

1. Artigo decorrente de dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Turismo e Meio Ambiente do Centro Universitário UNA, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Turismo e Meio Ambiente. Linha de pesquisa: Gestão Ambiental. Orientador: Prof. Dr. Eduardo Trindade Bahia.

2. Arquiteta urbanista, mestre em Turismo e Meio Ambiente. Professora do curso de Arquitetura e Urbanismo da PUCMinas.

DOI: 10.5752/P.2316-1752.2014v21n28p46

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL¹

MANAGEMENT OF SOLID WASTE IN THE CIVIL CONSTRUCTION

GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CONSTRUCCIÓN CIVIL

Lygia Prota²

Resumo

O crescimento do setor da construção civil traz o aumento no volume dos resíduos sólidos, e o seu gerenciamento no Brasil se apresenta ainda como práticas incipientes. Os programas de coleta, transporte e reciclagem de entulho não são complementados e compartilhados de forma eficiente pelas empresas da construção civil ou de coleta de entulho. Não se pode pensar sobre o problema apenas criando áreas para a deposição desses resíduos sem que haja uma consciência maior sobre a sua origem. É preciso atuar desde a elaboração do projeto e, principalmente, dentro dos canteiros de obra.

Palavras-chave: Política de resíduo sólido. Resíduo sólido da construção civil. Reciclagem de entulho.

Abstract

The growth of the civil construction sector brings an increase in the volume of solid waste and its management in Brazil still presents as incipient practices. The programs of collection, transportation and recycling of trash are not supplemented and efficiently shared by the companies of construction or by companies which collect trash. It is impossible to think about the problem only creating areas for the disposal of such waste scattered, without a greater awareness about its origin. It is necessary to work since the beginning of the elaboration of the project and, especially, within the jobsites.

Keywords: Policy on solid waste. Solid residue of civil construction. Recycling of trash.

Resumen

El crecimiento del sector de la construcción, conlleva un aumento en el volumen de los residuos sólidos y su gestión en Brasil aún presenta como prácticas incipientes. Los programas de recolección, transporte y reciclaje de escombros no se complementan y comparten de manera eficiente por las compañías constructoras o de empresas de recogida de escombros. Es imposible pensar en el problema sólo la creación de áreas para la disposición de dichos residuos dispersos, sin la cual no es una mayor conciencia acerca de su origen. Es necesario trabajar desde la elaboración del proyecto y, sobre todo, dentro de los sitios de trabajo.

Palabras clave: Política de residuos sólidos. Residuos sólidos de la construcción civil. Reciclaje de escombros.

Introdução

Ao longo da história da humanidade, a visão de progresso vem se confundindo com um crescente domínio e transformação da natureza. Nesse paradigma, os recursos naturais são vistos como ilimitados. Resíduos gerados durante a produção e ao final da vida útil dos produtos são depositados em aterros, caracterizando um modelo linear de produção (CASSA; CARNEIRO; BRUM, 2001). Esse modelo está ultrapassado, pois privilegia o desenvolvimento sem considerar a limitação dos recursos naturais.

De acordo com Lordêlo, Evangelista e Ferraz (2007), na época da Rio-92, não se percebia uma preocupação por parte da indústria da construção civil com os impactos ambientais causados por sua cadeia produtiva, a exemplo do esgotamento dos recursos naturais não renováveis, que eram utilizados ao longo de todo o seu processo de produção, tampouco com o destino dado aos resíduos gerados.

Construída a partir das diretrizes da Agenda 21 Global, a Agenda 21 Brasileira teve sua elaboração de 1997 a 2002, conduzida pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional (CPDS). O objetivo foi redefinir o modelo de desenvolvimento do país, introduzindo o conceito de sustentabilidade, qualificando-o com as potencialidades e as vulnerabilidades do Brasil, inclusive no quadro internacional, compatibilizando a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico (AMBIENTE BRASIL, [200-]).

Na plataforma das 21 ações prioritárias da Agenda 21, entre as ações e recomendações do objetivo um, que trata da produção e consumo sustentáveis contra a cultura do desperdício, está a necessidade de se criar uma legislação de resíduos sólidos, com claras definições de obrigações e responsabilidades para os diferentes atores sociais, com base no reaproveitamento e na redução da geração de lixo (BRASIL, 2004).

Segundo John (2000), o setor da construção civil apresentava-se como um dos mais críticos no que diz respeito aos impactos ambientais. Além de ser o principal consumidor de matérias-primas da economia, o setor também colabora significativamente na poluição ambiental, sendo responsável por cerca de 50% do gás carbônico (CO₂) lançado na atmosfera e por quase metade da quantidade dos resíduos sólidos gerados no mundo.

Ekanayake e Ofori (2000) afirmaram que o aumento da quantidade de resíduos de construção e demolição produzidos é considerável e tem causado sérios problemas tanto em nível local quanto global. Também disseram que estudos mostravam que a taxa de resíduos na indústria da construção brasileira é de 20% a 30% do peso do total de materiais no local. Como comparação, na Holanda, por exemplo, uma média de 9% do peso de materiais de construção comprados acaba como resíduos.

O crescimento do volume de resíduos da construção civil, incluindo as demolições, produzidos nas cidades brasileiras e suas incipientes práticas de gerenciamento levaram a este estudo, que trata das questões dos resíduos da construção civil (RCC) em Belo Horizonte.

Resíduos sólidos da construção civil (RCC)

Para Miller Junior (2007, p. 446), “resíduo sólido é qualquer material indesejável ou descartado que não seja gasoso ou líquido.” Ele ainda afirma que, na natureza, não existe resíduo sólido, pois resíduos de um organismo transformam-se em nutrientes para outros seres.

