

III-149 - VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE USO DO AGREGADO RECICLADO PARA PAVIMENTAÇÃO

Frederico Nascimento di Lousa⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) e trainee na empresa RNV Resíduos.

Adjane Damasceno de Oliveira⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela PUC Goiás. Mestre em Engenharia de Meio Ambiente pela UFG. Professora na Escola de Engenharia da PUC Goiás. Analista Ambiental da SECIMA-GO.

Ricardo Valadão de Carvalho⁽³⁾

Engenheiro Ambiental pela PUC Goiás. Mestre em Engenharia de Ambiental e Sanitária pela UFG. Pesquisador UFG.

Endereço⁽¹⁾: PUC Goiás, Campus I, Área III, Primeira Avenida, 1190, Setor Leste Universitário Goiânia - Goiás - CEP: 74000-000 - Brasil - Tel: (62) 3946-1120 - e-mail: fredi_lousa@hotmail.com

RESUMO

O aumento populacional e o crescimento das cidades contribuem para a expansão dos setores imobiliários e da construção civil, que consequentemente intensifica a geração de resíduos sólidos de construção civil (RCC), sendo que estes podem representar mais de 50% dos resíduos gerados em centros urbanos. O presente trabalho avaliou a viabilidade técnica e econômica do agregado reciclado, demonstrando que este apresenta competitividade quando comparado a matéria-prima natural.

Foi realizado estudo de caso em uma usina de reciclagem de RCC por meio de abordagem qualitativa e descritiva e realização de ensaios laboratoriais. Os resultados encontrados foram satisfatórios tanto do ponto de vista técnico quanto do econômico, demonstrando a viabilidade de uso do agregado reciclado para uso na pavimentação. Desta forma, evidenciou-se que o agregado reciclado apresenta-se como uma matéria-prima alternativa e sua inserção no mercado traz benefícios ambientais, econômicos e sociais.

PALAVRAS-CHAVE: Construção Civil, Reciclagem, Resíduos, Viabilidade Técnica, Viabilidade Econômica, Agregado Reciclado.

INTRODUÇÃO

O aumento populacional e o crescimento das cidades contribuem para a expansão dos setores imobiliários e de construção, que consequentemente intensifica a geração de resíduos sólidos de construção civil (RCC).

Desde 2002 a gestão desses resíduos é regulada pela Resolução nº 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil.

A Lei nº 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, classifica os resíduos de acordo com a origem, e dentre estas classes estão os RCC, definidos como aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos (BRASIL, 2002; BRASIL, 2010).

Os RCC representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas. Dados da Associação Brasileira da Indústria da Reciclagem de Resíduos de Construção (ABRECON) demonstram que em grandes centros o RCC chega a ser mais de 50% do total de resíduos gerados, o que torna o gerenciamento um desafio para o setor (ABRECON, 2016).

Nos últimos anos tem se notado um aumento populacional e a expansão das cidades refletindo no crescimento intensificado do campo da construção civil. Temas relacionados a RCC têm sido amplamente discutidos no

Brasil pela alta taxa de geração, representando cerca de 51% a 70% dos resíduos sólidos urbanos coletados (MARQUES NETO, 2005).

As enormes quantidades de entulhos geradas pela construção civil são um problema cada vez maior às cidades, devido à dificuldade da aquisição de áreas para disposição, aos impactos ambientais causados por eles, tanto aos recursos hídricos quanto aos solos, e também à saúde da população (BOURSCHEID; SOUZA, 2010).

No mundo, supõe-se que são gerados todo ano entre dois e três bilhões de toneladas de RCCs (TORRING, 1998; LAURITZEN, 1998). Apenas na Comunidade Européia são gerados a cada ano um total de 480 milhões de toneladas de resíduos inertes, sendo que destes, 180 milhões são RCC, ou seja, 0,5 ton/hab.ano. Destes, somente 50 milhões de toneladas (28%) são beneficiados, o restante é incinerado e depositado em aterros (DORSTHORST e HENDRIKS, 2000).

