

DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL ÀS MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE

Mariele Corrêa dos Reis (mariele_bjp@hotmail.com); José da Costa Marques Neto (joseneto@ufscar.br)

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar); Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil (PPGECiv) - Brazil

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar); Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós - Graduação em Estruturas e Construção Civil (DECiv-PPGECiv) - Brazil

Palavras chave: Resíduos de construção civil, gestão de RCC, sustentabilidade.

O progresso populacional contribuiu para a geração de resíduos sólidos, sobretudo os resíduos de construção civil (RCC), ocasionado pela ausência de políticas públicas à gestão desses, pela disposição em locais inadequados, causando passivos ambientais. A fim de estabelecer diretrizes a gestão desses, foi criada em 2002, a Resolução CONAMA nº 307, porém municípios de pequeno porte encontraram dificuldades na implantação do sistema devido a falta de recursos financeiros, de corpo técnico especializado e de fiscalização. Assim, esta pesquisa objetivou-se caracterizar o atual gerenciamento dos RCC perante a administração pública e às construtoras nos municípios de Bom Jesus da Penha, Passos e Fortaleza de Minas, para propiciar a tomada de decisões. Adotou-se metodologia de caracterização qualitativa (entrevistas e cálculo de áreas licenciadas), quantitativa (entrevista, amostra física e fotográfica), indicadores básicos e análise dos locais de descarte. Por compilação de dados, pode-se verificar a efetividade da metodologia, e constatar a predominância de resíduos classe A, propícios a reutilização e reciclagem e a semelhança no volume de tipo de resíduos gerados de uma construtora para outra, demonstrando padronização no processo construtivo. Os municípios não possuem Plano Integrado de Gerenciamento de RCC, sistema de captação de pequenos volumes (ecopontos) e nem mesmo usinas de reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

Os impactos gerados pela indústria da construção civil acabam interferindo na qualidade de vida da população, dado que esses resíduos de construção e demolição, de maneira geral, são materiais inertes que podem causar impactos ambientais, econômicos e estéticos durante todo seu ciclo de vida, principalmente caso sua disposição final não seja feita adequadamente, o que agredirá a atmosfera, o solo, o lençol freático e o ecossistema, tendo-se assim a necessidade de um gerenciamento eficiente e de limpeza urbana (LEITE e NETO, 2014).

Os resíduos de construção civil (RCC) são compostos por diversos materiais, formando um resíduo heterogêneo, composto por qualquer material constituinte de parte de um edifício ou infraestrutura, e ainda restos de materiais utilizados na obra (ALMEIDA et al, 2015). Ou seja, é todo ou qualquer resíduo oriundo das atividades de construção, reforma, demolição em obras e limpeza de terreno.

A Resolução CONAMA nº 307 de 2002 foi instituída como primeiro instrumento regulatório da gestão dos resíduos da construção civil, visando disciplinar os envolvidos com a geração dos RCC, estabelecendo a implantação por parte dos municípios, de Planos Integrados de

Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PIGRCC, Projetos de Gerenciamento por parte dos geradores de grande porte e estabelece a classificação dos RCC em quatro

classes, com a devida destinação: Classe A, reutilizar ou reciclar na forma de agregados ou encaminhar a aterros classe A de resíduos inertes, de maneira a possibilitar sua utilização futura; Classe B, reutilizar, reciclar ou encaminhar em área de armazenamento temporário, para futura reciclagem; Classe C e D devem ser armazenadas, transportadas e destinadas de acordo com normas específicas (BRASIL, 2002).

Dada à problemática do entulho gerado nos municípios mineiros, é essencial que se articulem as políticas locais de saneamento básico, com enfoque nos resíduos de construção civil, baseando-se em informações técnicas sobre as diferentes realidades locais para que os municípios gerenciem os resíduos da melhor maneira possível, tendo como exemplo instituir ecopontos, usina de reciclagem e de aterros inertes, além da implantação de consórcios intermunicipais e o controle de produção por meio de projetos de gerenciamento dos geradores (MARQUES NETO, 2009).