Relacionando ao Direito Ambiental, Milaré (2009) apresenta a seguinte definição para resíduos:

Etimologicamente, resíduos referem-se a tudo aquilo que resta, que remanesce. Numa abordagem ambiental, os resíduos constituem o remanescente das atividades humanas – domésticas, industriais, agrícolas etc. – e que de uma maneira ou de outra, são lançados no solo, nos rios ou na atmosfera. Entre eles encontram-se os efluentes (líquidos), as emissões (gases e material particulado) e os resíduos sólidos (entre os quais o lixo domiciliar) (MILARÉ, 2009, p. 1334).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na Norma Brasileira (NBR) 10004:2004, define resíduo sólido como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

E, de acordo com a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, denominada Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), resíduo sólido é:

Art. 3º [...]

XVI - material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

Verifica-se, com essas definições, que o termo resíduo sólido é usado genericamente como sinônimo de lixo, normalmente em referência àquilo que sobra do processo de produção ou de consumo, mas entendido como inútil.

No entanto, de acordo com a mesma norma ABNT NBR 10004:2004, a classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação desses consti-

tuintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. Para os efeitos dessa norma, os resíduos são classificados em (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004):

- resíduos classe I – perigosos;
- resíduos classe II – não perigosos;
- resíduos classe II A – não inertes;
- resíduos classe II B – inertes.

Nessa classificação, os resíduos sólidos da construção civil se enquadram como “resíduos classe II B - não perigosos e inertes”; ou seja,

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G (Padrões para o ensaio de solubilização) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Já a Resolução Conama nº 307/2002, em seu artigo 2º, inciso I, apresenta uma definição mais completa e adequada aos resíduos sólidos da construção civil, qual seja:

Os resíduos 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 (BRASIL, 2002).

Na PNRS, no art. 13, alínea h, a definição de resíduos sólidos da construção civil abrange os resíduos gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (BRASIL, 2010).

Em alguns trabalhos sobre o assunto, os resíduos sólidos, tal como definidos acima, são denominados de Resíduos da Construção e Demolição (RCD). No entanto se considerou mais adequado para esta pesquisa o uso da sigla RCC, envolvendo os resíduos produzidos ao construir e, ou, ao demolir.

Quanto à classificação dos RCC, a Resolução Conama nº 307/2002 (BRASIL, 2002), no art. 3º, considera a sua possibilidade de reutilização ou reciclagem (QUADRO 1).

A Resolução Conama nº 431/2011 altera o art. 3º da Resolução nº 307/2002, estabelecendo nova classificação para o gesso, saindo da especificação de “resíduo classe C” para a especificação “resíduo classe B”; passando a vigorar a seguinte redação: “Resíduo Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso” (BRASIL, 2011).

QUADRO 1 - Classificação dos resíduos sólidos da construção civil, segundo a Resolução Conama nº 307/2002

Classe	Tipo de resíduo	Exemplo
A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, 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	Resíduos recicláveis para outras destinações	Plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação	Produtos oriundos do gesso.
D	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção ou resíduos contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros	Tintas, solventes, óleos e outros; bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (nova redação dada pela Resolução nº 348/2004).

Fonte: adaptado de BRASIL, 2002.

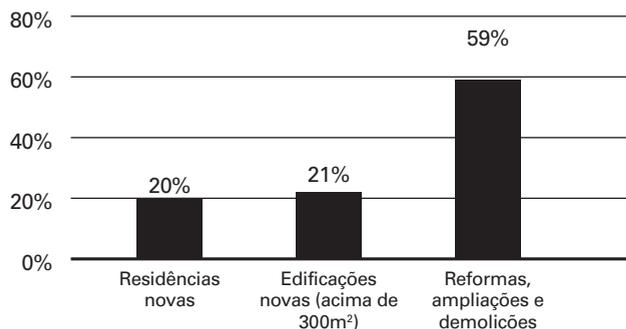
Origem dos RCC

Nos municípios brasileiros, como origem dos RCC, destacam-se as reformas, ampliações e demolições, em conformidade com Pinto e Gonzales (2005 *apud* MIRANDA; ÂNGULO; CARRELI, 2009) (GRÁF. 1).

Essa origem está ligada diretamente à quantidade de material desperdiçado durante o processo construtivo. Essas perdas, em níveis consideráveis, representam um consumo desnecessário de material para a produção ou manutenção do produto final (MÁLIA, 2010). Apesar de só na etapa construtiva as perdas se tornarem visíveis, estas começam a ocorrer com as decisões tomadas desde a fase de projeto.

Segundo estudo realizado por Ekanayake e Ofori (2000), uma quantidade substancial dos desperdícios no local de construção está diretamente relacionada com erros de projeto, com alterações no projeto durante a fase de execução, com a inexperience do projetista ou a falta de dados para avaliar os métodos e a sequência de construção em fase de concepção. Danos na obra devido a trabalhos posteriores e mão de obra não qualificada foram também apontados como fatores determinantes para a produção de resíduos na construção.

Gráfico 1 - Origem dos RCC em alguns municípios brasileiros, em 2005



Fonte: adaptado de PINTO; GONZALES, 2005 apud MIRANDA; ÂNGULO; CA-RELI, 2009, p. 58.

O QUADRO 2 mostra mais algumas fontes e causas de resíduos na construção, segundo diferentes fases da obra.