Em relatório referente ao ano de 2014 a *United States Environmental Agency (EPA)* demonstrou que 534 milhões de toneladas de RCC foram gerados nos Estados Unidos. Este número representa mais que o dobro da quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados. A demolição representa mais de 90% da geração total de RCC, enquanto a construção representa menos de 10%. (EPA, 2014).

O RCC é um dos mais pesados e volumosos gerados na União Européia (UE). Representa cerca de 25% a 30% de todos os resíduos gerados na UE e consiste em numerosos materiais, incluindo concreto, tijolos, gesso, madeira, vidro, metais, plástico, solventes, amianto e solo escavado, muitos dos quais podem ser reciclados. (Comissão Européia, 2016).

A produção de RCC no Brasil ainda é elevada quando comparada com os países desenvolvidos. A mesma varia entre 230 Kg/hab.ano até 660 Kg/hab.ano (PINTO, 1999). Monteiro et al. (2001) cita que nos países desenvolvidos a média de resíduos provenientes de novas edificações encontra-se abaixo de 100 kg/m², enquanto que no Brasil este índice gira em torno de 300 kg/m² edificado.

Estes dados vêm reforçar a necessidade de se promover políticas que venham facilitar a prática de beneficiamento desses resíduos. O uso do entulho por meio do seu beneficiamento gera grandes ganhos tanto para a população quanto para o meio ambiente. (AMARO, 2004).

Beneficiamento é o ato de submeter um resíduo às operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto (BRASIL, 2002).

O beneficiamento do RCC permite a produção do agregado reciclado. Esse agregado é o material granular que apresenta características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia (BRASIL, 2002). O agregado reciclado pode ser dividido em dois tipos: agregado de resíduo de concreto (ARC) e agregado de resíduo misto (ARM).

O ARC e ARM são agregados reciclados obtidos por meio do beneficiamento de resíduo pertencente à classe A. O primeiro possui em sua constituição quantidade maior ou igual a 90% de cimento e rocha e o segundo possui em sua constituição quantidade menor que 90% de cimento e rocha (ABNT, 2004).

A heterogeneidade das propriedades dos agregados reciclados de RCC é responsável pela limitação de sua aplicação em algumas situações, como concretos estruturais, blocos e argamassa. Por outro lado, gera, com sucesso, aplicação em situações de menor exigência de qualidade, como na pavimentação (ANGULO, 2000).

Como uma solução de destinação final, estes materiais descartados podem ser incorporados aos agregados utilizados nas camadas de base e sub-base na pavimentação de estradas, devendo obrigatoriamente passar por um processo de seleção, com o objetivo de não haver mistura de materiais considerados de qualidade inferior que possam interferir na vida útil e no perfeito funcionamento do pavimento (BAGATINI, 2011).

Segundo a NBR 15115/2004, o agregado reciclado aplicável à pavimentação é o material granular, obtido por meio da britagem ou beneficiamento mecânico, de resíduos de construção civil, pertencentes à Classe A da Resolução nº 307/2002 do CONAMA. O material deve atender alguns requisitos como: boa graduação

granulométrica; valores mínimos de ISC e expansão (conforme o tipo de camada do pavimento); e dimensão máxima característica de 63,5mm (MOTTA, 2005).

Assim, parcela significativa dos RCC é passível de reciclagem para reutilização na construção civil e obras de infraestrutura como a pavimentação, reduzindo a quantidade de recursos naturais extraídos para a atividade. Esta exploração dos resíduos também é conhecida como mineração urbana, ou mineração sustentável.

Ressalta-se que é inevitável a busca por soluções que reflitam positivamente nas questões econômicas, sociais e ambientais. A utilização de matérias-primas provenientes de reciclagem do RCC podem promover ganho ambiental e impactos sociais e econômicos positivos ao gerar renda, impostos e empregos.

