kelvy Maria de Vasconcelos Moreira

Concepção Visual
Gadioli Cipolla Comunicação
www.gadioli.com

Direção de arte
Cassiano Cipola

Diagramação e finalização
Samuel Harami

Ilustrações
Jordão Tomé Menezes

Impressão
Expressão Gráfica
Tiragem: 500 exemplares

Edições anteriores



Sinduscon CE

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO CEARÁ

Rua Tomás Acioly | 840 | 8º andar | Aldeota

Fortaleza | Ceará | Brasil | CEP 60.135-180

Tel +55 85 3246-1477 | Fax +55 85 3245-7397

www.sinduscon-ce.org.br