QUADRO 2 – Fontes e causas de resíduos na construção

Fases	Descrição
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de atenção na dimensão dos produtos. • Alterações realizadas no projeto durante o decorrer dos trabalhos. • Inexperiência do arquiteto na sequência e método da construção. • Falta de atenção aos tamanhos padrões existentes no mercado. • Falta de conhecimento do arquiteto quanto a produtos alternativos. • Falta de informação nos desenhos. • Erros no contrato. • Contrato incompleto no início do projeto. • Seleção de produtos de pouca qualidade.
Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Erros cometidos durante o transporte ou pelos trabalhadores. • Acidentes devido à negligência. • Danos no trabalho concluído causados por operações posteriores. • Uso incorreto do material que, por sua vez, exige substituição. • Aquisição de quantidades inexatas devido à falta de planejamento. • Atrasos na entrega de informação ao construtor relacionada com o tamanho e tipo dos produtos a serem utilizados. • Mau funcionamento dos equipamentos. • Condições climáticas adversas.
Manuseio de materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Danos durante o transporte. • Armazenamento inapropriado que leva à deterioração ou dano dos materiais. • Materiais fornecidos em embalagens separadas (por exemplo, sacos de cimento). • Utilização do material existente nas proximidades do local de trabalho, mesmo que não seja o mais indicado. • Conflitos entre a equipe de projeto e os trabalhadores.
Aspectos contratuais	<ul style="list-style-type: none"> • Erros de encomenda (por exemplo, encomendar materiais a mais ou a menos). • Falta de possibilidade de encomendar menores quantidades. • Adquirir produtos que não cumprem as especificações.
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Correção de manifestações patológicas, de reformas ou da modernização total ou parcial do edifício. • Descarte de componentes que tenham degradado e atingido o final da vida útil.

Fonte: adaptado de EKANAYAKE; OFORI, 2000, p. 3; JOHN; AGOPYAN, 2000, p. 6-7.

De acordo com Miller Junior (2007), os resíduos sólidos produzidos podem ser trabalhados de duas maneiras: por meio do gerenciamento ou da redução. O gerenciamento de resídu-

os é uma abordagem ligada à alta produção de resíduos, que considera a produção de dejetos inevitável para o crescimento econômico. A redução de resíduos, por sua vez, é uma abordagem ligada à baixa produção de resíduos, que reconhece não haver uma forma de descartá-los. Assim, reduzir a produção de resíduos é a solução preferencial porque enfrenta o problema da produção de resíduos antes que estes sejam produzidos, economizando matéria e recursos energéticos, reduzindo a poluição, ajudando a preservar a biodiversidade e economizando recursos financeiros.

Embora alguns resíduos não possam ser evitados, o potencial de redução dos custos, por meio da prevenção de geração de desperdícios na obra, é substancial e deve servir de incentivo a todos os intervenientes nas várias fases do ciclo de vida de uma obra, de modo a juntarem esforços para minimizarem a produção de resíduos na construção (MÁLIA, 2010).

Jadovski (2005), analisando dados sobre perdas na construção civil, concluiu que existe uma elevada variação nos índices de perdas de materiais. Em média, o concreto usinado representa uma perda de 9%, o aço de 11%, blocos e tijolos de 13%, revestimento interno de argamassa de 102% e revestimento externo de argamassa de 53%. Essas perdas refletem nos custos, contribuindo para um aumento de 5% a 11% dos custos orçados para as obras.

Segundo Miller Junior (2007), alguns cientistas e economistas estimam que de 60% a 80% dos resíduos sólidos produzidos podem ser eliminados, reduzindo-se a sua produção, reaproveitando e reciclando os materiais, e reprojetoando as instalações e os processos de fabricação.

Destinação dos RCC

A disposição inadequada dos RCC, tanto por parte da população quanto dos coletores de RCC, traz vários problemas ambientais urbanos, tais como: contaminação dos solos (provocada por resíduos como o gesso); prejuízo à paisagem (poluição visual); obstrução de vias de tráfego; atração de resíduos não inertes (causando a proliferação de insetos, roedores, bactérias, vermes e fungos responsáveis pela transmissão de doenças); enchentes e assoreamento dos córregos (causadas por lançamento em terras baixas e junto a drenagens e por deslizamentos de encostas com depósitos instáveis); altos gastos de verbas públicas para sua coleta, limpeza e recuperação dessas áreas, entre outros (JADOVSKI, 2005; STEVANATO, 2005).

Segundo a Resolução Conama nº 307/2002, os RCC 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 (BRASIL, 2002). Conforme disposto no artigo 10 dessa Resolução, a destinação dos RCC deve ocorrer de acordo com a sua classificação e conforme apresentado no QUADRO 3.

Potencial para reciclagem dos RCC

Segundo Miller Junior (2007), reciclar envolve transformar materiais sólidos descartados em produtos novos e úteis. Os ma-

teriais coletados para a reciclagem podem ser reprocessados de duas formas: a reciclagem primária ou em circuito fechado, que ocorre quando o resíduo é transformado em novos produtos do mesmo tipo; e a reciclagem secundária, também chamada de *downcycling*, como é o caso dos resíduos das classes A e B (QUADRO 2), cujos materiais residuais são convertidos em produtos diferentes.

QUADRO 3 - Destinação dada os RCC conforme sua classificação, segundo a Resolução Conama nº 307/2002.

Classe	Destinação
A	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
B	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: BRASIL, 2002.

De acordo com a Resolução Conama nº 307/2002, reciclagem é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação (BRASIL, 2002). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) completa essa definição, afirmando que reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos, envolvendo a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e, se couber, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Nacional de Agropecuária (SU-ASA) (BRASIL, 2010).

