

ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM OBRAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Henrique M. Barbosa, Antônio S. Freire, Peterson R. Marques e White J. Santos*

Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, 25.685-070, RJ, Brasil

Palavras-chave: Gerenciamento de Resíduos, Resíduos de Construção Civil, Plano de Gerenciamento de Resíduos, Canteiro de Obras.

Resumo. O desenvolvimento urbano associado ao da indústria da construção civil tem gerado uma grande quantidade de resíduos de construção e demolição, atrelada ao crescimento populacional, ao contínuo aumento das construções de edificações e infraestruturas. Diante disto, faz-se necessário um adequado gerenciamento de resíduos da construção civil (RCC) no canteiro de obras, buscando-se: diminuição de custos, reutilização e reciclagem, melhora na imagem da empresa e, melhoria da produtividade e qualidade do produto. Este artigo objetivou avaliar o gerenciamento de resíduos de construção nas obras de responsabilidade da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) a fim de levantar quais técnicas de gerenciamento estão presentes e sua eficiência, bem como adequação dos canteiros aos requisitos legais no que tange ao gerenciamento de RCC. Para isso, foram aplicados questionários com perguntas qualitativas e quantitativas e realizou-se visitas técnicas nas obras da UFMG, buscando verificar e classificar estes empreendimentos quanto às legislações. Constataram-se divergências entre as repostas e observações realizadas, sendo que muitas vezes os gestores não queriam admitir irregularidades. Identificou-se ainda grande geração de resíduos e a maioria das obras sem planos de gerenciamentos e com descartes inadequados. Concluiu-se que a maioria das obras não fazem gerenciamento correto dos RCC e estão descumprindo diversos requisitos legais.

Endereços de e-mail: henriquemb8@gmail.com, antonio.asfreire@gmail.com, peteronmarques@gmail.com, white.santos@demc.ufmg.br*

ANALYSIS OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT IN BUILDING FROM THE FEDERAL UNIVERSITY OF MINAS GERAIS

Keywords: Waste Management, Civil Construction Waste, Waste Management Plan; Construction Site.

Abstract. The urban development associated with that of the construction industry has generated a large amount of construction and demolition waste, linked to population growth, the continuous increase in the construction of buildings and infrastructure. In view of this, it is necessary to have an adequate management of construction waste (RCC) at the construction site, seeking to: reduce costs, reuse and recycle, improve the company's image and, improve productivity and product quality. This article aimed to evaluate the management of construction waste in the construction under the responsibility of the Federal University of Minas Gerais (UFMG) in order to assess which management techniques are present and their efficiency, as well as the construction adequacy sites to legal requirements regarding management of RCC. To this end, questionnaires with qualitative and quantitative questions were applied and technical visits were made to UFMG's construction, seeking to verify and classify these projects according to the legislation. It found divergences between the answers and observations made, and many times the managers did not want to admit irregularities. There was also a large generation of waste and most of the construction without management plans and with inadequate disposal. It was concluded that the majority of the works do not manage the RCC correctly and are not complying with several legal requirements.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é de suma importância para a economia de qualquer país, seja aumentando o nível de desenvolvimento interno, criando postos de empregos, o que gera aumento de poder aquisitivo dos cidadãos e das receitas arrecadadas pela nação, ou impulsionando outras áreas da economia [2, 12]. Porém, esse setor que gera benefícios possui, na maioria das vezes, impacto negativo no meio ambiente [23]. Além da notória participação no consumo de grande parte dos recursos naturais e energéticos produzidos mundialmente, a construção civil destaca-se como grande produtora de resíduos, provocando, portanto, diversos impactos ambientais [22]. Aproximadamente 850 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição são gerados, por ano, pelos países membros da União Europeia (EU), correspondendo a 31 % da sua produção total de resíduos [13]. No Brasil este percentual pode chegar a 51 % do total de resíduos sólidos [3, 4]. Nesse contexto verifica-se, em escala mundial, a necessidade de aplicação de ideias e conceitos que visam o desenvolvimento sustentável e a preservação ambiental. No Brasil, a Resolução 307 do CONAMA [9] estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC. Classifica ainda os resíduos gerados nas construções e demolições, em:

- classe A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados de construção, demolição, reformas, reparos de pavimentação e edificações e de processo de fabricação ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios entre outros) produzidas no canteiro de obras;
- classe B: resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plástico, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- classe C: resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/ recuperação; e
- classe D: resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolição, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

O elevado percentual de desperdício dos materiais utilizados nas obras é um fator importante a ser observado pela indústria construtiva, pois influencia diretamente na extração de matéria prima e posteriormente na disposição final de uma grande quantidade de resíduos [20]. As técnicas atuais possibilitam um gerenciamento da construção mais eficiente, adequando as empresas em planejamento, organização, implantação, coordenação e controle de suas atividades administrativas e operacionais [6,18]. No que se refere aos canteiros de obra, existem políticas que visam minimizar os impactos causados por esses resíduos, visando à reciclagem e/ou o reuso [17]. Entretanto, são necessárias ações imperativas ainda na fonte, através do aprimoramento do uso de materiais, buscando reduzir o refugo oriundo da negligência na etapa de organização e planejamento, minimizando o desperdício e as perdas através da gestão dos materiais [21]