A utilização de matéria-prima proveniente da reciclagem pode representar também benefício econômico em comparação aos custos desta em relação aos custos da matéria-prima convencional. O custo é um fator importante para que a matéria-prima proveniente do material reciclado seja uma opção no mercado.

Observa-se ainda dificuldade na implantação de sistemas para reciclagem do RCC. No Estado de Goiás as iniciativas ainda são escassas concentrando-se principalmente na região metropolitana de Goiânia.

Desta forma, este trabalho realizou estudo de caso em uma empresa de reciclagem de RCC demonstrando o processo produtivo e verificando se o agregado reciclado atende os parâmetros exigidos nas normas para o uso na pavimentação. Além disso, o estudo permitiu averiguar a viabilidade econômica de utilização dessa matéria-prima reciclada em relação à matéria-prima natural.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização deste estudo efetuou-se uma abordagem qualitativa e descritiva por meio de estudo de caso onde selecionou-se uma empresa de reciclagem de resíduos de construção civil Classe A situada em Aparecida de Goiânia, Goiás.

Inicialmente foi demonstrado o ciclo de vida para produção do agregado reciclado, detalhando o processo produtivo, as características da atividade e os aspectos e impactos relacionados a reciclagem dos resíduos de construção civil (RCC). A coleta destes dados foi realizada por meio de visitas ao local e acompanhamento das atividades realizadas no empreendimento.

Posteriormente, com o intuito de demonstrar que o agregado reciclado atende aos requisitos específicos da Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) nº 15116:2004 para o uso do agregado reciclado na pavimentação, foram analisados os resultados obtidos na realização dos seguintes ensaios: Índice de Suporte Califórnia (ISC); Expansibilidade; Energia de Compactação (Normal e Intermediária).

A amostra analisada foi coletada em 01/09/2016 e os procedimentos foram realizados no Laboratório LTEC. A coleta da amostra procedeu-se conforme determina a NBR nº 15116:2004.

Após verificado se o agregado atende os requisitos propostos pela norma, foi avaliado sua viabilidade econômica, afim de demonstrar que este possui competitividade financeira, uma vez que o fator custos é de relevante importância em obras.

Com o intuito de demonstrar essa viabilidade econômica foi realizada uma média com os preços de areia, brita 0, brita 1, brita 2 e brita 3 da tabela de insumos fornecida pela Agência Goiana de Transportes e Obras (AGETOP) e pela tabela do Sistema Nacional de Preços e Índices para Construção Civil (SINAPI), fornecida pela Caixa Econômica Federal, e comparou-se estes valores com o valor do agregado reciclado fornecido pela empresa estudada.

O preço do agregado reciclado foi comparado também com o (BGS) Brita Graduada Simples natural comercializada por uma pedreira. Produto este que é a mistura de areia e britas 0, 1, 2 e 3 e possui composição que assemelha-se ao agregado reciclado estudado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização da área de estudo

A usina de reciclagem de resíduos de construção civil (RCC) objeto de estudo localiza-se no município de Aparecida de Goiânia-GO, Setor Vale do Sol, Rua W-07 com rua W-49 (Figura 1). Está instalada em uma área de 20.000 m².



Figura 1: Mapa de Localização da Usina de Reciclagem

A empresa encontra-se no polo industrial de Aparecida de Goiânia. Ao entorno do empreendimento há indústrias de reciclagem de plástico e papelão, área de pastagem e o complexo prisional de Aparecida de Goiânia (CEPAIGO).

A empresa além de realizar reciclagem dos RCC classe A, também atua elaborando e executando planos de gerenciamento de RCC em obras, além de prestar serviço de coleta destes resíduos.

A atividade encontra-se em operação a cerca de 07 anos e recebeu no ano de 2016 o total de 21.727,00 m³ de resíduos inertes e vendeu o total de 30.387 m³. O valor de maior de vendas do que de entrada se dá pelo estoque de produto já existente nas dependências da empresa.