Miller Junior (2007) afirma que há dois tipos de resíduos que podem ser reciclados: o resíduo pré-consumo ou interno, que é gerado em processo de fabricação e reciclado em vez de ser descartado, e o resíduo pós-consumo ou externo, que é gerado pelo consumo do produto. Há cerca de 25 vezes mais resíduos pré-consumo do que pós-consumo, sendo importante reciclar os dois.

Jadovski (2005) define agregado reciclado como um material granular, resultante de um processo industrial, envolvendo o processamento de materiais inorgânicos, prévia e exclusivamente utilizados na construção, ou seja, os RCC, e aplicados novamente na construção. Também afirma que a composição dos RCC afeta a qualidade dos agregados reciclados produzidos, variando de acordo com a fase da obra, com o seu tipo, além de parâmetros temporais e da região geradora do resíduo.

De acordo com John e Agopyan (2000), do ponto de vista técnico, as possibilidades de reciclagem dos RCC variam de acordo com a sua composição: quase a totalidade da fração cerâmica pode ser beneficiada como agregado com diferentes aplicações, conforme sua composição específica. As frações compostas predominantemente de concretos estruturais e de

rochas naturais podem ser recicladas como agregados para a produção de concretos estruturais.

Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas sobre a utilização desses produtos reciclados na indústria da construção civil. Jadovski (2005), Stevanato (2005) e Lapa (2011) apresentam algumas dessas aplicações: elementos de alvenaria como blocos de concreto, tijolos de solo-cimento e painéis pré-moldados, reforço de subleito, sub-base, base e blocos para pavimentação de ruas, além da substituição total ou parcial do agregado natural na confecção de concretos e da areia na confecção de argamassa. As pesquisas revelam os estudos sobre as propriedades dos materiais reciclados como resistência à compressão e à tração, aderência, módulo de elasticidade e dureza superficial e, ainda, sobre a viabilidade econômica desses produtos (JADOVSKI, 2005; STEVANATO, 2005).

A redução de até 40,5% no preço dos produtos moídos sobre os naturais torna bastante viáveis os materiais de origem reciclada. Além disso, a tendência aponta para uma diferença de preço cada vez maior em virtude da crescente dificuldade da extração de areias e pedras britadas (agregados miúdos e graúdos). Essas dificuldades envolvem desde o licenciamento para a atividade, os locais de extração, até o alto custo do transporte (STEVANATO, 2005).

Pelos resultados obtidos na pesquisa de Lapa (2011), pode-se verificar que os RCC atenderam às exigências estabelecidas nas normas da ABNT, possibilitando a utilização desse material na produção de argamassas de revestimento. Segundo o mesmo autor, o uso de RCC na argamassa pode gerar economia, pela substituição da areia convencional, eliminação do custo do resíduo e diminuição do consumo de agregados, apresentando um alto potencial de utilização.

No entanto, algumas pesquisas mostram que problemas como a falta de pré-seleção dos RCC na origem, a ausência de cultura para o despejo em lugares adequados, por parte da população, e o desconhecimento das possibilidades de reaproveitamento, contribuem para um baixo rendimento na sua moagem e reciclagem (STEVANATO, 2005).

Para o melhor aproveitamento dos RCC, devem ser equacionados os aspectos relacionados à disposição dos resíduos no canteiro de obra, assegurando a qualidade do resíduo sem contaminações, potencializando sua reutilização ou reciclagem. É importante que os funcionários sejam treinados e se tornem conhecedores da classificação dos resíduos para executarem satisfatoriamente a sua triagem (LAPA, 2011).

Existem várias barreiras a serem vencidas para a introdução de novos produtos elaborados dos RCC, destacando-se, entre outras: os clientes são reduzidos quase que exclusivamente à municipalidade, não havendo um mercado alternativo; a necessidade de desenvolvimento de aplicações em que os produtos, contendo agregado reciclado, apresentem vantagens competitivas sobre os produtos tradicionais, além de preço compatível; o desenvolvimento de marcas de qualidade ambiental de produto (certificação); o aperfeiçoamento tecnológico com os resultados das pesquisas amplamente divulgados; o desenvolvimento de

um sistema de controle de qualidade do produto; os estudos de localização de centrais de entrega de resíduos em pontos que encurtem as distâncias de transporte sem gerar problemas ambientais, entre outros (JOHN; AGOPYAN, 2000).

Também são necessários investimentos privados. Uma vez que se prove à iniciativa privada que a moagem e reaproveitamento de entulho são viáveis economicamente, ou ainda, que proporcionam lucro, haverá maior incentivo aos investimentos para exploração desses recursos (STEVANATO, 2005).

Regulamentações e iniciativas para o gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil no Brasil

No Brasil, a partir de 2000, começaram a ser desenvolvidas pesquisas sistemáticas relacionadas ao uso dos RCC e algumas usinas de reciclagem privadas de pequeno porte foram instaladas, somando-se às poucas já existentes e em operação. Foi formada a Câmara Ambiental da Construção, com a participação formal do Sindicato da Indústria da Construção de São Paulo (Sinduscon-SP), Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), Universidade de São Paulo (USP) e outros, para discutir, em âmbito nacional, normas técnicas para as atividades de triagem e reciclagem (MIRANDA; ÂNGULO; CARELI, 2009).

