

Gestão dos resíduos da construção civil: estudo de caso no município de Macaé, RJ

Management of construction waste: a case study in the municipality of Macaé, RJ

Caroline Ramos Medeiros*
José Augusto Ferreira da Silva**

Resumo

A construção civil tem lugar de destaque na economia brasileira, contudo também pode representar sérios impactos ambientais na geração e disposição inadequada dos resíduos da construção civil (RCC). Buscou-se com a pesquisa avaliar as iniciativas da gestão pública dos RCCs no município de Macaé, RJ. Baseou-se nos métodos empírico-fenomenológico, com descrições individuais e conexões causais obtidas dos atores envolvidos, revisões literárias e documentais, além de entrevistas qualificadas (informantes-chave) com gestores e especialistas deste município. Os resultados preliminares permitiram fazer uma avaliação da situação atual da gestão do tema, dos instrumentos legais, do licenciamento ambiental e descartes irregulares dos RCCs.

Palavras-chave: Resíduos da construção civil. Impactos ambientais. Gestão.

Abstract

The building industry has occupied a prominent place in the Brazilian economy. However it may represent serious environmental impacts in the generation and improper disposal of waste from construction and demolition (C&D). The research aimed at evaluating the initiatives of public management of C&D in the county of Macaé, RJ. It was based on the empirical-phenomenological methods, with individual descriptions and causal connections obtained from stakeholders, literature and documentary reviews, as well as qualified interviews (key informants) with local managers and specialists. Preliminary results have allowed for an assessment of the current situation of management, legal instruments, environmental licensing, and irregular disposal of C&D.

Key words: Construction and demolition waste. Environmental impacts. Management.

1 Introdução

Em 2014, pesquisas realizadas pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e o Ministério

* Graduada em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Pós-graduada em Engenharia Ambiental *lato sensu* pela Universidade Castelo Branco (UCB). Mestranda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense). Analista Ambiental/Bióloga na Prefeitura Municipal de Macaé, Macaé/RJ - Brasil. E-mail: carol_rmedeiros@hotmail.com.

** Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), *campus* Macaé, Macaé (RJ) - Brasil. E-mail: jasilva@ifff.edu.br.

do Meio Ambiente (MMA) mostram que a construção civil tem muito a avançar em relação à sustentabilidade. No levantamento entre os agentes do setor, entre as demandas apontadas, destaca-se a falta de incentivo para a escolha correta de materiais, para a reciclagem, valorização dos resíduos e capacitação profissional (CBCS, 2014).

A construção civil vive atualmente uma grande expansão representando um dos principais setores da economia brasileira. Fatores como o aumento do poder aquisitivo da população, incentivos do governo federal e realização de grandes obras de infraestrutura contribuem para esse cenário. Entretanto, o aumento da geração de resíduos, mão de obra desqualificada e o *layout* inadequado dos canteiros de obras causam desperdícios de materiais e energia. Outro agravante é o descarte irregular desses resíduos em terrenos baldios, à margem de cursos d'água e outros locais (ALVES; DREUX, 2015; SILVA, 2014; LEITE; NETO, 2014).

Essas ações podem causar a contaminação do solo e dos recursos hídricos, inclusive das águas subterrâneas. Há também a possibilidade do comprometimento da drenagem urbana devido ao carregamento dos resíduos ocasionando a obstrução desses sistemas, aumentando os riscos de enchentes, proliferação de vetores e doenças. Com isso, tais problemas são capazes de gerar perdas sociais, econômicas e ambientais (FERREIRA; ANJOS, 2001).

O descarte irregular de resíduos da construção civil (RCC) representa graves impactos para muitas cidades brasileiras, pois constituem cerca de 50% a 70% do total dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados. Tal situação gera gastos para o poder público devido ao transporte e à necessidade da disposição final ambientalmente adequada, enquanto tais ações são de responsabilidade dos geradores. As políticas públicas, legislações, normas técnicas e demais instrumentos relacionados ao tema passaram a surgir no Brasil a partir do ano de 2002 (MMA, 2014).

O número de usinas de reciclagem de RCC aumentou no Brasil após a criação da Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), sendo que 45% das usinas nacionais pertencem ao setor privado. Quando administradas pelo poder público, ocorre uma série de dificuldades interferindo na continuidade da produção e na qualidade dos produtos gerados (MIRANDA et al., 2009). No Brasil, os primeiros estudos com relação à perda de materiais na construção civil foram realizados por Pinto, em 1989 (SOUZA et al., 2004).

Segundo o Diagnóstico do Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos realizado em 2013 pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), constatou-se que a região Sudeste possui o maior número de áreas de reciclagem e aterros de RCC. Nessa região são 17 áreas de reciclagem em um total de 26 no Brasil, e 26 aterros em um total de 42.

De acordo com dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2013), realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2013 houve um aumento superior a 4,6% na quantidade de RCC coletados, em relação ao ano anterior. Naquele ano, 117.435 t/dia foram coletadas em todo o Brasil, sendo observada no Sudeste a maior produção, correspondente a 61.487 t/dia. O diagnóstico do SNIS para o mesmo ano aponta que, nessa região, 1.075.809 t foram destinadas a aterros de RCC, 1.000.238 t a áreas de reciclagem e 161.577 t para áreas de transbordo e triagem.

A reciclagem dos RCCs pode proporcionar benefícios como: a redução da exploração

dos recursos naturais; amenização dos impactos ambientais; aumento da vida útil de aterros; geração de emprego, renda e inclusão social pelo beneficiamento e valorização dos resíduos (SINDUSCON, 2012). Estratégias de gestão eficientes para esses resíduos são imprescindíveis para a redução da geração ou a reincorporação na cadeia produtiva mediante o reaproveitamento e a reciclagem, tanto em grandes como em pequenas cidades.

Até a década de 70, o município de Macaé, localizado na região norte do Estado do Rio de Janeiro, tinha uma economia basicamente representada pela agroindústria açucareira, o comércio de malhas, a pesca artesanal, a pecuária leiteira e o turismo. Atualmente, o município é conhecido como a “Capital Nacional do Petróleo” sendo a Bacia de Campos responsável por 80% da produção de petróleo e 47% da produção de gás natural do país (PREFEITURA DE MACAÉ, 2015). De acordo com a Prefeitura Municipal, a economia cresceu 600% em 10 anos e a população duplicou no período de 1991 a 2000 (IBGE, 2015).

O crescimento econômico desse município nos últimos anos contribuiu, entre outros aspectos, para o aumento populacional e o desenvolvimento do mercado imobiliário, sendo este último fortemente relacionado ao incremento da geração de resíduos. Diante desse cenário, o município sofreu com diversos problemas de ocupação desordenada levando ao estabelecimento de comunidades em locais sem infraestrutura adequada como abastecimento de água potável, coleta e tratamento de efluentes, além da gestão dos resíduos.

Freesz (2010), em estudos sobre a disposição final dos RSU em Macaé, constatou a inexistência da coleta seletiva e programas de educação ambiental que visem à redução, reúso, reciclagem e recuperação de áreas degradadas pelos resíduos.

Lima (2013) identificou as principais áreas de deposição irregular de RCC em Macaé, sendo elas: “Babal” (nome popular para uma região no bairro Virgem Santa), BR-101, Parque Aeroporto, Aeroporto Infraero, Águas Maravilhosas, Bairro da Glória e Morada das Garças. Em 98% dos lotes de RCC analisados havia materiais indesejáveis ou contaminantes. Em 55%, materiais orgânicos leves e, em 27 %, misturas de solo. Os contaminantes mais restritivos para a reciclagem foram os resíduos de gesso e amianto.

De acordo com informações da Secretaria Municipal de Ambiente (SEMA) de Macaé, a empresa gerenciadora de resíduos contratada pela Prefeitura obteve a Licença Municipal de Instalação (LMI) referente à implantação de uma Unidade de Recebimento e Tratamento de RCC no final de 2011. Entretanto, ainda se observa o descarte ilegal desses resíduos em vários pontos da cidade.

Sendo assim, quais são as estratégias de gestão dos RCCs em Macaé? Acredita-se que o município carece de políticas públicas para coibir o descarte irregular, incentivar a disposição final ambientalmente adequada e as práticas de redução, reaproveitamento e reciclagem. Assim, buscou-se com esta pesquisa fazer uma avaliação do cenário atual e perspectivas futuras para a gestão dos RCCs em Macaé-RJ.