As maiorias dos municípios mineiros possuem menos de 20.000 habitantes, dos quais grandes parcelas de RCC não estão devidamente gerenciadas, de acordo com o que se preconiza a Resolução CONAMA n° 307 (BRASIL, 2002). Dentre as dificuldades apresentadas para a implantação dos Planos de Gerenciamento de RCC, Marques Neto (2009) ressalta a falta de recursos financeiros, a inexistência de corpo técnico especializado e, sobretudo a falta de fiscalização.

Ângulo et al. (2011) afirma que existe diversos fatores que influenciam a geração do RCC, como a situação socioeconômica do município, a presença de áreas de destinação adequadas e sobretudo o conjunto de políticas públicas de incentivo, ainda relata que entender a composição qualitativa e quantitativa dos resíduos otimizará o gerenciamento no canteiros de obras e na administração pública. A falta de dados da geração dos RCC se torna uma barreira para que se reutilize e reciclem os resíduos.

1.1. Objetivo

Esta pesquisa objetiva diagnosticar quali-quantitativamente os resíduos de construção civil e os sistemas de gestão pública em três municípios de pequeno porte: Bom Jesus da Penha, Fortaleza de Minas e Passos, para levantar o tipo de resíduo predominante e a conformidade deles quanto a Resolução CONAMA n° 307 de 2002.

2. METODOLOGIA

O estudo desenvolveu-se em 3 municípios de pequeno porte: Bom Jesus da Penha, ocupando área territorial de 208,349 km² e com 4.203 habitantes; Fortaleza de Minas ocupando área territorial de 218,792 km² e com 4.407 habitantes; e Passos ocupando área territorial de 1.338,07 km² e com 114.458 habitantes (IBGE, 2017), todos situados na região do Sudoeste de Minas Gerais.

A metodologia se dividiu em duas etapas: primeiramente o levantamento de geração dos RCC junto ao órgão responsável pela coleta e destinação final no município e a segunda a caracterização dos resíduos gerados nas três maiores construtoras atuantes.

2.1. Levantamento da Geração de RCC

Nesta etapa abordou questões como desenvolvimento econômico da cidade, os aspectos populacionais, como crescimento demográfico, os aspectos físicos e características sociais que influenciam na aceitação de mudanças perante a comunidade (MARQUES NETO, 2009).

Para o levantamento da geração dos resíduos consideramos dois parâmetros: quantificar a movimentação de cargas dos agentes coletores e o número de obras licenciadas no decorrer do ano de 2017. Sequencialmente, por meio de visitas in loco, realizou-se o diagnóstico das áreas de destinação final de RCC e a responsabilidade por gerenciá-los, dado que em município de pequeno porte, a responsabilidade pela coleta e transporte recai à administração pública. Quanto à atividade de coleta e transporte, identificou-se o volume coletado por dia, o tipo de veículo, se há uso de caçambas ou outros recipientes e a presença de carroceiros.

A geração do entulho foi determinada por dois métodos: O volume de RCC estimado por áreas construídas, empregando a metodologia de Pinto (1999); e o volume de RCC estimado em questionário pelos gestores públicos.

Pinto (1999) estima tal valor a partir das atividades construtivas licenciadas, ressaltando que tal dado referencial deve ser em períodos de tempo que permitam suprir defasagens típicas da execução de obras, ocorrências sazonais e conjuntura econômica, tendo também percebido pelo questionário a somatória de áreas licenciadas para construções novas pelo período do ano de 2017, desconsiderando os quesitos de reformas, demolições e ampliações. Os indicadores de referências se baseiam em:

- Massa estipulada para edificações executadas predominantemente por processos convencionais – 1.200 kg/m².
- Perda média de materiais nos processos construtivos, em relação à massa de materiais levados ao canteiro de obras = 25%.
- Percentual da perda de materiais, removidos como entulho durante o transcorrer da obra = 50%.

Os indicadores acima referenciam uma taxa de geração de RCC na ordem de 150 kg/m² construídos, valor pelo qual será utilizado.

$$Eg = Al * Tg \tag{1}$$

Onde:

- Eg = Estimativa de geração (t/ano);
- Al = Total de áreas licenciadas (m²/ano);
- Tg = Taxa de geração (0,15 t/m²).