Com a necessidade de implantação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos RCC, pois estes representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas e seus geradores devem ser responsabilizados, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) aprovou, em 5 de julho de 2002, a Resolução Conama nº 307. Nesse documento, foram estabelecidos diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos sólidos da construção civil, além de apresentar definições e classificações de tais resíduos (BRASIL, 2002).

Essa Resolução definiu, portanto, responsabilidades e deveres, inclusive a necessidade de cada município licenciar as áreas para disposição final, fiscalizar o setor em todo o processo e implantar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Também estabeleceu que os grandes geradores incluíssem os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento dos órgãos competentes, além de estabelecer que cesse a disposição de resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de “bota-fora” (BRASIL, 2002). Com isso, foi aberto o caminho para que os setores público e privado pudessem, juntos, prover os meios adequados para o manejo e a disposição desses resíduos.

Os prazos estabelecidos pela Resolução nº 307/2002 foram os seguintes: a partir de 2 de julho de 2004, os municípios e o Distrito Federal deveriam implantar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil oriundos de geradores de pequenos volumes e cessar a disposição dos resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas

de “bota-fora”; a partir de 2 de janeiro de 2005, os grandes geradores, excluídos os municípios e o Distrito Federal, ou seja, as construtoras, deveriam incluir os projetos de gerenciamento dos RCC nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento dos órgãos competentes (BRASIL, 2002).

Assim, ao entrar em vigor a Resolução nº 307/2002, em 2 de janeiro de 2003, o setor da construção civil começou a participar das discussões a respeito do controle e da responsabilidade pela destinação de seus resíduos sólidos (SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE MINAS GERAIS, 2008).

Em 2004, com a crescente preocupação da sociedade quanto às questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) criou a Comissão de Estudo Especial Temporária de Resíduos Sólidos (CEET - 00.01.34), para revisar a ABNT NBR 10004:1987 - Resíduos sólidos - Classificação, visando a seu aperfeiçoamento e, dessa forma, fornecer subsídios para o gerenciamento desses resíduos. As premissas estabelecidas para a revisão foram a correção, complementação e atualização da norma em vigor e a desvinculação do processo de classificação em relação apenas à disposição final de resíduos sólidos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Outras normas técnicas relativas à reciclagem dos RCC são apresentadas no QUADRO 4.

QUADRO 4 – Especificidades das normas técnicas acerca dos RCC

Normas	Ação: manejo de resíduos	O que definem
NBR 15112	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Áreas de transbordo e triagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Procedimentos para o manejo na triagem dos resíduos das diversas classes, inclusive quanto a proteção ambiental e controles diversos.
NBR 15113	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Procedimentos para o preparo da área e disposição dos resíduos de classe A, proteção das águas e proteção ambiental, planos de controle e monitoramento.
NBR 15114	Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Procedimentos para o isolamento da área e para o recebimento, triagem e processamento dos resíduos classe A.
NBR 15115	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação. Procedimentos.	Características dos agregados e as condições para uso e controle na execução de reforço de subleito, sub-base, base e revestimento primário (cascalhamento).
NBR 15116	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Requisitos.	Condições de produção, requisitos para agregados para uso em pavimentação e em concreto, e o controle da qualidade do agregado reciclado.

Fonte: adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e, 2004f.

Apesar da Resolução Conama nº 307 ter sido aprovada em 2002, apenas em 2 de agosto de 2010 ocorreu a aprovação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010).

De acordo com o artigo 1º, a PNRS dispõe sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos,

incluídos os perigosos, as responsabilidades dos geradores e do Poder Público e os instrumentos econômicos aplicáveis. Quanto aos instrumentos, a PNRS define os planos de resíduos sólidos, tanto o nacional como os estaduais e municipais, como aqueles que definirão as metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada e as normas, condicionantes, diretrizes, controle e fiscalização (BRASIL, 2010).

Muitas dificuldades para manutenção em funcionamento das usinas de reciclagem são apresentadas nas pesquisas sobre o assunto. Entre elas está a dificuldade na triagem do material que chega às usinas, na maioria das vezes, sem a devida separação, levando ao descarte de grande parcela desse resíduo, ocasionando baixa produtividade de agregados e elevação de seu custo. De outro lado, está a baixa demanda do material produzido pelas usinas, pois são poucas as opções para sua utilização, refletindo uma elevação dos custos de operação e acúmulo de material reciclado ou não nos pátios, além da existência de barreira cultural para a utilização desses agregados. Além disso, existem conflitos de interesses entre o operador da usina e os caçambeiros, falta de recursos da administração para manutenção das usinas e falta de programas de orientação à população (JADOVSKI, 2005; STEVANATO, 2005).

As deficiências das políticas de reciclagem dos RCC, baseadas no modelo de centrais de reciclagem operadas pelas prefeituras, além do risco de interrupção do funcionamento, tornando a produção intermitente devido às dificuldades administrativas, às mudanças de cenário político e ao pouco conhecimento técnico, não garantem a homogeneidade dos agregados reciclados nem sua aceitação no mercado. O controle de qualidade é baixo e precisa ser implantado com o intuito de reduzir a variabilidade e de melhorar a qualidade e a confiabilidade do produto (JOHN; AGOPYAN, 2000; MIRANDA; ÂNGULO; CARELI, 2009).

Novas metodologias e pesquisas de reaproveitamento em desenvolvimento convidam as empresas ao investimento na área, sendo que a reciclagem tem ocupado lugar de destaque nas pesquisas das grandes universidades. A abertura de mercado para produtos reciclados de qualquer natureza é uma tendência crescente.