2 Revisão de literatura

2.1 Perdas de materiais e geração de resíduos

Em estudos sobre a metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana, Pinto (1999) identificou, nos municípios estudados, que a origem desses resíduos ocorre principalmente nas obras de reformas, construções novas e limpeza de terrenos.

Em uma construção, o planejamento do canteiro de obras é capaz de influenciar na produtividade da utilização dos recursos em função da sua organização e arranjo físico, estando assim relacionado com a geração de resíduos. Ferreira e Franco (1998) apontam que o projeto da estrutura dos canteiros de obras é parte integrante do processo de construção, no qual há a definição do tamanho, forma e localização das áreas de trabalho fixas ou temporárias e das vias de circulação. No Quadro 1 estão listadas as possíveis causas e origens de alguns tipos de resíduos nas obras.

Forma de manifestação	Momento de incidência	Causas	Origem
Blocos quebrados durante o recebimento	Recebimento	Utilização de procedimentos inadequados	Falta de procedimentos (Planejamento ou Produção)
		Blocos de má qualidade	Aquisição pelo menor preço (Aquisição)
Blocos quebrados na estocagem	Estocagem	Falta de local adequado para a sua estocagem ou estocagem em local sujeito a choques com equipamentos	Não definição de projeto de canteiros (Planejamento)
		Blocos de má qualidade	Aquisição pelo menor preço (Aquisição)
Blocos quebrados no trajeto estoque- aplicação	Transporte	Equipamento inadequado de transporte	Falta de projeto do processo ou não aquisição dos equipamentos previstos nos procedimentos de produção (Planejamento ou Aquisição)
Blocos quebrados na central de produção de blocos para colocação de caixas de eletricidade	Processamento intermediário	Equipamento inadequado de corte	Falta de projeto do processo ou não aquisição dos equipamentos previstos nos procedimentos de produção (Planejamento ou Aquisição)
		Blocos de má qualidade	Aquisição pelo menor preço (Aquisição)
Blocos quebrados no pavimento	Processamento final	Equipamento inadequado de corte	Falta de projeto do processo ou não aquisição dos equipamentos previstos nos procedimentos de produção (Planejamento ou Aquisição)
		Necessidade de corte excessivo de blocos para adequá-los às dimensões entre pilares ou entre laje e viga	Falta de especificação dos componentes de alvenaria a serem adotados ou projeto arquitetônico precário (Projeto)
		Choques e descuido com os blocos remanescentes nos andares executados	Falta de procedimentos para quantificar e enviar apenas a quantidade necessária por andar (Planejamento)
		Blocos de má qualidade	Aquisição pelo menor preço (Aquisição)

Quadro 1 – Possibilidades de geração de resíduos de blocos em obras de alvenaria
Fonte: Souza et al. (2004)

Interessante observar no Quadro 1 a classificação dos momentos em que podem ocorrer perdas de um mesmo tipo de material e, conseqüentemente, a geração de RCC. No caso, a maior parte da geração dos resíduos estava relacionada à falta de procedimentos, equipamentos inadequados, organização, planejamento e a qualidade dos materiais utilizados nas obras. Portanto, o autor aponta a necessidade do planejamento nas obras civis, seja do arranjo físico das estruturas, materiais e equipamentos; nos treinamentos dos funcionários; dos métodos de trabalho; do orçamento e escolha de materiais; e principalmente na execução.

Para Alves et al. (2015), a valorização das etapas de projeto investindo em profissionais competentes, equipes multidisciplinares e estrutura física adequada representa alternativas para redução de desperdícios. A organização do canteiro de obras, otimizando a ocupação dos espaços e facilitando o trânsito de pessoas e materiais, é capaz de diminuir as distâncias de deslocamento reduzindo as chances de perdas. O fornecimento de condições adequadas de higiene e segurança do trabalho também são etapas fundamentais e influenciam no planejamento das ações como um todo.

2.2 Redução de desperdícios

Na busca de alternativas para minimização dos impactos gerados pelas atividades da construção civil, a limitação de perdas mostra-se como uma das primeiras etapas do processo. Os benefícios estão na utilização racional de recursos, redução de custos, resíduos e geração de produtos de melhor qualidade. Entretanto, dificuldades como as barreiras tecnológicas, a obsolescência e a vida útil limitada das edificações demandam recorrentes manutenções e reformas colaborando para a geração de resíduos (LEITE, 2001).

Como estratégia preventiva na redução de riscos para o ambiente e a saúde humana, inicia-se na década de 70 o conceito de Produção mais Limpa. O programa é aplicado aos processos, produtos e serviços proporcionando a geração de ganhos financeiros através da melhor utilização de matérias-primas, água, energia e da não geração de resíduos (RENSI; SCHENINI, 2006; MEDEIROS et al., 2007).

Araújo (2002) alcançou resultados interessantes como a redução de aproximadamente 23% dos resíduos de madeira na aplicação da produção mais limpa na construção de uma residência familiar. Apesar da resistência de alguns funcionários, o estudo possibilitou a agregação de novos conhecimentos contribuindo para a cultura da racionalidade e o paradigma da prevenção. A redução dos resíduos na fonte contribui para o aumento da competitividade das indústrias no setor devido aos benefícios ambientais e econômicos gerados. Entretanto, mesmo diante das vantagens proporcionadas, muitas empresas do ramo ainda não adotam técnicas para a produção mais limpa, conforme observado por Luz et al. (2014), na região de Campina Grande, Paraíba.

A padronização das dimensões dos materiais utilizados nas obras por meio da coordenação modular reduz o consumo desses materiais, pois é capaz de absorver os erros de tamanho do componente e da montagem evitando cortes que geram perdas. A utilização de padrões permite um ganho de escala e o intercâmbio de materiais no mercado trazendo benefícios para os consumidores (CAIXA, 2010).

Em pesquisas a respeito de inovações tecnológicas na redução de impactos ambientais da indústria de rochas ornamentais, Silva Neto e Silvestre (2013) apontam que os processos de trabalho neste campo são muito artesanais e pouco mecanizados. A perda de matéria-prima é considerável, chegando a 30% na etapa de extração e 50% no beneficiamento. Apesar de dificuldades como mão de obra qualificada, custos, articulação com as empresas e instituições de pesquisa, o estudo indicou que a utilização de tecnologias foi capaz de melhorar a qualidade, produtividade e competitividade do setor, além de contribuir com o ambiente.

2.3 Legislações e normas técnicas

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 traz pela primeira vez o termo meio ambiente, reservando o capítulo VI para tratar especificamente desse tema. No artigo 225 institui o direito de todos ao ambiente ecologicamente equilibrado sendo um dever do Poder Público e da coletividade defendê-lo e preservá-lo para a presente e futuras gerações. Entretanto, em 1981, a Lei Federal nº 6.938 já garantia a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental instituindo a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Entre os seus princípios estão as ações governamentais para garantir a manutenção do equilíbrio ecológico, a racionalização dos recursos naturais, planejamento, fiscalização, proteção dos ecossistemas, recuperação de áreas degradadas e a educação ambiental.

| 230 | Após 20 anos de tramitação no Congresso Nacional, institui-se em 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) através da Lei Federal nº 12.305 com regulamentação pelo Decreto nº 7.404/2010. Com o propósito da gestão integrada dos resíduos procura relacionar a PNMA, Política Nacional de Educação Ambiental e a Política Nacional de Saneamento Básico.

A PNRS prioriza na gestão e no gerenciamento dos resíduos sólidos a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Tal lei classifica os resíduos quanto à origem (domiciliares; limpeza urbana; resíduos sólidos urbanos; estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; serviços públicos de saneamento básico; industriais; serviços de saúde; construção civil; agrossilvopastoris; serviços de transportes; resíduos de mineração) e quanto à periculosidade (perigosos e não perigosos).

Entre os princípios da PNRS está a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, que envolve fabricantes, comerciantes, consumidores e, entre outros, os representantes do Poder Público, para a diminuição dos rejeitos e minimização dos seus impactos. Nessas ações, a política também prevê iniciativas de inclusão social, como a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

Durante o tempo de análise da PNRS, o CONAMA publicou a Resolução nº 307, de 17 de julho de 2002, a qual representou um marco regulatório para os RCCs, estabelecendo a sua classificação, além de diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão desses resíduos.