Produção do agregado reciclado

O fluxo de funcionamento da empresa inicia-se com a geração dos resíduos classe A, que é matéria-prima para produção do agregado reciclado. O resíduo é recebido, triado e processado conforme demonstrado no fluxograma da Figura 2. Este fluxo refere-se aos casos em que a empresa realiza o gerenciamento de resíduos nas obras. Quando a empresa não é responsável por esta etapa, o processo inicia-se na inspeção da qualidade dos resíduos que chegam a usina.

A empresa recebe tanto os resíduos das obras em que executa os serviços de gerenciamento quanto de qualquer outro empreendimento que necessite de uma solução para a destinação de resíduos classe A, seja do setor público ou privado.

A segregação na fonte geradora influencia diretamente no desempenho das atividades do empreendimento e no custos para que o gerador encaminhe o resíduo para processamento. O preço da destinação pode variar, dependendo da quantidade de impurezas no resíduo, como metal, madeira e recicláveis.

Após o recebimento dos resíduos no empreendimento, realiza-se uma inspeção visual no material, uma vez que o volume e peso dos resíduos dificulta realização de avaliação detalhada do grau de impurezas do material que chega para processamento, classificando-o como Agregado de Resíduo Misto (AMR) ou Agregado de Resíduo de Concreto (ARC).

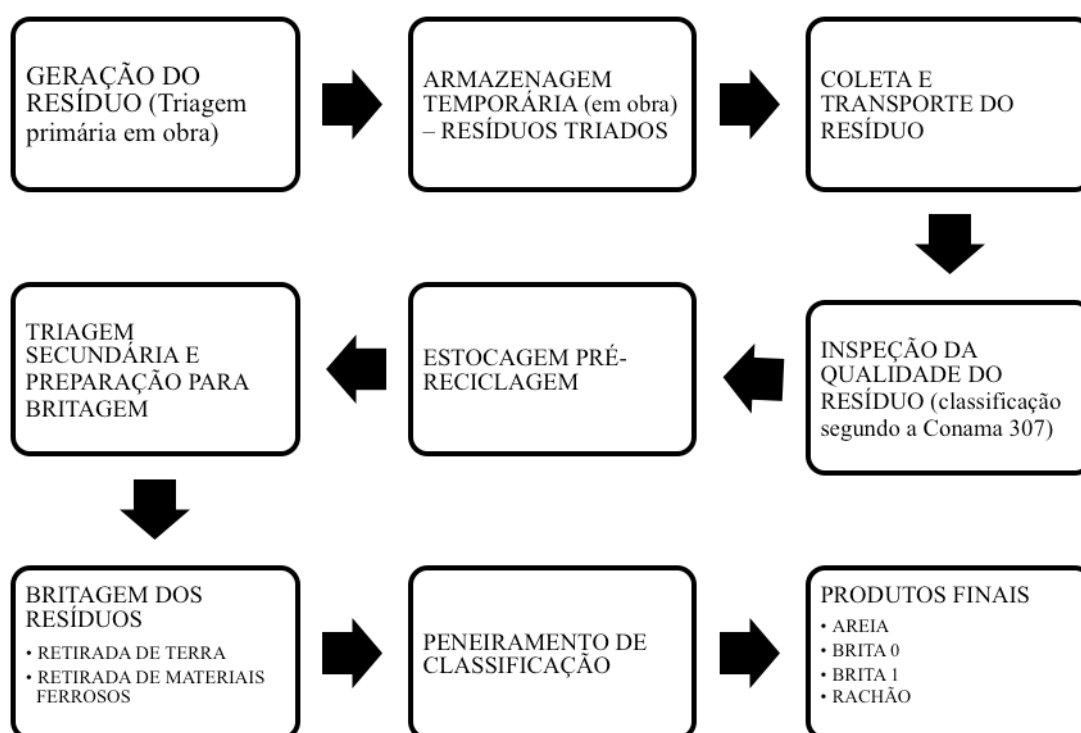


Figura 2: Fluxo de funcionamento da usina de reciclagem de RCC.