Jadovski (2005) afirmou que, para implantação, operação e manutenção de uma usina de reciclagem de RCC, exige-se um custo de capital bastante elevado. O autor também observa que as capacidades de produção mínimas para se obter viabilidade econômica são de 30 t/h para empresa pública e de 40 t/h para empresa privada, não sendo possível a implantação de pequenas usinas, com capacidades de 15 t/h a 20 t/h, que favoreceriam a implantação de áreas de reciclagem descentralizadas. Assim, faz-se necessária a implantação de políticas públicas de incentivo, como implementação e fiscalização de políticas integradas dos RCC atendendo à Resolução nº 307/2002, incentivos fiscais com redução ou isenção de impostos, incentivos políticos como o aumento de taxas de disposição de RCC em aterros de forma a priorizar a reciclagem, responsabilização do gerador e o aumento de taxas de

extração de recursos naturais, ação indutora do setor público para utilização de materiais reciclados, além de campanhas de esclarecimento para o público leigo e profissionais da área sobre a utilização de agregados reciclados e treinamento de mão de obra da construção civil, entre outras.

O aumento significativo no número de construtoras que implantam a gestão de RCC em canteiro dependerá da implantação dos planos integrados de gerenciamento municipais, pois estes devem cobrar dos grandes geradores a elaboração dos projetos de gerenciamento de resíduos, como condição para licenciamento das obras e dos comprovantes de destinação para a concessão do habite-se (CARELI, 2008).

Em grande parte dos casos, os planos de gestão integrada não obrigavam à apresentação dos projetos de gerenciamento de resíduos pelas construtoras como condição à liberação dos alvarás de construção. Tais empresas assumiam voluntariamente a iniciativa de adotar práticas diferenciadas de manejo e destinação dos resíduos, buscando compatibilidade com os critérios estabelecidos pela Resolução Conama nº 307/2002 (MIRANDA; ÂNGULO; CARELI, 2009).

Certificações

Paralelamente às regulamentações dos governos federal, estaduais e municipais existem outros instrumentos que incentivam as boas práticas públicas e privadas no gerenciamento dos RCC. As certificações e, ou, selos são, para a construção civil, importantes instrumentos para estabelecer um processo de gerenciamento do impacto das edificações sobre o meio ambiente. O objetivo das certificações é promover a conscientização de todos os envolvidos no processo, desde a fase de projeto, passando pela construção, até o usuário final, incorporando soluções que permitirão uma redução no uso de recursos naturais, além de promover conforto e qualidade para seus usuários (CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2011). Ligada diretamente aos processos dessas certificações está a gestão dos resíduos da construção civil.

Certificações da International Organization for Standardization (ISO)

Entre as certificações existentes, deve ser mencionada a normalização internacional elaborada e proposta pela International Organization for Standardization (ISO), compreendidas na série ISO 14.000. Essa organização internacional, sediada em Genebra, vem atuando dentro dos seus fins societários específicos desde 1947. As normas da série ISO 14.000 visam a resguardar, sob o aspecto da qualidade ambiental, não apenas os produtos como também os processos produtivos. Dessa série, a principal norma é a ISO 14001 (MILARÉ, 2009).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) representa o Brasil na ISO, oficializando, para uso corrente no país, as normas ISO, que passam a se chamar NBR ISO (MILARÉ, 2009).

A NBR ISO 14001 é uma norma internacionalmente reconhecida, que define o que deve ser feito para estabelecer um

Sistema de Gestão Ambiental (SGA) efetivo. Foi desenvolvida com o objetivo de criar o equilíbrio entre a manutenção da rentabilidade e a redução do impacto ambiental, com o comprometimento de toda a organização. Ela especifica os requisitos relativos a um sistema de gestão ambiental, que podem ser objetivamente auditados para fins de certificação/registro e, ou, autodeclaração, permitindo a uma organização formular uma política e objetivos que levem em conta os requisitos legais e as informações referentes aos impactos ambientais significativos. Ela se aplica aos aspectos ambientais que possam ser controlados pela organização e sobre os quais se presume que ela tenha influência (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Aliadas à NBR ISO 14001, ainda existem as NBR ISO 14004:1996 (Sistemas de gestão ambiental - Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio) e a NBR ISO 14006:2011 (Sistemas de gestão ambiental - Diretrizes para a incorporação de concepção ecológica), que são recomendadas como apoio às organizações que necessitam de orientação adicional sobre outras questões relacionadas a sistemas de gestão ambiental (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, 2011).

Certificação Leadership in Energy & Environmental Design (LEED)

Outro instrumento para avaliação das edificações na questão ambiental é a certificação Leadership in Energy & Environmental Design (LEED). Em março de 2007, foi criado o Green Building Council Brasil (GBC), uma organização não governamental que surgiu para auxiliar o desenvolvimento da indústria da construção sustentável no País, utilizando as forças de mercado para conduzir à adoção de práticas de *green building* em um processo integrado de concepção, construção e operação de edificações e espaços construídos. O GBC trabalha na divulgação das melhores práticas adotadas, incluindo tecnologias, materiais, processos e procedimentos operacionais, bem como promove o sistema de certificação e orientação ambiental de edificações, o LEED, sendo o selo de maior reconhecimento internacional e o mais utilizado em todo o mundo, inclusive no Brasil (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 200-).