No que tange os resíduos, Gusmão [14] salienta que na etapa de construção, são gerados, na grande maioria, por desperdício de materiais devido à aplicação de técnicas e procedimentos rudimentares, consagrados no setor. Assim, a identificação e quantificação dos resíduos disponíveis, locais de produção e periculosidades são necessárias para sua compreensão, juntamente com os aspectos físico-químicos e propriedades, que são fundamentais para seleção de suas possíveis aplicações. Os custos associados (licenças ambientais, deposição, transportes e multas), devem ser considerados para a futura avaliação da viabilidade econômica da reciclagem que condicionará a possibilidade de uma vantagem competitiva do novo produto no mercado [17, 14]. Os benefícios de adequada gestão de resíduos da construção civil (RCC), no canteiro de obras, são vários, destacando-se: diminuição de custos, já que a ênfase da gestão é

a redução, reutilização e reciclagem de RCC; minimização da demanda por aterros sanitários, uma vez que uma menor quantidade de resíduo será destinada para estas áreas; melhora na imagem da empresa, já que esta passa a ser vista como uma companhia que preza pelo processo produtivo ambientalmente correto; melhoria da produtividade e qualidade do produto final [15].

Diante do exposto, o artigo apresenta a avaliação da conjuntura do gerenciamento de resíduos de construção, mantendo foco nas obras de responsabilidade da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Por meio dele foi possível apresentar recomendações aplicáveis ao sistema de gerenciamento de resíduos da construção civil, auxiliando as empresas e a Universidade. Conseqüentemente, ele contribuirá para o aperfeiçoamento do processo produtivo na indústria da construção civil visando o desenvolvimento sustentável e a preservação ambiental.

2 METODOLOGIA

Para definir o cenário do gerenciamento de RCC, levantaram-se os requisitos legais que as obras deveriam seguir para se ter embasamento do que deve ser verificado nas obras. Em seguida, elaborou-se três tipos de questionários. O primeiro foi aplicado aos coordenadores ou responsáveis pelas obras. O segundo foi aplicado aos funcionários. O último deles correspondeu à verificação dos dados informados, onde o aplicador realizou a compatibilização das respostas dos funcionários com a dos coordenadores, além da comparação por observação direta em checagem presencial nas obras.

Os questionários foram aplicados em oito obras visitadas, sendo seis dentro do campus, aqui referenciadas com os algarismos de 1 a 6, e duas externas, denominadas 7 e 8, também pertencentes à UFMG (Tabela 1). Avaliou-se aquelas que estavam em atividade, não sendo abrangidas, portanto, as obras inativas. O período entre a primeira aplicação e a última foi aproximadamente um mês e no final da coleta de dados contabilizou-se um montante de 24 questionários. Os dados obtidos na fase de revisão foram analisados, comparando os quantitativos com a literatura e o atendimento aos requisitos legais. Após análise, avaliou-se a eficácia e eficiência dos sistemas de gerenciamento de RCC nas obras do campus. A execução das obras é de responsabilidade de duas empresas privadas e uma fundação relacionada à universidade. Cada obra foi identificada por tipologia, de acordo com a função do prédio e etapa de obra.

Tabela 1: Caracterização das obras estudadas

Obra	Tipologia	Etapa	Área (m ²)	Número de Funcionários
1	Salas de aula	Estrutura e Acabamento	10.874	180
2	Residencial	Fundação e Vedação	8.425	104
3	Salas de aula	Montagem da segunda laje	3.388	29
4	Cultural	Acabamento (Anexos I e II)	8.140	38
5	Salas de aula e Gabinete de Professores	Acabamento e Instalações	6.012	100
6	Salas de aula e Gabinete de Professores	Acabamento	10.101	180
7	Reforma	Reforma	3.729	50
8	Laboratório	Fundação e canteiro	300	15

De posse dos dados das visitas, pode-se analisar os resultados e confeccionar índices e correlações estatísticas e comportamentais para atividades de ocorrências nas obras do campus Pampulha da UFMG. Com estes resultados e análises, pode-se estruturar diretrizes a serem seguidas por empresas e instituições em relação à maior eficiência e atendimento à

normalização no processo de gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição.

3 RESULTADOS E DISCUÇÕES

Algumas discrepâncias entre questões respondidas pela coordenação ou pelos colaboradores e dados do *check-list* foram notórias. Além disso, na maior parte das obras foi evidente a ausência de responsabilidade compartilhada pela destinação de resíduos, ou seja, quando existiu alguma preocupação em relação ao correto gerenciamento dos resíduos gerados a ideia limitou-se ao canteiro de obras.

3.1 Plano de gerenciamento de RCC

A legislação Municipal [7] atrelada à estadual [16] e à nacional [10] exigem que todas as obras em Belo Horizonte tenham o Plano de gerenciamento de resíduos, contudo das oito obras visitadas apenas a Obra 1 apresentava Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). Entretanto, o mesmo não foi disponibilizado por não haver uma cópia disponível *in loco*. A elaboração do plano foi feita por uma empresa terceirizada, responsável também pela fiscalização e pelo gerenciamento dos resíduos em todas as etapas da construção. Para educar e conscientizar os funcionários sobre a importância da segregação dos RCC, a empresa disponibiliza treinamentos semanais, palestras, vídeos e dinâmicas de grupo.