Essa Resolução proíbe a disposição dos RCCs em aterros de RSU, áreas de “bota fora”, encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei. O artigo 10 determina a

destinação desses resíduos após a triagem, sendo que os de “classe A” deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a aterro de resíduos “classe A” de reservação de material para usos futuros; os “classe B” deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados para áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; os resíduos “classe C” e “D” deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Em 2004, a Resolução CONAMA nº 348 altera a Resolução CONAMA nº 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. E, em 2011, os resíduos de gesso recebem nova classificação pela Resolução CONAMA nº 431, tornando-os passíveis de reciclagem. Recentemente, a Resolução CONAMA nº 469/2015 altera a classificação dos resíduos de embalagens vazias de tintas imobiliárias enquadrando-as na classe B, sendo assim recicláveis, devendo ser submetidas ao sistema de logística reversa, de acordo com os requisitos da PNRS.

Em anos anteriores, destaca-se a elaboração de algumas normas técnicas da ABNT que norteiam a implantação de ações práticas neste tema e a classificação dos resíduos, como a NBR 10.004/2004, NBR 9935/2011 e o conjunto das normas NBR 15112/2004 e a NBR 15116/2004 a respeito do gerenciamento, implantação de aterros, procedimentos para a reciclagem e aplicações dos agregados gerados a partir dos RCCs.

No âmbito estadual, a Lei nº 4.191/2003 estabelece a Política Estadual de Resíduos Sólidos no Rio de Janeiro com os princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final. Entre seus instrumentos prevê incentivos à certificação ambiental; ao consumo de produtos total ou parcialmente reciclados por órgãos e agentes públicos; à inserção de programas de reaproveitamento, reutilização e reciclagem em órgãos e agentes públicos.

No município do Rio de Janeiro, a Lei nº 4.969/2008 instituiu os objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para a gestão integrada de resíduos sólidos. Com relação aos RCCs, estabelece a necessidade de criação do Plano Integrado de Gerenciamento Municipal da Construção Civil pelo Poder Público, o qual disciplinará o Programa Municipal de Gerenciamento de RCCs para pequenos geradores e o Projeto de Gerenciamento de RCCs para os demais geradores.

O Decreto Municipal nº 27.078/2006 já instituía o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil na cidade do Rio de Janeiro regulamentando o uso preferencial de agregados reciclados em obras e serviços públicos e privados. O Plano define como grandes volumes de RCCs aqueles superiores a 2m³/semana e pequenos volumes aqueles até 2m³/semana, ambos para cada gerador individualmente. Nesse último caso, prevê a entrega dos RCCs em ecopontos.

O Decreto Municipal nº 33.971, de 13 de junho de 2011, tornou obrigatória a utilização de agregados reciclados, oriundos de RCCs em obras e serviços de engenharia realizados pelo município do Rio de Janeiro.

Em Macaé, a Lei nº 3.852/2012 dispõe sobre os objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PMGRS). No mesmo ano a Secretaria Municipal de Ambiente concluiu o Plano, de acordo com determinações da Política Nacional para o acesso aos recursos e incentivos da União para questões relacionadas a esse tema (MACAÉ, 2012).

Em 2011, a Lei Municipal nº 3.567/2011 já autorizava a celebração de convênio com Associações e Cooperativas constituídas por catadores de materiais recicláveis para a execução do serviço público de coleta de lixo, em acordo com o incentivo proposto pela Política Nacional. Especificamente quanto aos RCCs, em 2012, o município instituiu a Lei nº 3.743/2012, a qual dispõe sobre a coleta e distribuição de sobras de materiais de construção à população carente de Macaé.

2.4 Programas e certificações

Em paralelo com as regulamentações legais nas esferas federal, estaduais e municipais, destaca-se o papel dos programas de etiquetagem e certificação no estímulo às construções sustentáveis (CBCS, 2014).

Tais iniciativas são extremamente relevantes para o processo de sensibilização da sociedade e do poder público podendo impulsionar a elaboração de instrumentos legais que reforcem o desenvolvimento considerando a capacidade do ambiente de contrabalançar os impactos das atividades humanas.

2.4.1 Casa Azul Caixa

O Selo Casa Azul representa o primeiro sistema de classificação da sustentabilidade de projetos oferecido no Brasil. Criado pela Caixa, o sistema é baseado em critérios de avaliação e tem como objetivo incentivar o uso racional de recursos naturais na construção, conscientização da sociedade, adequada gestão de resíduos, entre outros.

Os 53 critérios são divididos nas seguintes categorias: qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais. Os empreendimentos são então classificados em três níveis (ouro, prata e bronze), de acordo com a quantidade de critérios atendidos (CAIXA, 2010).

2.4.2 PROCEL Edifica

A ELETROBRAS/PROCEL criou em 2003 o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (PROCEL EDIFICA), com o intuito de promover o uso racional da energia elétrica em edificações, ampliando seus objetivos posteriormente para a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais.

O Programa atua em parceria com o Ministério de Minas e Energia, Ministério das Cidades, instituições de pesquisa e entidades reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente (PROCEL EDIFICA, 2015).

2.4.3 Qualificação Qualiverde

No município do Rio de Janeiro, a Qualificação Qualiverde foi instituída por meio do

Decreto nº 35.745, de 06 de junho de 2012. A certificação tem o objetivo de incentivar empreendimentos que contemplem ações e práticas sustentáveis destinadas à redução dos impactos ambientais.

O sistema está baseado em pontuações pelos requisitos estabelecidos nos anexos do Decreto. No total são 31 ações e práticas de sustentabilidade, entre as quais destaca-se a implantação de Sistema de Gestão de Resíduos; programa de transparência de informações, inclusive quanto à geração de resíduos e à previsão do reaproveitamento de materiais nos canteiros de obras.

A adesão ao programa é opcional e aplica-se aos projetos de edificações novas e já existentes de uso residencial, comercial, misto ou institucional, entretanto os projetos certificados garantem tramitação prioritária no licenciamento.

2.4.4 Selo BH Sustentável

A Prefeitura de Belo Horizonte regulamentou o Programa de Certificação em Sustentabilidade Ambiental, o "Selo BH SUSTENTÁVEL", através da Portaria SMMA nº 06, de 02 de maio de 2012, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Essa iniciativa de adesão voluntária aplica-se a empreendimentos públicos e privados, residenciais e comerciais e/ou industriais que contribuam com a redução do consumo de água, energia, de emissões diretas de gases de efeito estufa e para a redução/reciclagem de resíduos sólidos. Os empreendimentos são avaliados em três modalidades: ouro, prata ou bronze, de acordo com as dimensões contempladas nos projetos.

Após o cadastramento no programa, o empreendedor pode acessar o Sistema de Avaliação de Sustentabilidade Ambiental para realizar simulações que irão auxiliar no dimensionamento do consumo de recursos e geração de resíduos. O empreendimento participante do programa receberá a pontuação total diante da somatória dos resultados de cada um dos mecanismos adotados, sendo as maiores pontuações relativas à coleta seletiva de resíduos orgânicos e inorgânicos. Tais mecanismos possuem os critérios mais rigorosos, pois para obter a pontuação máxima, os responsáveis pela obra deverão garantir a reutilização de 70% do total de resíduos sólidos passíveis de reciclagem ou compostagem.

2.4.5 AQUA (Alta Qualidade Ambiental do Empreendimento)

Criado em 2008, o Processo AQUA constitui-se como uma certificação internacional da construção sustentável desenvolvida a partir da certificação francesa *Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale)*. No Brasil é aplicado pela Fundação Vanzolini que posteriormente celebrou acordo de cooperação com a CERWAY, o órgão certificador.

O sistema prima pela melhoria contínua de desempenho com foco na sustentabilidade das construções. Traz como vantagens um diferencial no mercado competitivo, economia de recursos naturais e, entre outras características, progressos na gestão de riscos e geração de resíduos (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015).

2.4.6 LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*)

O LEED é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações utilizado em 143 países. O sistema é baseado em 7 dimensões avaliadas de acordo com pré-requisitos e créditos, funcionando por meio de pontuações que têm como foco o incentivo à sustentabilidade.