Para se obter uma certificação LEED, em primeiro lugar, o projeto da edificação deve ser registrado junto ao certificador para informar se atenderá aos requisitos preestabelecidos e exigidos para atingir a uma determinada pontuação. A certificação só será efetivada após a construção do prédio e a confirmação de que os pré-requisitos tenham sido atendidos. A pontuação é dada segundo os seguintes grupos: sustentabilidade da localização, eficiência no uso da água, eficiência energética e redução das emissões para a atmosfera, otimização dos materiais e dos recursos naturais a serem utilizados na construção e ao longo da vida útil dessas edificações, qualidade dos ambientes internos e inovações empregadas no projeto das edificações. No que diz respeito aos materiais e recursos naturais, são avaliados, entre outros itens, a existência de depósito e coleta de materiais recicláveis, o reuso de edificação ou de parte exis-

tente, tanto externa quanto interna, a gestão de resíduos da construção e o reuso de materiais (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 200-).

Certificação Alta Qualidade Ambiental (AQUA)

O Processo Alta Qualidade Ambiental (AQUA) é uma certificação que foi adaptada ao Brasil, em 2007, baseada no sistema da Haute Qualité Environnementale (HQE), de origem francesa. É um Processo de Gestão do Projeto, que visa a obter a qualidade ambiental de um empreendimento de construção ou de reabilitação. O certificado, de reconhecimento internacional, é emitido pela entidade nas três fases do empreendimento: o programa, a concepção e a realização. Trata-se de uma certificação baseada na verificação de referencial técnico, definido por padrões de Sistema de Gestão do Empreendimento e Qualidade Ambiental do Edifício e capaz de atender a um conjunto de requisitos específicos e abrangentes de meio ambiente, conforto e saúde. Para obtenção da certificação AQUA, o empreendimento deve atender a 14 categorias da Qualidade Ambiental do Edifício, como a relação do edifício com o entorno, a escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos, canteiro de obras com baixo impacto ambiental, gestão dos resíduos de uso e operação do edifício, entre outros (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 200-).

A diferença entre a certificação AQUA e as outras é que ela prioriza a concepção do empreendimento. Seu processo é flexível, pois permite ao empreendedor traçar o perfil ambiental pretendido e definir as soluções do projeto para atingir aos objetivos traçados, estabelecendo a organização e os métodos, os meios e a documentação necessária para obtê-la (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 200-).

Selo Casa Azul

Ao lançar, no dia 7 de junho de 2010, o Guia de Sustentabilidade Ambiental do Selo Casa Azul, a Caixa Econômica Federal (CEF) colocou, em termos práticos, para a sociedade brasileira o primeiro sistema de certificação habitacional, visando à sustentabilidade dessas edificações. O Selo Casa Azul incentiva o uso racional dos recursos naturais na construção de empreendimentos habitacionais e a redução do custo de manutenção dos edifícios, bem como a promoção da conscientização de empreendedores e moradores sobre as vantagens das construções sustentáveis. Essa certificação se aplica a todos os tipos de projetos de empreendimentos habitacionais propostos à CEF para financiamento ou nos programas de repasse. Para obtê-lo, o proponente (público ou privado) deve solicitar a inclusão de seu empreendimento nesse sistema, para que este venha ser analisado segundo os parâmetros da certificação. São 53 critérios de avaliação, distribuídos em seis categorias que orientam a classificação do projeto: qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos, gestão de água e práticas sociais (JOHN; PRADO, 2010).

Entre os critérios ou categorias de avaliação, a preocupação com os RCC está presente no item conservação de recursos

materiais, em que, dos dez critérios listados, três são obrigatórios: qualidade de materiais e componentes; formas e escoras reutilizáveis; gestão de resíduos de construção e demolição. Os demais itens em que essa preocupação se apresenta são: coordenação modular; componentes industrializados ou pré-fabricados; concreto com dosagem otimizada; cimento de alto forno ou pozolânico; pavimentação com resíduos de construção e demolição; facilidade de manutenção da fachada; e madeira plantada ou certificada. E nas práticas sociais, em que, entre onze listados, são obrigatórios dois critérios: educação para a gestão de resíduos de construção e demolição, e educação ambiental dos empregados (JOHN; PRADO, 2010).

Conclusões

Com o crescimento acelerado da construção civil e, conseqüentemente, com o aumento dos resíduos produzidos, não será possível um desenvolvimento sustentável sem que toda a cadeia produtiva da construção civil sofra transformações significativas.

O problema dos resíduos é bem conhecido, mas parece não receber a atenção que merece. As razões podem ser a tendência em subestimar os níveis de resíduos, o custo do seu gerenciamento sobre o valor das obras, a falta de conhecimento sobre o seu reaproveitamento, entre outros. No entanto muitos trabalhos estão sendo desenvolvidos nessa área em todo o mundo.

Aqui, pode-se observar que as políticas públicas de resíduos da construção civil não se preocupam com a questão enquanto esta se encontra interna aos canteiros de obra, mas apenas a partir da retirada dos RCC da obra até a disposição final. Tomando-se como exemplo as estratégias adotadas por alguns países, não se pode pensar em agir sobre o problema criando áreas para deposição de resíduos espalhados pela cidade sem que haja uma consciência maior sobre a origem desses resíduos. É preciso atuar na "raiz do problema", ou seja, desde a elaboração do projeto executivo e, principalmente, dentro dos canteiros de obras.

A conscientização dos trabalhadores, a qualificação da mão de obra para manuseio do material, a caracterização e, principalmente, a segregação e o armazenamento adequado dos resíduos quanto às suas características e formas de reciclagem, e a política de reaproveitamento dos materiais dentro da própria obra são fundamentais contribuições para essa questão.