Esta etapa de sensibilização, capacitação e treinamento dos funcionários ou colaboradores com relação ao gerenciamento de resíduos no interior da obra é de suma importância mesmo que não haja elaboração de um PGRCC. Em apenas três, das oito obras visitadas, houve este tipo de ação, dados estes comprovados pelo confronto de resposta entre coordenação e os colaboradores.

3.2 Quantificação dos resíduos gerados

Os entrevistados foram questionados a respeito da existência de quantificação dos resíduos gerados. O resultado foi positivo, já que 62 % das empresas quantificavam de alguma maneira os resíduos de construção civil (RCC) produzidos (Figura 1).

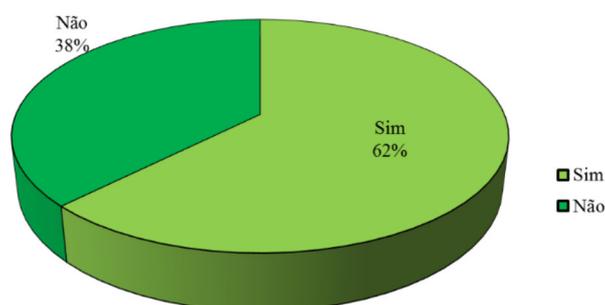


Figura 1: Total de empresas ou obras que quantificavam os RCC gerados

A importância da quantificação dos resíduos gerados se dá pela possibilidade de haver maior controle sua produção [21], servindo como banco de dados para uma possível ação concentrada que vise diminuição de alguma tipologia de resíduo que esteja sendo produzida em larga escala e que seja passível de redução. Assim, inicia-se um controle da produção de RCC visando sua redução [18, 17]. Além de auxiliar no controle da produção de RCC, a quantificação dos resíduos auxilia na segregação destes, já que é possível identificar os sítios de geração de determinada tipologia de resíduos, possibilitando a instalação de baias ou dispositivos de armazenamento temporários específicos de acordo com o volume produzido. Além disso,

equipes de limpeza e retirada de resíduos podem ser manejadas de acordo com a necessidade de transbordo dos resíduos gerados, que será determinada de acordo com sua velocidade de produção.

Embora a quantificação de resíduos auxilie na segregação destes, grande parte das empresas não utilizavam as informações de quantificação para segregar o RCC. Somente nas obras 5 e 6 foi declarado, pelo colaborador e gestor entrevistados, haver segregação e destinação correta dos RCC, existindo um responsável por fiscalizar a execução das diretrizes estabelecidas e repassadas informalmente quando da contratação dos funcionários em “Diálogos Diários de Segurança”. As demais obras não ofereceram atividades semelhantes aos funcionários.

3.3 Tipologia dos resíduos gerados

A Tabela 2 e Figura 2 apresentam os tipos de resíduos gerados em cada obra. Alguns materiais que não foram especificados nos questionários são apresentados na Tabela 2 como “outros” com detalhamento na Tabela 3.

Tabela 2: Tipos de resíduos gerados por obra

Tipos de resíduos gerados	Obra							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Terra	+	+	+	+	+	+		+
Argamassa	+	+	+	O	+	+		
Cerâmicos	+			+	+	+		
Concreto	+		+	O	+	+		
Metal	+	X		+	+	+	+	X
Madeira	+	+	+	+	+	+	+	+
Óleos	+						+	
Solventes	O			O	+	+	+	
Plástico	+	+		+	+	X	+	
Vidro				O	+	+	+	
Papel	+	+	+	O	+	+	+	
Outros	+	X		+	+	+	+	

Legenda: (+) resíduo presente na obra; () resíduo não observado;
(O) resíduos declarados pela coordenação, mas não evidenciados na obra;
e (X) resíduos evidenciados na obra, mas não declarados pela coordenação.

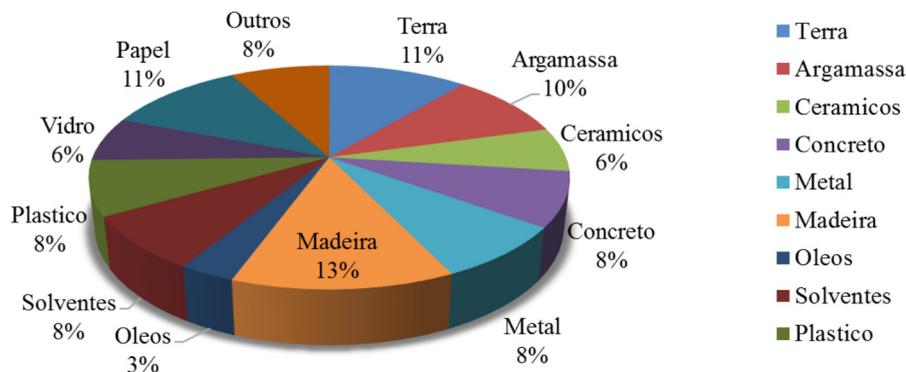


Figura 2: Resíduos gerados por obra

Tabela 3: Resíduos classificados como “outros” de acordo com a obra

Obra	Resíduos classificados como “Outros”
1	Gesso, saco de cimento, serragem
2	Impermeabilizante
3	-
4	Lama de marmorite e isopor
5	Gesso, saco de cimento
6	Gesso, saco de cimento
7	Amianto e placas de PVC
8	-

A partir das Tabelas 2 e 3 e Figura 2 comparadas com a Tabela 1 é possível verificar que a variabilidade dos RCC está relacionada diretamente com o tipo e etapa da construção [3, 6, 20]. Construções em etapas iniciais apresentam maior geração de resíduos de terra e demolições visto que o terreno deve estar adequado, tanto para instalação de um canteiro de obras como também para iniciar a execução do projeto. Grande parte das obras estavam nessas etapas, portanto foi comum a presença desse resíduo.