Esses métodos serão aplicados nos 3 municípios, onde, por meio de média aritmética considerando o desvio padrão dos valores obtidos, tenha-se a somatória dos valores de referência, para estimar o valor global de geração de RCC.

2.2. Caracterização do Resíduos

A caracterização dos resíduos ocorreu pelo uso de três métodos: o de estimativa percentual dos volumes de resíduos de materiais de construção informados no Questionário pelas construtoras; o emprego da Metodologia Córdoba (2010), de caracterização fotográfica com algumas modificações; e a amostragem física da pilha de RCC conforme recomendações da NBR 10.007 (ABNT, 2004).

Para que não ocorram distorções na caracterização volumétrica fotográfica, Córdoba (2010) padronizou que as imagens sejam importadas ao programa AutoCAD (AUTODESK, 2017), para delimitar as áreas comuns dos diversos tipos de matérias. Para tal, define-se uma pilha de entulho a ser coletado ou caçamba, registre seu volume, e em seguida fotografe a parte superior – denominada de Base, posteriormente descarregue 50% - denominado Meio, o restante, denominado lateral 1, 2, 3 e 4, e depois espalhe. Para tal lance as imagens no AutoCAD e determine o percentual volumétrico de cada tipo de material.

A composição Volumétrica final das percentagens dos materiais dos resíduos é obtida de acordo com a média aritmética das partes da Base, Meio, os quatro Lados da pilha e Espalhado para resultar em um valor mais próximo do real. Visando ainda a prestabilidade do estudo empregou-se paralelo ao procedimento descrito a amostragem física da pilha de resíduos. O processo consiste na coleta de seis amostras de 20 litros de cada pilha de resíduo coletado, seguindo a recomendação de amostragem da NBR 10.007 (ABNT, 2004), tendo a amostragem de no mínimo três seções, estabelecendo 2 amostras de 20 litros para a base, meio e topo da pilha, totalizando uma amostra de 120 litros.

Estas amostras foram pesadas por meio da balança UR 10.000 Light Urano, em seguida efetuado a segregação por tipo de material, mediante separação manual para os de granulometria maior, e os menores como solo/areia com auxílio de uma peneira, os processos sucederam com auxílios de uma pá. Após segregado os materiais foram pesados e quantificados em tabela para estimar as porcentagens de massa e volume das amostras. A massa específica é obtida pela razão da massa total dos seis recipientes amostrados e do volume total coletado. A equação abaixo expressa o procedimento:

$$Eg = Al * Tg \quad (2)$$

Onde:

- $\rho_{\text{calculado}}$ (kg/L) = massa específica aparente calculada;
- M (kg) = massa total da amostra coletada pelos seis recipientes;
- V (L) = Volume total dos seis recipientes (120L).

3. RESULTADOS

3.1. Geração de RCC

3.1.1. Bom Jesus da Penha

Bom Jesus da Penha localiza-se no Estado de Minas Gerais, onde segundo o censo de 2010 do IBGE apresenta taxa geométrica de crescimento e o IDH é considerado alto. O município não possui nenhum tipo de Plano de Gestão de RCC, contudo alega estar elaborando e sequencialmente implantando o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Domésticos (RSD), que até o presente momento não possui. Não contém áreas licenciadas para o manejo e disposição final dos entulhos, ou infraestruturas como os ecopontos, os aterros classe A, as ATT ou reciclagem da fração dos inertes. Atualmente este montante é disposto em terreno situado ao lado da Cooperativa Coopercitrus, saída para Nova Resende. Na área de disposição não há presença de carroceiros coletando entulho ou materiais recicláveis. A responsabilidade da destinação final dos RCC no município é unicamente da prefeitura, pois não há empresas de caçamba, terraplenagem ou caminhoneiros destinados a coleta do entulho. Assim, a administração pública estruturou dois dias da semana para realizar a coleta, onde trabalham de dois a três funcionários:

- Quinta-feira: Dois funcionários, trator Ford TL com concha e carreta de 3,0m³;
- Sexta-feira: Três funcionários, caminhão basculante de 6,0 m³ e trator Ford TL com concha, quando necessário uso de retroescavadeira.