Após essa inspeção o resíduo é estocado e é feita uma preparação e uma triagem secundária onde é retirado o maior número de impurezas possível manualmente, visando uma britagem mais eficiente, e um produto de maior qualidade.

Enfrenta-se dificuldades em executar este trabalho manual devido ao volume e o peso do resíduos e pelo fato de que as impurezas contidas encontram-se normalmente no interior do montante de material que chega, necessitando do revolvimento do mesmo com uma pá carregadeira. Além disso, dependendo das características do resíduos faz-se necessário o uso de rompedor ou marreta para retirada de materiais ferrosos no concreto.

Após a triagem secundária o resíduo está pronto para ser britado. O primeiro passo na britagem é a retirada de terra do resíduo por meio de uma calha vibratória, caso seja necessário. Posteriormente o resíduo segregado passa pela mandíbula e, por um processo físico, é triturado em pedaços com granulometria menor e são direcionados para a peneira vibratória por uma correia transportadora. Esta correia possui um ímã para retirada de materiais ferrosos que não foram eliminados pelas triagens anteriores.

A peneira vibratória possui três peneiras com granulometrias específicas, segregando o material, gerando assim quatro produtos finais: areia reciclada, brita 0 reciclada, brita 1 reciclada e rachão reciclado. O agregado analisado é nomeado como Brita Graduada Simples (BGS) que é a mistura destes quatro produtos finais.

Para manter esse fluxo é essencial que a empresa tenha estabelecido uma relação entre recebimento de resíduos, produção e venda de agregado reciclado para que não falte ou sobre matéria-prima e agregado.

A reciclagem de RCC, como qualquer outra atividade, gera impactos ao meio ambiente, entretanto são poucos e de fácil controle, o que torna a atividade de baixo impacto ambiental.

O processamento do resíduo gera ruído e poeira. A poeira pode alterar a qualidade do ar, além disso ambos podem resultar em incômodo a população circunvizinha e representar risco a saúde dos afetados diretamente por estes aspectos.

Desta forma, como ação para minimizar os impactos advindos da atividade é necessária uma localização distante de centros urbanos, geralmente em zonas industriais, como é o caso da usina estudada. As soluções para o controle de ruídos são simples, tais como, manutenção do equipamento e uso de protetor auricular por parte dos funcionários e visitantes. A poeira gerada pelo processo produtivo pode gerar transtornos as áreas vizinhas quando é levada pelo vento, e é controlada por um sistema de aspersão que umedece todo o processo evitando o levantamento da poeira.

No entanto, isto resulta em gasto com água e, atualmente a empresa usa um poço artesiano como fonte, porém, vem realizando estudos para utilizar técnicas de reaproveitamento de água.

O único rejeito que deveria ser gerado no processo, caso houvesse uma segregação adequada na fonte geradora, seria a terra que também é classificada como resíduo classe A. Entretanto, normalmente encontra-se resíduos como madeira, plástico, ferro, dentre outros em meio aos resíduos inertes.

A partir do momento que a empresa os recebe, estes resíduos passam a ser de sua responsabilidade, portanto, tem a obrigação de dar uma destinação ambientalmente adequada aos mesmos. A parcela que é passível de segregação é destinada a reciclagem, todavia, não há como segregar tudo, e nesses casos este resíduo é classificado como rejeito não perigoso e destinado ao aterro sanitário municipal, o que resulta em custo de transporte e destinação.

Avaliação da viabilidade técnica de utilização do agregado reciclado na pavimentação

Por se tratar de um produto proveniente da reciclagem de resíduos inertes da construção civil, há uma norma regulamentadora para a utilização do mesmo na pavimentação, a NBR 15116:2004. Tal norma exige que o agregado reciclado seja submetido a ensaios específicos com o intuito de verificar se o mesmo atinge os requisitos técnicos mínimos para que possa ser utilizado para este fim.