Construções em etapas de acabamento apresentam maior geração de resíduos classe D [9], como solventes e tintas. Na Obra 2, verificou-se a utilização de impermeabilizantes, entretanto os recipientes dos produtos não possuíam qualquer segregação dos outros materiais. Algumas latas foram utilizadas como balde ou levadas pelos colaboradores. A Obra 4 gerou telhas de amianto durante uma reforma e as reutilizou para fazer as instalações do canteiro de obras e, apesar de estar na fase de acabamento, ainda não havia começado a pintura, portanto não gerou latas de tinta. As obras 5 e 6 estavam em etapa de acabamento e pintura, gerando grande quantidade de resíduos de tinta e solvente. Todas as latas foram lavadas em um tanque especial, com canalização conectada ao esgoto químico da UFMG. Após a lavagem, as latas eram empilhadas em um local identificado. Embora segregadas, nenhuma lata foi destinada. Segundo o engenheiro responsável, estavam procurando um local para a correta destinação. A Obra 7 utilizou produtos químicos perigosos no polimento de um piso flexível de uretano. O resíduo gerado foi armazenado em recipientes plásticos e destinado para uma empresa que reutiliza esse material. Nesta obra foi declarado que as latas de tinta são encaminhadas para o ferro-velho. Assim, das obras que geram, apenas a 4 possui destinação conforme [9, 10].

3.4 Segregação e destinação dos resíduos

Percebe-se, ao analisar a Tabela 4 e a Figura 3, que, entre os resíduos gerados, há aqueles que podem ser enviados para estações de reciclagem de entulho da prefeitura, como os resíduos de argamassa, cerâmicos e concreto, há os que podem ser enviados para associações de catadores, como o papel, metal e plástico, existem os que podem ser encaminhados para reaproveitamento ou co-processamento, como a madeira e o vidro, e há os resíduos que devem ser gerenciados conforme fabricante por apresentarem maiores riscos ambientais e processo de reciclagem ou reaproveitamento mais complexo, como é o caso de óleos, solventes e outros [9].

No caso do resíduo de madeira, observou-se que todas as obras visitadas apresentam geração dessa tipologia de resíduo e todas, exceto a Obra 3 que vendem esse resíduo para indústrias que reaproveitam como fonte energética. Embora a madeira seja separada, outros resíduos classe B como papéis, papelões, metais ou vidros não são separados, com exceção da Obra 1, que envia papel para associação de catadores. Entretanto, o transporte é feito pela mesma empresa que coleta os demais resíduos, sem identificação. Assim, foi considerado que a empresa de transporte não faz análise do resíduo que coleta, mas o leva diretamente para o aterro. A destinação das madeiras de formas para queima em fornos foi considerada adequada. Essa consideração foi feita devido ao fato de não haver processos de reutilização ou reciclagem

viáveis, visto o volume de geração e baixa qualidade da madeira. Assim, a correta segregação e destinação dos resíduos Classe B ocorreu principalmente para separação da madeira e gesso.

Tabela 4: Resumo sobre segregação e destinação dos RCC nas obras

Item evidenciado	Obras							
	1	2	3	4	5	6	7	8
RCC Classe A	+	+			+	+	O	+
RCC Classe B	+				+	+	+	O
RCC Classe D	O	O	O	+	+	+	+	O
Segregação para sacos de cimento vazios	+			+	+	+	+	O
Destinação adequada para RCC Classe A		X			X		O	+
Destinação adequada para RCC Classe B	+	+			+	+	+	O
Destinação adequada para RCC Classe D	O	O	O	+				O
Destinação específica para saco de cimento	+				+	+		O

Legenda: (+) resíduo presente na obra; () resíduo não observado; (O) resíduo não gerado na obra; e (X) resíduo parcialmente reutilizado.