Entre os benefícios econômicos dessa certificação estão a diminuição de custos, riscos, valorização e modernização do imóvel. Com relação às questões sociais, destacam-se as melhorias na capacitação profissional; conscientização, segurança e satisfação de funcionários e moradores; além do estímulo às políticas públicas para construções sustentáveis. Para o meio ambiente, os benefícios estão na diminuição do consumo dos recursos naturais; estímulo à utilização de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental; e especialmente a redução, reutilização e o tratamento dos resíduos da construção e operação (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2014).

2.4.7 *Living Building Challenge*

O sistema de certificação *Living Building Challenge* foi criado em 2006 na América do Norte e entre os requisitos observados estão o consumo de água, energia e materiais; responsabilidade industrial; economia de recursos; acesso à natureza; localização das construções; equilíbrio do *habitat* natural; mobilidade e geração de resíduos.

| 234 | Com relação a esse último critério, a equipe de trabalho deve reduzir ou eliminar os resíduos durante as etapas de projeto, construção e operação através de um plano de gestão da conservação de materiais. Sempre que possível devem reintegrar os resíduos aos processos industriais ou ciclo natural de nutrientes.

Dessa forma, todos os projetos devem possuir uma infraestrutura para a coleta de materiais recicláveis e passíveis de compostagem. Para isso, ocorre uma auditoria preliminar do materiais para planejar as estratégias para redução de desperdícios (INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2014).

Nos cenários internacional e nacional, existem inúmeras iniciativas que visam estimular o desenvolvimento sustentável das construções, com foco na redução da utilização de recursos e geração de resíduos, possibilitando melhorias nos processos com vistas à minimização dos impactos ambientais. As certificações e os programas relatados, mesmo que opcionais, têm o potencial de gerar resultados de maiores proporções quando alinhados com políticas de incentivo de adesão.

2.5 Reutilização e reciclagem dos RCCs

Ao longo da história alguns registros pontuais mostram iniciativas de reciclagem dos RCCs, entretanto sem o atual viés ambiental. Em 1920, relata-se o aproveitamento de rejeitos em construções na Holanda. Em alguns países da Europa, os escombros das construções

destruídas na Segunda Guerra Mundial foram utilizados na produção de concreto e asfalto. Na Alemanha, 12 milhões de metros cúbicos de agregados foram utilizados na fabricação de concreto e, nas décadas de 50 a 70, o asfalto velho foi reutilizado para produção de novas camadas de pavimento. Atualmente, alguns dos importantes centros de pesquisas estão localizados na China, Malásia, Austrália e Grécia (NAGALLI, 2014).

Na Holanda, desde 1997, é proibido o descarte de RCCs em aterros, sendo assim, o encaminhamento desses resíduos para a reciclagem é obrigatório. Em alguns países da Europa, nos EUA e no Japão os geradores de pequenos ou grandes volumes são responsáveis pelos custos da destinação ou disposição final desses resíduos. Em Portugal e na Espanha o descarte é realizado em aterros públicos ou privados (LIMA, 2013).

Considerando os custos associados à exploração dos recursos naturais e as consequências em relação à poluição gerada a partir da produção primária, os processos de reciclagem são imprescindíveis na cadeia produtiva. Nessa vertente surge o conceito de “mineração urbana” que visa à reutilização sistemática de materiais gerados pelos homens nas áreas urbanas. Alguns autores utilizam o termo para tratar da exploração de recursos provenientes de aterros ou mesmo em relação aos sistemas tradicionais de reciclagem de resíduos. Grandes centros urbanos incorporam quantidades significativas de materiais que representam potencial de recursos para reutilização na forma de matérias-primas. O processo de mineração urbana necessita de informações completas, como características físico-químicas das substâncias a serem exploradas, o que irá influenciar nos processos de recuperação de forma eficaz. A abordagem é ainda mais abrangente incluindo a energia contida nos processos. Outras pesquisas são necessárias para identificar se os principais potenciais para recuperação estão no estoque urbano, nos aterros de resíduos ou nos rejeitos e resíduos da mineração (BRUNNER, 2011).

O beneficiamento dos RCCs pode ocorrer em plantas fixas, semimóveis e móveis. As primeiras apresentam como vantagens a melhor qualidade dos produtos gerados e a possibilidade de utilização de equipamentos mais potentes como alimentador vibratório, britador mandíbula ou de impacto, peneira vibratória, ímã permanente, transportador de correia móvel e fixo. As plantas semimóveis são indicadas para obras como a construção de barragens e rodovias, sendo possível a montagem e desmontagem sobre uma estrutura metálica. As plantas móveis são mais flexíveis, pois não requerem a realização de obras de instalação ou então a montagem e desmontagem (CORRÊA et al., 2009).

Produto	Características	Uso recomendado
Areia reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação
Pedrisco reciclado	Material com dimensão máxima característica de 6,3mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros
Brita reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 39mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens
Bica corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63mm (ou a critério do cliente)	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem

Quadro 2 - Usos recomendados para agregados reciclados

Fonte: Adaptado de ABRECON (2015)

Estudos identificaram que a densidade e a resistência à compressão nas misturas de concreto diminuiram à medida que a proporção dos agregados reciclados aumentou. Outra característica é que a durabilidade desses materiais depende da sua permeabilidade, a qual foi maior nas misturas que continham os agregados (ZONG et al., 2014). Por isso a importância da realização de ensaios técnicos de acordo com as instruções normativas para avaliar a aplicabilidade de cada produto gerado.

2.5.1 Estudos de caso

Mota (2014) identificou que as empresas de construção civil em Manaus promovem o gerenciamento dos RCCs, pois essa é uma exigência para obtenção de licenças ambientais; entretanto, a maioria do material é destinada a aterro sanitário (para a cobertura de outros resíduos) ou a locais clandestinos. O estado do Amazonas não possui uma usina de reciclagem e tratamento de RCCs, logo, algumas empresas adotam a reutilização e a reciclagem para diminuição dos impactos ambientais e dos custos. Entre as iniciativas estão o encaminhamento de resíduos como sucatas, devolução das sobras de gesso para empresas que trabalham com esse material, destinação de madeiras para olarias e a trituração de sobras de demolições para reutilização como agregados.

Melo et al. (2013) encontraram fatores críticos em relação aos projetos de implantação, procedimentos operacionais, matéria-prima e produção de agregados reciclados em quatro usinas de reciclagem localizadas nas cidades de Fortaleza, João Pessoa, Petrolina e São Luís até o ano de 2010. Apesar das usinas possuírem as devidas licenças ambientais, foram encontrados problemas no controle de emissão de particulados; na recepção, triagem, controle/pesagem e registro dos

resíduos; nas vias de acesso; na localização; na cerca vegetal e na preservação de corpos hídricos. Além da carência de equipamentos, treinamento dos funcionários, controle de contaminações e padronização da terminologia do agregado reciclado. Dessa forma, os produtos gerados possuem aplicações pouco nobres, como em obras de aterro, pavimentação, paisagismo ou aterros sanitários.

Piovezan Júnior (2007) identificou problemas na gestão dos RCCs no município de Santa Maria no Rio Grande do Sul. Apesar de existir um sistema de transporte, há deficiências de infraestrutura como um local adequado para a disposição final ambientalmente adequada, além da falta de conscientização dos geradores. Com uma população urbana de 242.000 habitantes estimou-se uma geração *per capita* de 0,52 kg/hab.dia ou 189 kg/hab.ano, valores abaixo do encontrado na literatura, possivelmente pelo estudo considerar o transporte realizado apenas por empresas legalizadas.

Segundo Silva e Brito (2006), em Belo Horizonte, cerca de 42% do total de RSU é constituído por RCCs. Desde a metade da década de 90, a prefeitura vem implementando políticas públicas e a gestão ambiental a fim de reduzir o impacto causado por esse tipo de resíduo. Através dessas iniciativas torna-se possível promover a geração de emprego, renda e inclusão social; um exemplo, é a inserção dos carroceiros no Programa de Reciclagem dos RCCs realizado pela prefeitura. Tais atores sociais atuam como agentes coletores desse tipo de resíduo, os quais posteriormente são encaminhados para a fábrica de artefatos de concreto (Ecobloco).