As legislações também precisam ser revisadas. Preocupar com os empreendimentos tidos como de impacto, classificando-os quanto à área construída ou número de unidades habitacionais não significa que estão sendo analisados quanto aos impactos gerados pelos resíduos produzidos durante as obras. Obras de reformas internas e, ou, externas, muitas vezes, têm demolições com altos volumes de RCC e nem sempre são caracterizadas como empreendimentos de impacto e, muito menos, têm exigência do Plano de Gerenciamento de Resíduo Sólido.

Os resíduos sólidos são tema de pesquisa de muitos trabalhos científicos, cada um observando o assunto sob um ponto de vista diferenciado. Na pesquisa desenvolvida, ainda por desconhe-

cimento das empresas, tanto das construtoras como das coletoras e, ou, transportadoras dos RCC, houve alguma dificuldade para obtenção de dados. Muitas empresas contatadas não se dispuseram a contribuir, talvez por receio quanto ao que ela pudesse levar. É importante que se dê continuidade às pesquisas, contribuindo como importante e constante fonte de informação e atualização de dados, despertando novas possibilidades.

Referências

AMBIENTE BRASIL. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – ECO-92**. Curitiba: Ambiente Brasil, 200-. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/gestao/artigos/conferencia_das_nacoes_unidas_sobre_meio_ambiente_e_desenvolvimento_-_eco-92.html>. Acesso em: 24 jan. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:2004**: Resíduos da construção civil sólidos. Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15112** - Resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Áreas de transbordo e triagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação Rio de Janeiro, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15113** - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação Rio de Janeiro, 2004c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15114** - Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação Rio de Janeiro, 2004d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15115** - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação. Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004e.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14004:1996**: Sistemas de gestão ambiental. Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. Rio de Janeiro: ABNT, 1996. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/30905770/Abnt-Nbr-14004-Iso-Gestao-Ambiental>>. Acesso em: 16 nov. 2013.

BRASIL. **Lei n. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República; Portal da Legislação, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.html>. Acesso em: 25 ago. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional.

Agenda 21 Brasileira: ações prioritárias. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=908&idMenu=374>>. Acesso em: 19 dez. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução n. 307**, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução n. 431**, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama, estabelecendo nova classificação para o gesso. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

CARELI, E. D. **A Resolução CONAMA nº 307/2002 e as Novas Condições para Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição.** 2008. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2008.

CASSA, J. C. S.; CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S. (Org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção:** Projeto Entulho Bom. Salvador: Editora UFBA/Cef, 2001.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Conjunto de indicadores de sustentabilidade de empreendimentos – uma proposta para o Brasil:** texto preliminar completo. São Paulo: CBCS, 2011. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/userfiles/download/CBCS_TextoPreliminarCompleto_ConjuntoIndicadoresSustentabilidadeEmpreendimentos.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2014.

CONSTRUÇÃO civil prevê crescimento acima do PIB brasileiro em 2011. **Portal Brasil**, Brasília, 11 fev. 2011. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/02/11/construcao-civil-espera-crescer-mais-que-o-pib-brasileiro-este-ano-diz-cbic>>. Acesso em: 25 jan. 2014.

EKANAYAKE, L., OFORI, G. **Construction material waste source evaluation.** Proceedings: strategies for a sustainable built environment, Pretoria, South Africa, p. 35-1 to 35-6, 23-25 Aug. 2000. Disponível em: <http://www.researchgate.net/researcher/82112475_Lawrence_Lesly>. Acesso em: 02 jan. 2011.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Certificação de construção sustentável:** Processo AQUA. São Paulo: Fundação Vanzolini, 200-. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/hotsite-77.asp?cod_site=77>. Acesso em: 3 jan. 2014.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificação LEED.** Barueri: GBC, 200-. Disponível em: <<http://gbcbrasil.org.br/?p=certificacao>>. Acesso em: 16 nov. 2013.

JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição.** 2005. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. In: SEMINÁRIO RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, 2000, São Paulo, **Anais...** São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo e Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental; Departamento de Engenharia de Construção Civil; Escola Politécnica da USP (PCC USP), 2000. Disponível em: <http://globalconstroi.com/images/stories/Manuais_tecnicos/2010/reciclagem_residuos/CETESB.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2014.

JOHN, V. M.; PRADO, R. T. A. (Coord.). **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras, 2010.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 113 f. Tese (Doutorado Livre Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

LAPA, José Silva. **Estudo de viabilidade técnica de utilização em argamassa do resíduo de construção oriundo do próprio canteiro de obra**. 2011. 132 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

LORDÊLO, P. M.; EVANGELISTA, P. P. A.; FERRAZ, T. G. A. **Gestão de resíduos na construção civil: redução, reutilização e reciclagem**. Salvador: Senai-BA, 2007.

MÁLIA, Miguel Ângelo Borges. **Indicadores de resíduos de construção e demolição**. 2010. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco**. 6. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.

MILLER JUNIOR, G. T. **Ciências ambientais**. São Paulo: Thompson Learning, 2007.

MIRANDA, L. F. R.; ÂNGULO, S. C.; CARELI, É. D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.

PINTO, T. P.; GONZALES, J. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil: manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios**. Brasília: CEF, 2005.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE MINAS GERAIS. **Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil**. 3. ed. rev. e aum. Belo Horizonte: Sinduscon-MG, 2008.

STEVANATO, S. **Estudo de viabilidade de implantação de usina de moagem de entulho com recursos da iniciativa privada no município de Bauru**. 2005. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru, São Paulo, 2005.

Recebido em 29/05/2014
Aprovado em 25/08/2014

Contato do autor:

Lygia Prota
e-mail lprota@pucminas.br