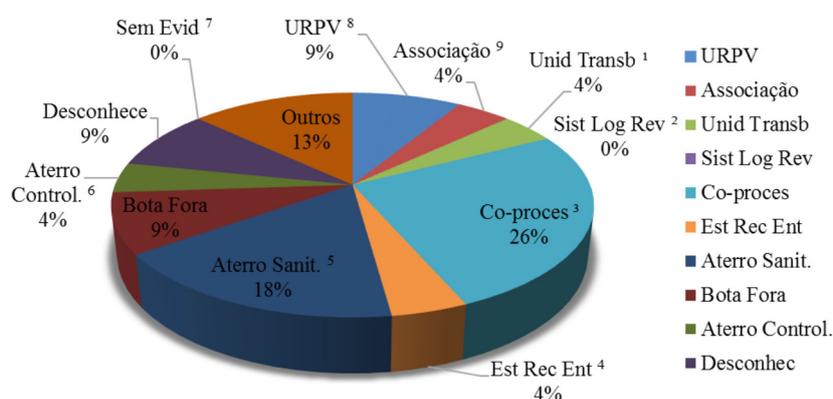


Figura 3: Destinação dos RCC

Dentre as seis obras que geram os resíduos expostos na Figura 3, três produziam rejeito de gesso. De acordo com a resolução do CONAMA 431 [11] o gesso é classificado como resíduo classe B, ou seja, resíduo reciclável para outras destinações. Diante disso, várias linhas de pesquisa estão sendo desenvolvidas a fim de investigar a viabilidade da reinserção de rejeito de gesso na cadeia produtiva sob a forma de agregado. Silva [19] avaliou a potencialidade do uso de resíduos de gesso de revestimento incorporados em formulações de massas cerâmicas. Os melhores resultados foram observados na faixa de temperatura de 850 °C a 950 °C, naquelas formulações (massa de cerâmica vermelha) que possuem argilas íliticas e medianamente plásticas em sua composição, na faixa de 0 % a 15 % de resíduo incorporado. A Associação Brasileira de Drywall [5] disponibiliza em seu site um manual que versa a respeito da coleta, armazenagem e reciclagem dos resíduos de gesso na construção civil. De acordo com esse manual, desde o final dos anos 1990, vêm sendo pesquisados métodos de reciclagem do gesso usado na construção civil. Algumas aplicações do rejeito de gesso são: indústria do cimento como retardante de pega, uso agrícola como fertilizante, corretivo de solos sódicos, condicionador de subsuperfície e condicionador de esterco e uso na indústria de transformação do gesso na fabricação de chapas de Drywall.

Na Obra 4 (Figura 4a) foi produzida lama de marmorite, esta lama é um rejeito ultrafino resultante do polimento de placas de marmorite realizado na própria obra. O polimento é realizado com politriz e necessita de água, daí a formação da lama que deve ser seca antes de

ser armazenada. Um dos rejeitos produzidos na Obra 7 são as aparas de PVC resultantes do corte de placas de PVC (Figura 4b) que estavam armazenadas na obra sob a forma de pilhas e separado de outros materiais, ou seja, havia segregação, porém, sem destinação definida [9].



Figura 4: (a) Secagem da lama de marmorite – Obra 4; e (b) armazenagem de aparas de PVC – Obra 7

Os resíduos classe A [16], quando segregados, ficavam em pilhas não identificadas com exceção da Obra 1, onde havia identificação. Apenas a Obra 8 destinava essa classe de resíduo de maneira adequada, enviando o solo para uma empresa de terraplanagem. Nas Obras 2 e 5, ocorre a reutilização de agregados, quando necessário, sendo que os demais resíduos Classe A são colocados em caçamba e destinados para o aterro. Nas demais obras, esses resíduos também são enviados para aterro, configurando destinação inadequada.

A Obra 1 destina os sacos de cimento para um Aterro Industrial, medida conservadora, mas adequada. As Obras 5 e 6 destinam para o aterro sanitário separadamente do entulho, destinação também conforme. É importante destacar que os locais de destinação irão se adequar a cada tipo de resíduo, sendo que a empresa deve ter sempre uma equipe responsável pelo controle de envio de materiais. A responsabilidade compartilhada não isenta a empresa do ônus causado pela destinação inadequada de materiais não utilizados mais na obra caso estes sejam transportados por empresas terceirizadas. Pelo contrário, a legislação impõe às empresas responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos que elas comercializam ou utilizam. As destinações marcadas como “outros” são enviadas para aterro industrial, na Obra 1, e para empresa de terraplanagem, na Obra 7, estando de acordo com a Resolução 307 [9].

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos [10] são proibidas as seguintes formas de disposição final de resíduos:

- I. Lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;
- II. Lançamento in natura a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração;
- III. Queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;
- IV. Outras formas vedadas pelo poder público.

3.5 Armazenamento dos RCCs

A maneira correta de armazenar o RCC na obra é de suma importância para que o gerenciamento de resíduos de construção civil ocorra de forma eficaz, mantendo a obra organizada e limpa, o que estimula os colaboradores a seguir as regras de separação de RCC estipuladas durante seus treinamentos iniciais [1]. Sendo assim, foi analisado como os resíduos gerados no canteiro eram armazenados, conforme dados apresentados na Figura 5.

Percebe-se uma preferência das empresas por utilizarem caçambas para armazenar os RCC gerados. O problema deste tipo de armazenamento é que na maioria das vezes o resíduo acaba sendo contaminado pela comunidade externa que joga seus resíduos sólidos dentro da caçamba

ou pelos colaboradores que misturam resíduos dentro da caçamba. Este fato pode impedir que o RCC gerado na obra possa ser destinado corretamente, uma vez que os locais que recebem cada tipo de material não aceitam material contaminado. Assim, os resíduos são enviados para aterros controlados ou bota-fora, o que não é uma forma de destinação correta.