O referido programa tem como meta a valorização econômica dos RCCs por meio do processo de reciclagem. De acordo com informações do sítio da prefeitura, <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/>, atualmente existem duas estações de reciclagem de entulho: Pampulha e Usina BR 040, inauguradas em 1996 e 2006, respectivamente. As estações recebem os resíduos de grandes geradores através do transporte de caminhões e empresas de caçambas. Os resíduos de pequenos geradores são recebidos nas Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs) e, quando devidamente segregados, são transportados pela prefeitura para as usinas de reciclagem.

As usinas estão localizadas em terrenos públicos e, para evitar ruídos excessivos, os equipamentos como os britadores possuem revestimento com borrachas e as pás carregadeiras dispõem de silenciadores. No entorno das usinas existem pontos de aspersão de água para minimizar o lançamento de materiais particulados na atmosfera. Os resíduos recebidos devem conter no máximo 10% de materiais como papel, plástico, metais e outros. Resíduos como terra, matéria orgânica, gesso e amianto não são admitidos.

As etapas de reciclagem do material abrangem a recepção, etapa na qual são avaliados a composição e o grau de contaminação dos resíduos; britagem e posterior eliminação de partículas metálicas por um eletroímã; estocagem em pilhas e, por fim, a expedição. No ano de 2013, as usinas de reciclagem produziram 109 toneladas/dia de material britado que é utilizado em obras de pavimentação e infraestrutura (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2015).

Em 2006, a Progresso e Habitação São Carlos (PROHAB) inaugurou a Usina de Reciclagem de RCC através de um Programa de Sustentabilidade Ambiental e Social. Tal iniciativa teve como objetivo a utilização dos RCCs para a produção de agregados e diminuição dos custos de produtos produzidos na Fábrica de Artefatos de Cimento da PROHAB. O projeto ainda possui um viés social, pois a mão de obra utilizada é de reeducandos de uma

penitenciária, sendo que para cada três dias de trabalho desconta-se um dia da pena total. Outra vantagem é a viabilidade econômica; anteriormente, os custos pela administração municipal eram de US\$ 10/m³ depositados clandestinamente, enquanto os custos da reciclagem ficam em aproximadamente 25% desse valor. Com a utilização de agregados reciclados em relação aos convencionais a economia é superior a 80%. Na etapa de produção, as economias no processo podem chegar a 70 % (PREFEITURA DE SÃO CARLOS, 2015).

Manfrinato et al. (2008), em estudos sobre a viabilidade da implantação de uma usina de reciclagem de entulhos em Lençóis Paulista, identificaram a geração de 165,1 toneladas diárias, ou seja, 670 kg/hab.ano desse tipo de resíduo no município. Os RCCs eram compostos por 68% de argamassa/concreto; 21% de cerâmicos; 7% de minerais e 4% de outros materiais. Uma unidade de reciclagem com capacidade de 25 toneladas/hora mostrou-se uma alternativa extremamente viável para solucionar os problemas advindos das disposições irregulares.

Em Campos dos Goytacazes (RJ), estudos demonstraram a viabilidade econômica para a implantação de uma usina de reciclagem de RCCs, a qual possibilitaria o desenvolvimento regional e a dinamização da economia desse município (PORTO, 2011).

Torres (2013) analisou o gerenciamento de RSU em quatro municípios fluminenses localizados na área de influência direta do Complexo do Porto do Açú e verificou que Campos dos Goytacazes realiza a coleta especial de resíduos através de Pontos de Entrega Voluntária (PEV), incluindo o recebimento de RCCs. Em São Francisco de Itabapoana e em São João da Barra, os resíduos coletados são encaminhados para o aterro de Campos dos Goytacazes. Tais municípios possuem projetos em desenvolvimento para implantação de coleta seletiva. Em Quissamã, há uma usina de reciclagem de resíduos como plástico, papel, papelão e outros, sendo estes coletados a partir de PEVs; o restante dos resíduos é encaminhado para o Aterro em Santa Maria Madalena.

| 238 |

3 Método

Para a realização do estudo foi feito o reconhecimento prévio dos locais de disposição irregular de RCCs no município de Macaé.

A pesquisa está baseada em métodos empírico-fenomenológicos, com descrições individuais e conexões causais obtidas por meio de interpretações oriundas das experiências de vida dos atores envolvidos, revisões literárias e documentais, além de entrevistas qualificadas (informantes-chave) com gestores e especialistas do município de Macaé:

1. Pesquisa exploratória com revisão de referenciais bibliográficos sobre a caracterização, gestão e estudos de caso sobre os resíduos de construção civil.
2. Pesquisa documental e informações da SEMA a respeito das áreas licenciadas para recebimento e/ou beneficiamento dos RCCs no município.
3. Entrevistas qualificadas com aplicação de questionário semiestruturado para informantes-chave da Secretaria Municipal de Serviços Públicos (SEMUSP).

4. Reconhecimento preliminar dos pontos de lançamento de RCCs mediante visitas de campo.
5. Coleta de informações sobre os RCCs na empresa gerenciadora dos resíduos sólidos no município.

As entrevistas qualificadas foram feitas aos representantes da SEMUSP, antiga Secretaria Municipal de Limpeza Pública (SELIMP) responsável por planejar e executar a reciclagem de lixo e de entulhos de obras em articulação com a SEMA, entre outras atribuições, de acordo com a Lei Complementar Municipal nº 238/2015.

4 Resultados e discussão

4.1 Políticas públicas e instrumentos legais de Macaé

No município de Macaé, de acordo com os objetivos da Política Nacional que prevê a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, a Lei Municipal nº 3.567/2011 autoriza a celebração de convênio com Associações e Cooperativas constituídas por catadores desses materiais para a execução do serviço público de coleta de lixo. Para isso essas entidades devem estar legalmente instituídas e possuírem sede no município. A lei prevê ainda a possibilidade de cessão temporária de espaços ou instalações para o desenvolvimento de suas atividades.

| 239 |

Entretanto, de acordo com Certório et al., (2015) não existem cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis legalizados e em atividade no município de Macaé, há apenas uma pequena atuação de catadores autônomos informais que coletam os resíduos recicláveis gerados na fonte, como as sucatas, por exemplo.

A Lei Municipal nº 3.743, de 1 de fevereiro de 2012, dispõe sobre a coleta e distribuição de sobras de materiais de construção à população carente de Macaé. Determina que o município poderá disponibilizar área na zona urbana para armazenamento de sobras de materiais de construção e resíduos sólidos impróprios para comercialização, porém passíveis de reaproveitamento em obras.

Os materiais em questão poderão ser provenientes de obras públicas, doados por empresas ou pessoas físicas. De acordo com a lei, o Poder Público poderá ainda disponibilizar funcionários e o transporte dos materiais do local do doador até o armazenamento e, se for o caso, deste local até a população beneficiada. Os interessados em receber os resíduos deveriam realizar um cadastro na Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social, o que determinaria a ordem de prioridade das doações aos interessados. Todavia essas ações não vêm sendo implantadas.

A Lei Municipal nº 3.852/2012 prevê entre seus objetivos o estímulo à coleta de resíduos sólidos e recicláveis, o reaproveitamento dos resíduos como matérias-primas, a extinção de locais de deposição irregular, a fiscalização do gerenciamento, a redução da geração e o incentivo ao consumo sustentável.

Como um dos seus instrumentos está o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

(PGIRS) que, entre outras questões, deve prever o combate a todas as formas de desperdício, a inclusão social e estabelecer os critérios para classificação dos geradores em função do porte de geração. O documento deve fornecer instrumentos e informações suficientes para ser utilizado como uma ferramenta de apoio à gestão.

De acordo com o plano, o poder público de Macaé realiza a coleta dos RCCs dispostos em locais irregulares, responsabilizando-se pelos custos do transporte e da disposição final. O órgão responsável pela programação e coordenação desses serviços é a atual SEMUSP. Sendo que a execução das atividades de limpeza pública ocorre por meio de empresa terceirizada.

O PGIRS foi publicado em 2012 e deve ser revisado a cada dois anos, de acordo com a Lei Municipal nº 3.852/2012. Portanto, o mesmo possui diversas informações desatualizadas sobre a gestão dos resíduos sólidos em Macaé. Quanto aos RCCs, não cita sobre a estimativa de geração desses resíduos e prevê a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil ainda não existente. Mesmo diante das previsões legais apresentadas, ainda é possível constatar em diversos pontos da cidade o descarte irregular dos RCCs (Figura 1).