Os RCC dos canteiros de obras são dispostos em ruas e calçadas de maneira desordenada, não há separação por classes e nem mesmo cuidados quanto sua periculosidade. Quando conveniente, o proprietário solicita o serviço de coleta da prefeitura. No ano de 2017 a prefeitura licenciou 77 obras de construção, onde o registro ocorre por tipo de obras residenciais, comerciais e mistas, sendo a maioria de pequeno porte. O bairro com maior geração de RCC é o Loteamento Jardim Teles Lima, e a empresa com maior índice de geração de resíduos, a ConstrWA Ltda.

A grande porção de solo que é coletado são dispostos em pilhas separadas para ser reutilizada em compactação de obras, a porção de inertes quando possível utilizado na contenção de erosões rurais e manutenção de estradas, dado Figura 1, o emprego na regularização de aterros de valas. Segundo o gestor do meio ambiente estima-se que a geração de RCC em 2017 fora entorno de 90 m³/mês ou 108 t/mês, o que representa em média 3,66 t/dia e geração per capita próximo de 0,94 kg/hab.dia, de acordo com Pinto (1999) adotado a massa específica do RCC de 1,2 t/m³. Considerando a metodologia por áreas licenciadas de Pinto (1999), onde o município licenciou 8.371,43m² no ano de 2017, o que corresponde cerca de 1255,71 t/ano de resíduos, valores bastante próximos, que denotam êxito a informação. A composição deste volume apresenta características críticas uma vez que não ocorre distinção de classes, contudo o agente do meio ambiente estima a proporção presente em 70% classes A para concreto, argamassa e material cerâmico e 19 % para os demais tipos da classe; 4% classe B, 2% classe C e 5% classe D.



Figura 1. Uso de RCC na manutenção de estradas rurais.

A classe A é representada por duas porções por possuir percentual elevado, destacando a grande quantidade de solo e rochas que se obtém no município juntamente com parcela de vegetação uma vez que a prefeitura realiza a limpeza de terrenos quando solicitado pelo proprietário, cobrando apenas uma taxa para as despesas de óleo para quando ocorre necessidade de uso de máquinas.

Passos

Passos apresenta crescimento contínuo da taxa geométrica ao longo dos anos, o PIB referente ao ano de 2014 é de R\$ 2.104.434.000,00 e o PIB Per Capita de R\$ 18.722,39. A coleta dos RCC ocorre por empresa terceirizada, ficando a cargo das empresas de caçambas a prestação deste tipo de serviço. Há exercício dos carroceiros circulando na cidade, mas não estão presentes nas áreas de disposição final. Não possui registro do número em exercício, o que inviabiliza a organização de associações, investimentos a programas de geração de renda, ou ações de educação ambientais destinados a eles.

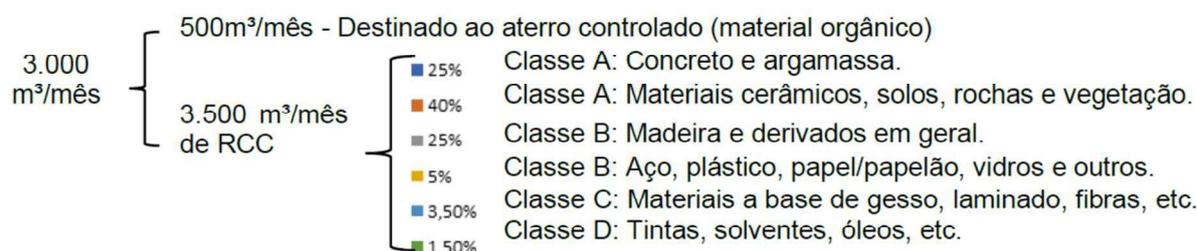
A prefeitura municipal não realiza ou consta de registros de coleta de entulho, porém, caso solicitado por famílias carentes que não possuam recursos financeiros para este fim, presta o como serviço social, observando que tal atividade ocorre esporadicamente. Não há caminhoneiros ou empresas de terraplenagem voltados a coleta dos entulhos, apenas de caçambas, que totalizam 7 empresas, onde apenas 4 estão devidamente licenciadas em todos os quesitos ambientais e legais, as demais estão a falhar em alguns aspectos.