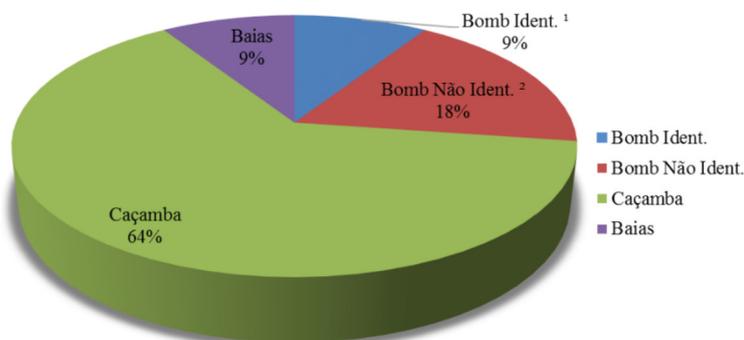


Figura 5: Armazenamento do RCC gerado. ¹ Bombona Identificada, ² Bombona não Identificada

Além de caçambas, nas obras 1 e 7 foram identificadas bombonas para armazenamento de resíduos, sendo que estavam etiquetadas de acordo com o material a ser depositado na Obra 1 e sem nenhuma identificação na Obra 7. É importante destacar, que o armazenamento temporário em bombonas é correto, porém, estas devem estar devidamente identificadas para que não ocorra contato entre as diferentes tipologias de RCC's, causando contaminação do material, o que dificulta seu tratamento ou destinação correta.

Formas de armazenamento incorreto foram identificadas durante visita às obras [9]. Esse é o caso da obra 1 (Figura 6), na qual foram identificados resíduos de madeira juntos com resíduos de aço. Na mesma obra, foi identificada outra maneira incorreta de armazenamento de RCC, porém, desta vez o resíduo era o plástico. Embora o resíduo em questão se encontrasse dentro de uma baía devidamente identificada, percebe-se que o material está contaminado com outros rejeitos. Além disso, nota-se uma mistura das várias tipologias de plásticos e isso pode dificultar o reaproveitamento ou reciclagem do material. O ideal é que não ocorresse contaminação do RCC e houvesse mais de uma baía para armazenar os resíduos de plástico, que apresentam muitas variações em relação ao tipo de material.



Figura 6: Armazenamento, na Obra 1, de (a) sobras de madeira; e de (b) plástico

3.6 Organização do canteiro de obras

A organização do canteiro de obras também é um passo importante para otimização dos trabalhos e implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil [8] e isso

foi um item verificado durante as visitas técnicas nas obras da UFMG. Em geral, as obras não apresentaram um modelo de organização ideal, apresentando materiais de construção espalhados por toda a obra (Figura 7). O problema desta maneira de armazenagem é que o material estará sujeito a intempéries que podem prejudicar seu uso futuro como material construtivo. Assim, um material que não foi utilizado ainda acaba tornando-se resíduo devido à ausência de armazenamento correto, acarretando o aumento da geração de RCC na obra. O ideal é que houvesse construção de um almoxarifado com controlador de fluxo para armazenar destes materiais.



Figura 7: Armazenamento de materiais de construção na Obra 1

Levantaram-se também quais medidas eram utilizadas nos canteiros para minimização da geração de resíduos, sendo constatado em todos os canteiros de obras visitados, com exceção da Obra 7 que não apresentou relatos:

- reutilização de sacos de cimento e caixas de papelão para cobertura do piso: dispensa a compra de outro material para esta função durante a pintura;
- aluguel de formas de metal para levantamento da estrutura: diminui quase a zero o resíduo de madeira e pregos; e
- sobras de argamassa e cimento reutilizados.

Apenas as obras 1, 3 e 4 declararam ter certificação (ISO 9001 e PBQP-H), no entanto não foram fornecidas evidências e em nenhuma obra os gestores souberam falar do período de vigência dos certificados.

3.7 Diretrizes gerais para as construtoras

Implementar um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) dentro do canteiro de obras não é um trabalho fácil. Os desafios de se ter um correto gerenciamento de RCC vão além dos problemas vividos dentro do canteiro, sendo extravasados para o que acontece com os resíduos depois que estes saem da construção. Nesse sentido, a gestão de resíduos da construção civil não envolve só construtoras como também transportadoras, associações de catadores, governo, fabricantes de produtos, dentre outros elos da cadeia. Pode-se considerar um importante passo quando as construtoras começam a se preocupar com o volume e segregação dos resíduos gerados no decorrer do processo produtivo.

Segregar os resíduos por classe dentro do canteiro de obras é um passo importante para implementação de um plano de gerenciamento de resíduos da construção civil. Porém, é importante ter consciência que o ciclo de vida dos resíduos não termina quando o mesmo sai

do canteiro de obras, sendo necessário que engenheiros e empresas busquem soluções inteligentes, como parcerias com associações de catadores, parcerias com fabricantes dos materiais utilizados, com empresas coprocessadoras, dentre outras soluções para que haja destinação dos resíduos segregados. Além disso, é necessário que as construtoras cobrem das transportadoras a destinação dos resíduos de forma segregada, sendo que cada tipo de RCC seja destinado para um local no qual este possa reutilizado ou reciclado de forma a voltar para a cadeia produtiva.

Por fim, nada menos importante que todos os outros passos, é necessário buscar soluções construtivas que gerem menor quantidade de resíduos, de forma a reduzir a produção de RCC dentro da obra. Realizar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil durante a fase de projeto da construção pode gerar vários benefícios. Além de se obter uma obra mais organizada e conseqüentemente otimizar serviços a elaboração do PGRCC pode trazer vários benefícios econômicos como por exemplo maior poder de acesso a linhas de financiamento do governo por parte das construtoras e prestadores de serviços.