Figura 1 – Pontos de descarte irregular de RCCs em Macaé

Fonte: Autores, 2015

A Figura 1 indica alguns pontos de descarte ilegal de RCC em Macaé. O ponto A está localizado no centro da cidade, onde se observam restos de concreto e telhas de amianto juntamente com resíduos de poda, móveis, embalagens de alimentos, entre outros. Os pontos B, C e D são exemplos do descarte de restos de solo (classe A), resíduos de gesso (classe B) e embalagens de sacos de cimento (classe B), respectivamente. Tais pontos foram identificados no loteamento Jardim Guanabara, o qual apresenta intensa atividade de construção predominantemente de residências unifamiliares. Os pontos E e F foram verificados nas localidades Bela Vista e Morro Santa Mônica. No ponto E observam-se pilhas de resíduos de madeira (classe B) em terrenos baldios, e o ponto F é representado por um local que funciona como “bota fora”.

4.2 Licenças ambientais para recebimento e/ou beneficiamento dos RCCs no município

Em consulta à SEMA foi realizado um levantamento das licenças ambientais emitidas pelo município quanto aos aterros e áreas de gerenciamento de RCCs (Quadro 3).

Licença	Requerente	Descrição da atividade	Validade
LMI nº 156/2011	Transforma Gerenciamento de Resíduos LTDA	Regularização topográfica de uma área de 19.500,00m ² com introdução de resíduos classe A e material resultante do corte de uma área de 5.858,23m ² .	07/01/2015
LMPI nº 171/2011	Cabiúnas Incorporações e Participações LTDA	Aprovação da concepção, localização e implantação de um Centro de Triagem e Disposição de Resíduos de Construção Civil de classe A, B e C – inertes de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, em uma área total de 293.831m ² .	10/03/2013
LMPI nº 187/2011	Secretaria Municipal de Obras Públicas e Urbanismo de Macaé	Aprovação da concepção, localização e implantação de um aterro de resíduos de demolição e construção civil não perigosos – classe A – de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, em uma área total de 117.545,90m ² .	07/07/2013
LMO nº 209/2011	Cabiúnas Terraplanagem e CTRCC LTDA	Operação de um Centro de Triagem e Disposição de Resíduos de Construção Civil de classe A, B e C – inertes de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, em uma área total de 293.831m ² .	16/08/2016
LMI nº 247/2011	Construtora Zadar LTDA	Implantação de unidade de recebimento e tratamento de resíduos da construção civil e demolições (RCD), numa área de 17.558,00m ² .	13/12/2014
LMO nº 333/2012	Transforma Gerenciamento de Resíduos LTDA	Operação de atividade de gerenciamento e armazenamento temporário de resíduos classe I e classe II, num terreno com área de 1.362,64m ² .	04/05/2017
LMI nº 403/2013	Município de Macaé	Bota-fora para recepção de material caracterizado como resíduo classe II B – inertes das obras de urbanização do bairro Ajuda e Nova Esperança em uma área de 61.827,30m ² .	12/08/2016
LMO nº 611/2015	Secretaria Municipal de Obras Públicas e Urbanismo de Macaé	Operar a atividade de estocagem de resíduos de demolição e construção não perigosos – classe A, no volume de 80.000,00m ³ (oitenta mil metros cúbicos), a ser realizada em polígono de 18.247,43m ² (dezoito mil, duzentos e quarenta e sete metros quadrados e quarenta e três decímetros quadrados), inserido em área de maior extensão, com 458.821,00m ² (quatrocentos e cinquenta e oito mil, oitocentos e vinte e um metros quadrados).	18/10/2018

Quadro 3 - Licenças ambientais dos RCCs em Macaé

Fonte: Autores (2015)

De acordo com o quadro acima, quatro aterros de RCCs foram licenciados no município, sendo que, dos dois requeridos pela prefeitura, apenas um deles encontra-se com a licença em vigor.

A LMI nº 247/2011 aprovou a instalação da unidade localizada na Fazenda Sebastião dos Quarenta, s/nº, Barreto e Pindobas, no segundo distrito de Macaé. O aterro de RCCs abrange uma área de 17.558,00m² e, apesar de a empresa não ter instalado todas as edificações previstas, realizou a pré-operação da unidade de beneficiamento, conforme autorizado pela condicionante nº 27 da LMI. De acordo com representantes da empresa, o material britado é utilizado para reforço dos pavimentos dos acessos na área do aterro.

Estudos realizados por Arulrajah et al. (2014) indicaram o potencial de aplicação de agregados de concreto, tijolo moído e resíduos de rocha em pavimentos de base e sub-base. Também foram avaliadas as propriedades físicas e respostas de resistência de pavimento de asfalto recuperado, vidro fino reciclado e vidro médio reciclado, os quais precisam ser misturados com agregados de melhor qualidade ou modificados com aditivos para melhoria de suas propriedades.

O processo referente à licença de operação da unidade de beneficiamento da Construtora Zadar encontra-se em análise no Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Na área adjacente está o Aterro Sanitário de RSU que opera com base na LO N° IN018412 emitida pelo INEA em 2012 e válida até 2014, a qual se encontra em processo de renovação nesse órgão.

4.3 Estratégias de gestão dos RCCs em Macaé

De acordo com informações fornecidas pela SEMUSP, a antiga usina de beneficiamento de RCCs funcionou em Macaé durante um período de aproximadamente cinco anos, de 1995 a 2000, no bairro Novo Horizonte.

O volume diário de resíduos recebidos era equivalente a 12 caminhões, cerca de 144 t/dia, os quais eram coletados nas ruas pela Prefeitura, na época pela SEMUSP. Não havia uma triagem prévia e na maioria das vezes os RCCs chegavam à usina misturados com RSU. A triagem manual era realizada no próprio local pelos funcionários por meio do espalhamento dos resíduos no chão e a catação dos materiais passíveis de reciclagem.

A usina era equipada com um ímã para separação magnética, britador, peneira e ainda uma fábrica de blocos. O material resultante do beneficiamento era constituído basicamente por blocos e uma pequena parcela de restolho (material composto por grãos frágeis que pode conter uma parcela de solos). A produção correspondia a aproximadamente 1.800 a 2.000 blocos por dia, os quais eram posteriormente utilizados em obras da Prefeitura, como na construção e reforma de bueiros, bocas de lobo, escolas, entre outros.

Os resíduos eram recolhidos das ruas e não havia cadastramento de empresas transportadoras ou mesmo carroceiros. Apesar do grande apoio fornecido pela Prefeitura, de acordo com a SEMUSP, as maiores dificuldades desse projeto estavam na triagem e seleção do material. Na época de operação da usina não existiam leis de incentivo à reciclagem desse tipo de resíduo, apesar de ser extremamente viável economicamente.

Com relação à heterogeneidade dos RCCs, Melo et al. (2013) identificaram que o problema pode ser reduzido mediante a recusa do recebimento de material não triado; adoção de procedimento de notificações ao gerador na ocorrência de contaminações excessivas no resíduo recebido; adoção de dispositivos de controle de qualidade nas etapas dos processos; armazenagem do produto reciclado por tipologia e implantação de programas de treinamento dos funcionários, específicos para a produção do agregado reciclado.

Por volta do ano de 2000, com o adensamento populacional no bairro Novo Horizonte,

criaram as reclamações devido à inexistência de filtros ou outros controles para o material particulado emitido na atmosfera pela usina. Com isso, houve o encerramento das atividades e, atualmente, o local é utilizado para depósito de materiais da Prefeitura. Segundo informações da SEMUSP, atualmente o descarte irregular dos RCCs aumentou, e as maiores consequências, devido à extinção da usina, são a diminuição da vida útil do aterro e os maiores gastos públicos para o gerenciamento desses resíduos, os quais representam cerca de 20% do orçamento anual, o que seria em torno de 13 milhões por ano.

A partir de 2011 foi estabelecido contrato de prestação de serviços entre a Prefeitura Municipal e a empresa Limpatech Tecnologia de Limpeza LTDA para limpeza urbana, coleta e transporte de resíduos domiciliares, RCCs, industriais não perigosos e hospitalares, além da operação de usina de reciclagem de RCCs. A empresa Limpatech é proprietária do terreno onde estão localizados os aterros de RSU e de RCCs, entretanto o local encontra-se em regime de comodato com a Construtora Zadar, detentora das licenças ambientais.