Foram realizados os ensaios previstos na norma para requisitos específicos do agregado reciclado na pavimentação e observou-se que o produto atinge os valores mínimos como pode ser visto na Tabela 01.

Para o ensaio o material foi classificado quanto ao tipo de aplicação na execução de camadas de pavimentação, segundo parâmetros de capacidade e expansibilidade utilizando energia de compactação normal e intermediária. Para tal executou-se ensaio para o Índice de Suporte Califórnia (ISC), um dos métodos mais conhecidos de dimensionamento de pavimentos flexíveis, aplicando-se golpes de soquete em uma amostra de agregado reciclado contida em um cilindro. O ensaio também permitiu a obtenção da expansibilidade, e para tal o material foi submerso em água durante quatro dias possibilitando determinar este parâmetro.

Na Tabela 01 observa-se que os resultados dos parâmetros verificados são satisfatórios tanto para energia de compactação normal como para intermediária, alcançando os requisitos exigidos pela NBR 15116:2004 para as aplicações descritas.

Tabela 01: Resultados das análises com agregado reciclado referente ao atendimento aos requisitos específicos da NBR 15116:2004.

Aplicação	(Requisito da Norma) ISC (CBR) %	Resultado ISC (CBR) agregado %	(Requisito da Norma) Expansibilidade (%)	Resultado expansibilidade agregado (%)	Energia de compactação
Material para execução de reforço de subleito	≥ 12	42	$\leq 1,0$	0,1	Normal
Material para execução de revestimento primário e sub-base	≥ 20	74	$\leq 1,0$	0,02	Intermediária
Material para execução de base de pavimento	≥ 60	74	$\leq 0,5$	0,02	Intermediária

Demonstra-se que o agregado reciclado possui viabilidade técnica para o uso em pavimentação, tendo superado os requisitos mínimos para a aplicação em execução de reforço de subleito, execução de revestimento primário e sub-base e execução de base de pavimento.

Avaliação da viabilidade econômica de utilização do agregado reciclado na pavimentação

Como qualquer outra solução ambiental, não basta que o agregado reciclado atinja os requisitos técnicos. A viabilidade econômica do material deve ser igual ou superior a do produto obtido por meio da matéria-prima natural, o que acrescenta ponto positivo na escolha do agregado reciclado como alternativa competitiva, contribuindo para sua aceitação no mercado.

Comparou-se o valor do produto da usina de reciclagem em Aparecida de Goiânia com os valores da matéria-prima natural. Para tal comparação os valores de matéria-prima natural foram obtidos por meio de dados disponibilizados pela AGETOP, pelo SINAPI e com os valores de venda de material de uma pedreira da região. Ao ser realizada a comparação entre os preços foi verificado que o agregado reciclado atinge uma economia de 56% em relação ao valor obtido pela média de produtos da tabela da AGETOP, 39% em relação ao valor trabalhado pela pedreira e 37% em relação ao valor da brita graduada obtido pelo SINAPI (Tabela 2).

Tabela 2: Percentual de economia com a utilização do agregado reciclado comparando-se o valor do produto natural para diferentes fontes de material.

Fonte do material	Valor do produto (R\$/m³)	Percentual de economia com utilização do agregado reciclado (%)
Usina de reciclagem de RCC	R\$ 32,00	-
Pedreira	R\$ 52,80	39
Tabela AGETOP (média)	R\$ 73,58	56
Tabela SINAPI	R\$ 51,40	37

Desta forma, observa-se que o material além de viabilidade técnica possui preço competitivo em relação aos preços disponíveis no mercado.