Indica-se a elaboração de Programas de Gestão de Resíduos da Construção Civil, baseado em três princípios (Figura 8):

- redução da geração: através de técnicas e procedimentos mais eficientes e sustentáveis;
- segregado do resíduo na fonte de forma a permitir a melhor reutilização possível, sem elementos contaminantes e prejudiciais à qualidades dos novos produtos; e
- reaproveitamento do resíduo na própria obra, através de mini usinas de reciclagem, diminuindo o custo com transporte e destinação dos resíduos.

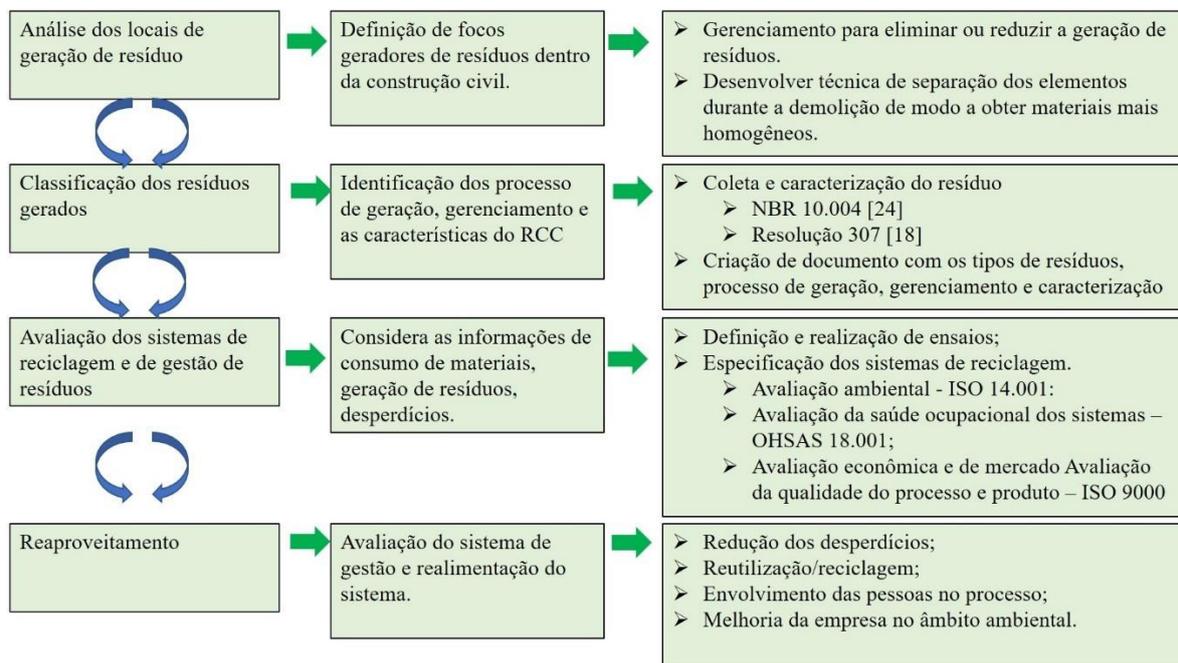


Figura 8: Diretrizes propostas para o gerenciamento de resíduos da construção civil

Acredita-se que com a implantação das medidas propostas haja maior integração da equipe e maior motivação para que o processo de gerenciamento de RCC ocorra. Além disso, as medidas propostas proporcionam uma melhor organização do canteiro de obras, gerando otimização de serviços, o que significará redução de gastos com materiais e mão de obra. É indispensável, portanto, o conhecimento técnico, científico e de mercado, além de um envolvimento multidisciplinar. A avaliação do produto desenvolvido (“material alternativo”) deve relacionar tanto o desempenho e durabilidade quanto à adequação ao uso, sendo

necessários testes e análises de critérios da engenharia, bem como da saúde pública e do meio ambiente.

4 CONCLUSÕES

O presente trabalho evidenciou que mesmo que não ocorra um correto gerenciamento de RCC nas obras da UFMG há um notório empenho por parte de algumas construtoras quanto ao processo de organização do canteiro de obras. Além disso, os colaboradores mostram-se bem dispostos a seguir os preceitos de seus gestores, colaborando para que as metas estabelecidas durante sua capacitação e início das obras sejam alcançadas.

Em todas as obras visitadas, ficou evidente os benefícios da organização do canteiro de obras como maior segurança dos trabalhadores, otimização dos serviços e um ambiente mais saudável. Tal cenário mostrou grande potencial para implantação das novas diretrizes estabelecidas pela lei para gestão dos resíduos

Espera-se que os princípios e conceitos apresentados e evidenciados neste artigo possam ajudar as demais obras a se organizarem e adquirirem uma política ambientalmente mais correta e sustentável. Estes princípios devem ser incorporados ao sistema de gerenciamento principal da empresa, como é feito com a segurança do trabalho, de modo a envolver todos os colaboradores e gestores em prol de medidas mais ecologicamente corretas e a favor de maiores benefícios para empresa, redução do consumo de matéria prima e melhor organização do canteiro, e para o meio ambiente com soluções mais sustentáveis como, reaproveitamento de resíduos e menor agressão ao meio ambiente.