No município as caçambas utilizadas variam no porte de 3m³ a 4m³, e sua tarifa entre R\$80,00 até R\$120,00, podendo variar de acordo com o volume recolhido. A administração pública não possui registro do volume de RCC coletado na cidade, mas segundo uma pesquisa de dados levantados pelo empresário do Disk Caçamba, empresa que demonstrou grande interesse ao assunto e pretende adquirir um britador para a reciclagem dos RCC, em novembro de 2017 o município gerou 2.500 m³/mês ou 3.000t/mês, o que representa em média 85,70 t/dia e geração per capita de 0,75 kg/hab.dia de acordo com metodologia de Pinto (1999), adotando massa específica de 1,2 t/m³.

Os resíduos de madeira são significativos no município, pois o crescimento do estilo rústico empregado nas construções e no design de interiores aumentou a proporção deste resíduo, à quantidade gerada em uma pequena marcenaria. Tal percentual pode chegar até 30% do entulho de RCC total. Segundo o secretário de obras em 2017 o departamento licenciou

1.122 obras de construção, onde o porte varia desde residências de moradia popular a pontos comerciais de luxo. Mesmo com obras de grande porte, a coleta de resíduos se faz por caçamba e a responsabilidade pela gestão dos resíduos e sua destinação final recai sobre as empresas coletoras e não sobre os proprietários.

Pela metodologia de áreas licenciadas, Passos no ano de 2017 licenciou um total de 173.987,23m², o que gera um montante de 26.098,08 t/ano de resíduos, ressaltando que tal metodologia utilizou apenas construções novas. A administração pública não possui conhecimento a respeito da origem dos RCC, não sendo possível distinguir se provêm de construções novas, reformas, ampliações ou demolições. Contudo, perante uma média geral realizada com as empresas de caçamba pode-se apurar que:



Os entulhos das obras nem sempre são dispostos em caçambas, é perceptível encontrá-los em vias e logradouros pela cidade, e mesmo os mais organizados não apresentam separação por classes como preconiza a Resolução CONAMA n° 307. A Figura 2 mostra a deposição irregular de lixo doméstico e de RCC em uma cratera situada nas intersecções das ruas Campos Gerais e Caratinga no bairro Coimbras. Tal cratera surgiu pela ação imoral das pessoas em depositar entulhos e não haver atitudes adequadas para contornar tal situação, ocasionando impactos como: assoreamento e erosão do solo, obstrução dos sistemas de drenagem, e o lançamento de esgoto por uma tubulação rompida favorecendo proliferação de vetores de doenças.



Figura 2. Cratera no bairro Cohab, com disposição de RCC e lixo doméstico.

O município não possui ecopontos, aterros classe A, ATT ou reciclagem da fração inertes dos RCC. Assim há descarte inadequado em terrenos baldios, vias e logradouros, que mesmo com sinalização de proibição há grande volume de RS e RCC devido a indivíduos negligenciarem a lei. As únicas áreas licenciadas de disposição dos RCC são das empresas de caçamba, que buscam separar o entulho de acordo com as classes, contudo ressalta dificuldades, devido recolherem-nos misturados nos canteiros de obras. Assim a separação se dá somente da porção de concreto e argamassa, matérias cerâmicos, gesso e material orgânico.