O SINAPI também apresenta dado referente ao agregado reciclado, fixando um valor para este de R\$ 31,00 por m³. Observa-se que o valor está bem próximo do trabalhado pela empresa de reciclagem estudada.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Observa-se que os resíduos de construção civil (RCC) são os resíduos mais gerados em centros urbanos, com percentuais acima de 50% em relação aos demais. A reciclagem destes resíduos é uma opção vantajosa em termos econômicos, ambientais e sociais, uma vez que reduz a extração de recursos naturais, diminui a ocupação das áreas de disposição de RSU, gera empregos e impostos.

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a análise da viabilidade técnica e econômica do agregado reciclado. Além disso, também possibilitou a caracterização e compreensão do funcionamento de uma usina de reciclagem de RCC.

Os requisitos técnicos do agregado reciclado analisados obtiveram resultados satisfatórios demonstrando capacidade para utilização em todas camadas de pavimentos. O mesmo ocorre nos resultados da viabilidade econômica, com o agregado possuindo o menor valor de mercado em comparação com as demais opções analisadas.

Durante o estudo foi consultado valores de materiais nas tabelas disponibilizadas pela AGETOP e pelo SINAPI. Entretanto, foi verificado que não há referência de preços para o agregado reciclado na tabela da AGETOP.

Desta forma, recomenda-se a inclusão deste material neste documento, uma vez que este seria fundamental para comparações específicas de valores e até mesmo para que seja incluso nos planejamentos de custos de obras como matéria-prima na construção civil, uma vez que, conforme a Resolução nº 307/2002 do CONAMA, deve fazer parte do plano de gestão de RCC o incentivo à reinserção dos resíduos reciclados no ciclo produtivo.

Além disso a Política Nacional de Resíduos Sólidos tem como princípios ecoeficiência e o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania e traz como objetivo o incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados, assim o incentivo a inclusão do agregado reciclado no mercado vem ao encontro do que foi proposto no marco regulatório nacional para a questão dos resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (ABRECON). São Paulo, SP, 2016. Disponível em: <www.abrecon.com.br>. Acesso em: 04 mai. 2017.
2. AMARO, L.R. *Utilização do entulho como agregado para a produção de concreto reciclado*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense, 2004. Disponível em: <http://www.poscivil.uff.br/sites/default/files/dissertacao_tese/luizricardoamaro_0.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2017.
3. ANGULO, S.C.. *Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados*. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica: Universidade de São Paulo, 2000.
4. 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, 2004.
5. _____. *NBR 15116. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos*. Rio de Janeiro, 2004.
6. BAGATINI, F. *Resíduos da construção civil: Aproveitamento como base e sub-base na pavimentação de vias urbanas*. Escola de Engenharia: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/39135/000825270.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 out. 2017.
7. BOURSCHEID, J.A.; SOUZA, R.L. *Resíduos de Construção e Demolição como material alternativo*. Florianópolis, 2010.

8. BRASIL. *Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei n. 9.605 de 12 de fevereiro de 2008 e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 04 jun. 2017.
9. BRASIL. *Resolução n. 307 de 05 de julho de 2002*. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasil: Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 03 jun. 2017.
10. COMISSÃO EUROPEIA. *Resíduos de construção e demolição*. 2016. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm>. Acesso em: 20 out. 2017.
11. DORSTHORST, B.J.H.; HENDRIKS, CH.F. *Re-use of construction and demolition waste in the EU*. In: CIB Symposium in Construction and Environment: Theory into practice, 2000, São Paulo, Brazil. Proceedings...[CD-ROM]. São Paulo: CIB, 9p, 2000.
12. MARQUES NETO, J. C. *Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil*. São Carlos: RiMa, 2005.
13. MOTTA, D.S.R. *Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação de pavimentação de baixo volume de tráfego*. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica: Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde.../Dissert.mestrado_RosangelaMotta.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2017.
14. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *Sustainable Management of Construction and Demolition Materials*. 2017. Disponível em: <<https://www.epa.gov/smm/sustainable-management-construction-and-demolition-materials#America>>. Acesso em: 20 out. 2017.