Agradecimentos

Os autores agradecem às agências brasileiras de fomento: Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio prestado a este estudo.

REFERÊNCIAS

- [1] M. F. Abreu, P. D. Chernicharo, R. A. C. Inácio, S. M. Fiuza, M. L. A. Mota, M. E. C. Silva, S. I. M. Chenna e W. M. Lage. Plano para minimização dos resíduos sólidos urbanos de Belo Horizonte – Período 2000 – 2004. In *XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 2001.
- [2] A. Akhtar e A.K. Sarmah, Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective, *Journal of Cleaner Production*, 186:262–281, 2018.
- [3] S. C. Angulo, C. E. Teixeira, A, L. Castro e T. P. Nogueira. Construction and demolition waste: evaluation of quantification methods. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, 16 (3):299–306, 2011.
- [4] Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). *Pesquisa inédita e exclusiva revela cenário do mercado brasileiro de concreto*. Disponível em <<https://www.abcp.org.br/cms/imprensa/noticias/pesquisa-inedita-e-exclusiva-revela-cenario-do-mercado-brasileiro-de-concreto/>>. Acessado em setembro de 2018.
- [5] Associação Brasileira de Drywall. *Manual resíduos de gesso na construção civil: coleta, armazenagem e reciclagem*. Disponível em <<https://drywall.org.br/sustentabilidade/>>. Acessado em maio de 2020.

- [6] A. M. Barreto e L.F.M. Heineck. Aplicação da análise de envoltória de dados (DEA) na avaliação da eficácia de ações gerenciais em relação aos desperdícios em obras. In *VI Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção*. João Pessoa – PB, Brasil, 2009.
- [7] Belo Horizonte. *Lei nº 10.522, de 24 de agosto de 2012*. Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – SGRCC – e o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos –PMRCC, e dá outras providências. Belo Horizonte – MG, Brasil, Diário Oficial do Município de 28 de agosto de 2012.
- [8] R. N. Blumenschein. *Manual técnico: gestão de resíduos sólidos em canteiros de obras*. SEBRAE/DF, 2007.
- [9] Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002*. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Brasília – DF, Brasil, Diário Oficial da União de 17 de julho de 2002.
- [10] Brasil. *Lei 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. Brasília – DF, Brasil, Diário Oficial da União de 03 de agosto de 2010.
- [11] Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. *Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011*. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Brasília – DF, Brasil, Diário Oficial da União de 25 de maio de 2011.
- [12] M. Contreras, S. R. Texeira, M. C. Lucas, L.C.N. Lima, D. S. L. Cardoso, G. A. C. Silva, G. C. Gregório, A. E. Souza e A. Santos. Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (Brazil case-study), *Construction and Building Materials*, 123:594–600, 2016.
- [13] European Ready Mixed Concrete Organization – ERMCO. *Ready-mixed concrete industry statistics: year 2017*, 2018.
- [14] S. L. L. Gusmão. *A influência da customização sobre a cadeia produtiva: uma interpretação analítica*. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T5202.PDF>. Acessado em 2020.
- [15] B. Hwang e Z. B. Yeo. Perception on benefits of construction waste management in the Singapore construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 18 (4):394–406, 2011.
- [16] Minas Gerais. *Lei no 18.031, de 12 de janeiro de 2009*. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Belo Horizonte – MG, Brasil, Diário Oficial do Estado de 13 de janeiro de 2009.
- [17] L. A. Riccio, A. T. Souza, C. L. A. Silva e W. J. Santos. Análise dos efeitos de uma administração eficiente de uma edificação residencial em alvenaria com blocos de concreto. In *58 Congresso Brasileiro do Concreto*, Belo Horizonte. IBRACON, 1:1–10, 2016.
- [18] G. V. S. Rodrigues, R. B. Garcia, M. R. Schuab e W. J. Santos. Análise da produtividade e impactos em relação à utilização de blocos estruturais de concreto em uma obra da região metropolitana de Belo Horizonte. *Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis*, 10:12–27, 2016.
- [19] R. P. Silva. *Cooperação internacional na promoção do desenvolvimento sustentável por intermédio dos mecanismos comerciais e econômicos*. Dissertação de Mestrado, Programa

de Pós-graduação em Ciências Sociais, Universidade Católica de Brasília, Brasília – DF, Brasil, 2011.

- [20] G. A. Silva Neto, B. S. L. M. Costa, J. F. Dutra e W. J. Santos. Bibliographic survey about the use of ceramic waste as recycled aggregates in concrete production. *International journal of science and engineering investigations*, 8:16–21, 2019.
- [21] U. E. L. Souza, J. C. Paliari, V. Agopyan e A. C. Andrade. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de edifícios: uma abordagem progressiva. *Ambiente Construído*. 4(4):33–46, 2004.
- [22] V. W. Y. Tam, M. Soomro e A. C. J. Evangelista. A review of recycled aggregate in concrete applications (2000–2017), *Construction and Building Materials*, 172:272–292, 2018.
- [23] W. Lu e H. Yuan. Exploring critical success factors for waste management in construction projects of China. *Resources, Conservation and Recycling*, 55: 201–208, 2010.