Segundo informações da Prefeitura de Macaé (2015), a SEMUSP recolhe mensalmente cerca de 290 t de RSU, dos quais 190 t correspondem ao lixo doméstico, 30 t de resíduos dos serviços de saúde e 70 t de lixo das ruas e entulhos de obras. O programa “Cata Bagulho” implantado por essa Secretaria tem como objetivo recolher entulhos e outros materiais como móveis e eletrodomésticos depositados irregularmente pela população nas ruas. A empresa Zadar estima uma taxa de geração *per capita* (ano 2010) de RCCs equivalente a 0,585 kg/hab.dia no município, e a previsão para todo o ano de 2015 é de 44.080 toneladas.

5 Conclusões

O município de Macaé possui aparatos legais que versam sobre os resíduos sólidos estabelecendo doutrinas para sua gestão e gerenciamento, de acordo com os preceitos da Política Nacional. O plano municipal instituído por meio de lei prevê a diminuição da geração dos resíduos, estímulo à reciclagem e à inclusão social de catadores. Quanto aos RCCs especificamente, há a previsão de doação de materiais passíveis de serem reaproveitados para a população carente. Entretanto, mesmo diante de instrumentação legal, o que se observa é uma lacuna referente às aplicações práticas.

A estrutura já existente da unidade de tratamento e beneficiamento dos RCCs representa um grande passo para o incremento de políticas públicas. Interessante notar que, no período de funcionamento da antiga usina de reciclagem operada pelo município, não existiam leis ou outros instrumentos que exigissem o beneficiamento desses resíduos ou a utilização dos produtos reciclados em obras públicas. Pesquisas indicam que a substituição de 20% dos agregados naturais pelos reciclados não influenciam no desempenho mecânico e na fadiga das misturas de concreto (THOMAS et al., 2014).

O reaproveitamento desses resíduos traz benefícios sociais, ambientais e econômicos,

como a geração de emprego e renda, aumento da vida útil de aterros, amenização de impactos ambientais e diminuição dos gastos públicos. Não somente reciclagem, mas iniciativas para a não geração, redução, reutilização desses resíduos também precisam ser estimuladas. As tecnologias existentes no mercado e as etapas de planejamento são capazes de colaborar para o desenvolvimento de construções sustentáveis.

Apesar da legislação existente, o município não dispõe de ecopontos e não exerce as ações de inclusão social ou gestão compartilhada dos RCCs já previstas em anos anteriores. Esses resíduos são encaminhados para a unidade de beneficiamento ou para o aterro de RCCs operados pela empresa contratada pela Prefeitura, por meio dos seus próprios serviços de recolhimento e transporte prestados ao município e de outras empresas gerenciadoras.

Macaé não possui o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil estabelecido na Resolução CONAMA nº 307/2002, assim como não dispõe de instrumentos para a diferenciação entre pequenos e grandes geradores desses resíduos. Com isso, a destinação ambientalmente adequada, no caso de pequenos construtores, pode representar gastos significativos contribuindo para aumentar a prática do descarte irregular, como observado no loteamento Jardim Guanabara e na localidade Bela Vista.

Atualmente, as maiores dificuldades para a gestão de resíduos no município estão relacionadas à cultura da população. Uma fiscalização mais rígida quanto à destinação dos RCCs, além de informações e ações de sensibilização através de eventos e práticas de educação ambiental poderiam impulsionar iniciativas de reciclagem e aprimorar a aplicação das verbas públicas nesse setor. Outro caminho proposto seriam políticas públicas de estímulo à utilização de agregados ou artefatos reciclados em obras públicas, como já existente em outros municípios. Essas ações podem representar caminhos para sanear os problemas do destino inadequado dos RCCs no município de Macaé e demais municípios brasileiros.

Referências

ABRECON. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. *Aplicação: Usos recomendados para agregados reciclados*. Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/Conteudo/8/Aplicacao.aspx#>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2013*. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

ALVES, J. C.; DREUX, V. P. Resíduos da construção civil em obras novas. *Interfaces Científicas - Exatas e Tecnológicas*, Aracaju, v.1, n.1, p. 53 – 65, fev. 2015.

ARULRAJAH, A.; DISFANI, M. M.; HORPIBULSUK, S.; SUKSIRIPATTANAPONG, C.;

PRONGMANEE, N. Physical properties and shear strength responses of recycled construction and demolition materials in unbound pavement base/subbase applications. *Construction and Building Materials*, v. 58, p. 245 – 257, may 2014.

ARAÚJO, A. F. de. *A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de construção civil*. 2002. 121 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, 2004.

_____. *NBR 9935 /2011: Agregados – Terminologia*. Rio de Janeiro, 2011.

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

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

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

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

| 245 |

_____. *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.

BELO HORIZONTE. *Portaria SMMA nº 06, de 02 de maio de 2012*. Dispõe sobre o Regulamento do Programa de Certificação em Sustentabilidade Ambiental: Selo BH SUSTENTÁVEL da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Disponível em: <<http://portal6.pbh.gov.br/dom/iniciaEdicao.do?method=DetalheArtigo&pk=107970>>. Acesso em: 25 jul. 2015.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 23 jun. 2015.

_____. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em: 04 jun. 2015.

_____. Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 11 jul. 2001. Disponível em: <<https://www>>.

planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 23 jun. 2015.

_____. Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 jan. 2007*. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 23 jun. 2015.

_____. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 ago. 2010*. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 23 jun. 2015.

_____. Decreto nº 7.404, 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 dez. 2010*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 23 jun. 2015.

BRUNNER, P. H. Urban Mining: A Contribution to Reindustrializing the City. *Journal of Industrial Ecology*, v. 15, n. 3, 2011.

| 246 |

CAIXA. *Boas práticas para habitação mais sustentável*. JOHN, V. M.; PRADO, R.T.A. (Coord.). São Paulo: Páginas & Letras, Editora e Gráfica, 2010. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

CBCS. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. *Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas: Subsídios para a promoção da Construção Civil Sustentável*. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=DAE7FB57-D662-4F48-9CA6-1B3047C09318>>. Acesso em: 05 maio 2015.

CERTÓRIO, G. P.; FERREIRA, M. I. P.; MELLO, D. S.; SILVA, J. A. F. da; SANTOS, L. F. U. dos. Gestão Ambiental Pública de Resíduos Sólidos: Investigação Preliminar para Implantação de um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos no Município de Macaé – RJ. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, maio 2015, Brasília.

CONAMA. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 17 jul. 2002*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2002_307.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2015.

_____. Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. *Diário Oficial*

[da] República Federativa do Brasil, 17 ago. 2004. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2004_348.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2015.

_____. Resolução CONAMA nº 431, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução nº 307/ 2002. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 25 mai. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res4312011>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

_____. Resolução CONAMA nº 469, de 29 de julho de 2015. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 30 jul. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=714>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

CONSTRUTORA ZADAR. *Memorial Descritivo/Técnico e Anexos*, 2012.

CORRÊA, B. C.; CURSINO, D.; SILVA, G. Viabilidade de implantação de uma usina de reciclagem da construção civil na cidade de São José dos Campos/SP. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 9., 2009, Universidade do Vale do Paraíba

FERREIRA, E. de A. M.; FRANCO, L. S. Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios. *Boletim técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo*, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1998. 20 p.

| 247 |

FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. dos. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 689 - 696, 2001.

FREESZ, N. P. *Avaliação das condições da disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do Município de Macaé, Estado do Rio de Janeiro*. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Macaé, 2010.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. *O processo AQUA-HQE*. Disponível em: <http://vanzolini.org.br/conteudo-aqua.asp?cod_site=104&id_conteudo=1159>. Acesso em: 20 maio 2015.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. *Certificação LEED*, 2014. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php>>. Acesso em: 04 jul. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Dados*. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 jul. 2015.

INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE. *Living building challenges: A Visionary Path to a Regenerative Future*. Canadá, 2014.

LEITE, M. B. *Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de*

resíduos de construção e demolição. 2001. 290 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LEITE, J. C. P. S.; NETO, M. T. R. Meio ambiente e os embates da construção civil. *Construindo*, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, jul - dez., 2014.