3.1.2. Fortaleza de Minas

Fortaleza de Minas, de acordo com o censo de 2010 do IBGE apresenta taxa de crescimento oscilante, onde em um ano ocorre avanço e no ano seguinte declínio. Em breve análise às legislações vigentes da administração pública, constata-se que há

inexistência de quase todos os elementos legislativos, sobretudo dos quesitos referentes à gestão dos RCC. Os resíduos sólidos são dispostos em local protegidos e apresentam acessibilidade e infraestruturas satisfatórias, o recobrimento do lixo ocorre periodicamente a cada 3 dias, contudo observa-se a presença de animais e condições não muito propícias à operacionalização (solos, liner e cobertura do lixo). Apresenta Unidade de Triagem e Compostagem regularizada, com licença ambiental de operação, onde possuem frequência de triagem, infraestrutura e frequência de caracterização quantitativa e gravimétrica do lixo realizada anualmente, exercem coleta seletiva em toda área urbana, processo de compostagem razoável e o composto orgânico produzido é doado ou utilizado em componentes públicos.

No entanto, quanto à gestão dos RCC, a prefeitura é considerada a principal responsável pela destinação final dos resíduos de construção civil (RCC). Não dispõem de empresas de terraplenagem ou caminhoneiros que se prestem este serviço. Na área de destino final de RCC ou em obras pela cidade não há carroceiros. A administração pública conta com 5 veículos para coleta e transporte dos RCC, sendo:

- Caminhão poliguindaste;
- Caminhão caçamba basculante;
- Trator com carreta;
- Moto niveladora;
- Retroescavadeira.

O entulho das obras é recolhido desde que o proprietário solicite o serviço à prefeitura, geralmente ele é disposto em vias e logradouros, não cobrando taxa alguma. A atividade ocorre em dois dias da semana, na quinta-feira e sexta-feira. Dispõem de caçambas de 4 m³, geralmente destinadas a obras maiores, estimando que no mês realize em média 8 viagens, das 16 viagens/mês em média realizadas pelos veículos.

Segundo o Engenheiro civil, em 2017, a prefeitura licenciou 9 obras de construção, conforme o gráfico abaixo, todas de pequeno porte. Os bairros com maior incidência de geração de resíduos são o Centro, Nossa Senhora e Bom Jesus, e não há empresas de grande porte gerador de RCC no município. Pela metodologia de áreas licenciadas de Pinto (1999), no ano de 2017, Fortaleza de Minas licenciou um total de 856,56m², o que gera um montante de 128,48 t/ano de resíduos, ressaltando que tal metodologia utilizou apenas construções novas.

Os RCC dessas obras são dispostos em ruas e calçadas de maneira desordenada, sem separação por classes para serem coletados, segundo o engenheiro civil, o município não possui área licenciada para manejo e disposição dos entulhos, ecopontos, aterros classe A, ATT ou reciclagem da fração inertes dos RCC e registros sobre a composição do entulho. Seu percentual por origem é 20% de construções novas, 32% de reformas, 18% de limpezas de lotes e 30% de demolições, os quais são destinados há uma área ao lado da UTC sem alguma diligência conforme Figura 3.



Figura 3. Disposição final de RCC em área ao lado da UTC em Fortaleza de Minas.

Mesmo diante desta situação crítica, o município não possui nenhum depósito clandestino de RCC, e a área de disposição final situa-se distante do perímetro urbano, e há uma sutil fiscalização para que assim se mantenha. Aos aspectos legais a administração alega possuir apenas um conhecimento parcial sobre a Resolução CONAMA n° 307, sem domínio sobre o assunto, no entanto o Plano e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Fortaleza de Minas contemplam diretrizes aos RCC, busca realizar mesmo que ocasionalmente Programas de educação ambiental sobre tal assunto com os agentes envolvidos e na comunidade escolar, embora não participe de nenhum tipo de consórcio intermunicipal no quesito saneamento básico.

A dificuldade de implantação da gestão dos RCC está associada a fatores como: a falta de infraestrutura, falta de recursos financeiros e de fiscalização, carência de informações e funcionários qualificados. Segundo o engenheiro civil, municípios de pequeno porte devem buscar um modelo simplificado e estruturado para atender a realidade local e a demanda ambiental e social conforme prescreve a legislação.