LIMA, F. M. da R. de S. *A formação da mineração urbana no Brasil: reciclagem de RCD e a produção de agregados*. 2013. 178 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

LUZ, J. R. de M.; CAVALCANTE, P. R. N.; CARVALHO, J. R. M. de. Estratégias de qualidade ambiental e de produção mais limpa no setor de construção civil. *Revista Ambiente Contábil*, Natal, Rio Grande do Norte, v. 6. n. 2, p. 18 – 35, jul. - dez. 2014.

MACAÉ. Lei Municipal nº 3.567, de 05 de julho de 2011. Autoriza a celebração de convênio com Associações e Cooperativas constituídas por catadores de materiais recicláveis para a execução do serviço público de coleta de lixo. *Diário da Costa do Sol, Macaé, RJ, 06 jul. 2011*.

_____. Lei Municipal nº 3.743, de 01 de fevereiro de 2012. Dispõe sobre a coleta e distribuição de sobras de material de construção a população carente no município de Macaé e dá outras providências. *Diário da Costa do Sol, Macaé, RJ, 03 fev. 2012*.

_____. Lei Municipal nº 3.852, de 20 de agosto de 2012. Dispõe sobre objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos no município de Macaé e dá outras providências. *Diário da Costa do Sol, Macaé, RJ, 21 ago. 2012*.

_____. Prefeitura Municipal de Macaé. *Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos (PMGRS)*. 2012.

MANFRINATO, J. W. de S.; ESGUÍCERO, F. J.; MARTINS; B. L. Implementação de usina para reciclagem de Resíduos da Construção Civil (RCC) como ação para o desenvolvimento sustentável - estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: A INTEGRAÇÃO DE CADEIAS PRODUTIVAS COM A ABORDAGEM DA MANUFATURA SUSTENTÁVEL, 28., 2008, Rio de Janeiro.

MEDEIROS, D. D. de; CALÁBRIA, F. A.; SILVA, G. C. S. da; SILVA FILHO, J. C. G. da. Aplicação da Produção mais Limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. *Produção*, v. 17, n. 1, p. 109 -128, jan. - abr. 2007.

MELO, A. V. S.; FERREIRA, E. de A. M.; COSTA, D. B. Fatores críticos para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de RCC da região nordeste do Brasil. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 99-115, jul. \ set. 2013.

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

MMA. Manual do Ministério do Meio Ambiente. *Áreas de manejo de resíduos da construção civil e resíduos volumosos – orientações para o seu licenciamento e aplicação da Resolução CONAMA nº*

307/2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/orientacao_licenciamento.pdf>. Acesso em: 22 set. 2014.

MOTA, J. *A destinação dos resíduos sólidos da construção civil em Manaus: do canteiro de obras ao destino final*. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Processos Construtivos e Saneamento Urbano) - Instituto de Tecnologia Mestrado Profissional e Processos Construtivos e Saneamento Urbano da Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2014.

NAGALLI, A. *Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil*. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

PIOVEZAN JÚNIOR, G. T. A. *Avaliação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados no município de Santa Maria*. 2007. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.

PINTO, T. de P. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. 1999. 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PORTO, M. E. H. de C. *Estudo de viabilidade de implantação de uma Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição no Município de Campos dos Goytacazes - RJ*. 2011. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2011.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. *Programa de Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil*, 2012. Disponível em: <<http://www.portalpbh.pbh.gov.br/>>. Acesso em: 29 maio 2015.

| 249 |

PREFEITURA DE MACAÉ. *Dados*. Disponível em: <<http://www.macaerj.gov.br/conteudo/leitura/titulo/dados>>. Acesso em: 12 jul. 2015.

_____. Secretaria Municipal de Serviços Públicos. Disponível em: <<http://www.macaerj.gov.br/servicospublicos>>. Acesso em: 22 maio 2015.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. *Política de Resíduos Sólidos*. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/exibeconteudo?id=4258925>>. Acesso em: 22 set. 2014.

PREFEITURA DE SÃO CARLOS. *Progresso e Habitação São Carlos (PROHAB) - Usina de Reciclagem*. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/usina-de-reciclagem.html>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

PROCEL EDIFICA. Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações. *Eficiência Energética nas Edificações*. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMIDC46E0FFDBD124A0197D2587926254722LUMISADMIN1PTBRIE.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei nº 4.191, de 30 de setembro de 2003. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. *Diário Oficial, Rio de Janeiro, RJ, 02 out. 2003*. Disponível

em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/b24a2da5a077847c032564f4005d4bf2/cf0ea9e43f8af64e83256db300647e83>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

RIO DE JANEIRO (Município). Decreto Municipal n.º 27.078, de 27 de setembro de 2006. Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e dá outras providências. *Diário Oficial, Rio de Janeiro, RJ, 28 set. 2006*. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/exibeconteudo?id=4258925>> . Acesso em: 20 jun. 2015.

_____. Lei n.º 4.969, de 03 de dezembro de 2008. Dispõe sobre objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para a gestão integrada de resíduos sólidos no Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. *Diário Oficial, Rio de Janeiro, RJ, 23 dez. 2008*. Disponível em: <<http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/f25edae7e64db53b032564fe005262ef/7553253433e5130c032576ac00727adc>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

_____. Decreto Municipal n.º 33.971, de 13 de junho de 2011. Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduos da construção civil - RCC em obras e serviços de engenharia realizados pelo Município do Rio de Janeiro, dá outras providências e revoga os arts. 35 e 36 do Decreto n.º 27.078, de 27.09.2006. *Diário Oficial, Rio de Janeiro, RJ, 14 jun. 2011*. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3372233/DLFE-262100.pdf/DECRETOMUNICIPALN3.3..9.7.1.DE1.3.DEJUNHODE2.0.1.1..pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

_____. Decreto n.º 35.745, de 06 de junho de 2012. Cria a qualificação QUALIVERDE e estabelece critérios para sua obtenção. *Diário Oficial, Rio de Janeiro, RJ, 2012*. Disponível em: <<http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafácil/Arquivos/PDF/D35745M.PDF>>. Acesso em: 22 jul. 2015.

| 250 | RENSI, F.; SCHENINI, P. C. Produção mais Limpa. *Revista de Ciências da Administração*, Santa Catarina, v. 8, n. 16, p. 1-25, jul.\dez. 2006.

SELO BH SUSTENTÁVEL. *Certificação em Sustentabilidade Ambiental em Belo Horizonte*. Disponível em: <<http://cesa.pbh.gov.br/scsae/index.smma;jsessionid=0C71357B880BE1C6C4E76C2DCF1E4733.cesa2#>>. Acesso em: 30 jul. 2015.

SILVA, P. J.; BRITO, M. J. de. Práticas de gestão de resíduos da construção civil: uma análise da inclusão social de carroceiros e cidadãos desempregados. *Gestão & Produção*, v. 13, n. 3, p. 545 - 556, set.\ dez., 2006.

SILVA NETO, R.; SILVESTRE, B. dos S. Inovação tecnológica como agente de redução de impactos ambientais da indústria de rochas ornamentais no estado do Rio de Janeiro. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 235-252, jul./set. 2013.

SILVA, A. S. da; BARBOSA, D. S.; SACRAMENTO, I. G.; JESUS, T. J. M. de ; MACEDO FILHO, M. D. Gestão dos resíduos sólidos gerados pelo setor da construção civil (construtoras) em Aracaju. *Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas Unit*, Aracaju, v. 2, n.1, p. 137 - 144, mar. 2014.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento. *Diagnóstico do Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos realizado em 2013*. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRerterterTERTer=106>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

SOUZA, U. E. L. de; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V.; ANDRADE, A. C. de. Diagnóstico e

combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, 2004.

THOMAS, C.; SOSA, I.; SETIÉN, J.; POLANCO, J. A.; CIMENTADA, A. I. Evaluation of the fatigue behavior of recycled aggregate concrete. *Journal of Cleaner Production*, v. 65, p. 397 - 405, 2014.

TORRES, R. de S. G. *Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos nos municípios localizados na área de influência direta do Complexo do Porto do Açu: Diagnóstico e Propostas*. 2013. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2013.

ZONG, L.; FEI, Z.; ZHANG, S. Permeability of recycled aggregate concrete containing fly ash and clay brick waste. *Journal of Cleaner Production*, v. 70, p. 175 - 182, 2014.