3.2. Caracterização dos RCC

Em questionário aplicado às construtoras, verificou-se que nenhuma delas possui funcionário responsável para gerir os resíduos das obras ou se preocupam em realizar um planejamento antecedente. Não possuem conhecimento algum a respeito da Resolução CONAMA n°307 de 2002, no qual a gestão se resume no acondicionamento dos resíduos em pilhas nas calçadas, baias e caçambas, incineração das embalagens e manter o canteiro de obras limpo e organizado. Desconhecem a necessidade de elaborarem o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção Civil - PGIRCC.

Bom Jesus da Penha, Fortaleza de Minas e Passos apresentam respectivamente 3, 3 e 15 construtoras em exercício. Os construtores de Bom Jesus da Penha alegam que a prefeitura deve se responsabilizar pelo transporte e coleta dos resíduos, não realizando nenhum controle perante estas atividades ou exercício de técnica para reduzir a geração de RCC. Muitos dos funcionários não possuem conhecimento sobre gestão dos RCC e nenhum tipo de treinamento, possuem o hábito de separar uma porção de material classe A para utilizar em aterros e compactação de solo em algumas edificações, contudo fazem isto sem conhecimento técnico. Os resíduos Classe B em sua maioria são incinerados nos canteiros, e os de Classe C e D por sua vez são manuseados sem cuidado algum.

O emprego de medidas de gerenciamento no canteiro de obras se dá com base na caracterização dos resíduos. Por meio do questionário, por amostras físicas e de imagens em cada uma das construtoras, gerou-se a Tabela 1, que pela compilação de dados, determinou-se que em Bom Jesus da Penha, os resíduos classe A se sobressaem, com predominância do material cerâmico, com 82,72% para a Construtora Washington, 87,63% para a Comercial e Construtora WA Ltda e vegetação em 36,09% para a Construtora Tião Terra, em circunstância da etapa em que a obra se encontra, no entanto, os de classe C e D são minoria, destacando o fibrocimento.

Tabela 1. Comparativo das metodologias de caracterização - construtoras de Bom Jesus da Penha.

Classe	Materiais	Construtors WA Ltda.					Construtora Washington					Construtora Tião Terra				
		Imagem	Amostra Físicas	Questionário	Média	Desvio Padrão	Imagem	Amostra Físicas	Questionário	Média	Desvio Padrão	Imagem	Amostra Físicas	Questionário	Média	Desvio Padrão
		Volume %					Volume %					Volume %				
Classe A	Concreto	1,78	1,73	3,00	2,17	0,72	1,34	2,00	3,00	2,11	0,84	1,45	1,78	3,00	2,08	0,82
	Areia/solo	0,92	1,58	2,50	1,67	0,79	1,78	2,39	2,50	2,22	0,39	2,81	2,80	5,00	3,54	1,27
	Argamassa	5,20	5,18	8,00	6,13	1,62	6,73	7,68	8,00	7,47	0,66	5,28	5,18	5,00	5,15	0,14
	Material cerâmico	90,31	90,56	76,50	85,79	8,05	79,98	77,39	76,50	77,96	1,81	31,33	29,69	30,00	30,34	0,87
	Pedra	0,16	0,13	0,50	0,26	0,17	—	—	0,50	0,17	0,24	0,68	0,93	1,00	0,87	0,09
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe B	Plástico	0,68	0,39	1,00	0,69	0,31	0,49	0,97	1,00	0,82	0,29	17,49	17,04	15,00	16,51	1,33
	Papel/Papelão	—	—	1,00	0,33	0,47	0,02	0,14	1,00	0,39	0,53	—	—	—	—	—
	Metais	0,02	0,02	0,50	0,18	0,27	0,14	0,14	0,50	0,26	0,21	0,95	1,00	1,00	0,98	2,93
	Vidro	0,00	0,05	0,50	0,18	0,25	—	—	—	—	—	0,12	0,13	1,00	0,42	0,53
	Madeira	0,22	0,25	1,00	0,49	0,44	0,73	0,78	1,00	0,84	0,14	3,84	3,95	4,00	3,93	0,08
	Gesso	0,04	0,11	1,00	0,38	0,44	—	—	1,00	0,33	0,47	—	—	—	—	—
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Fibrocimento (c/amianto)	—	—	—	—	—	7,88	8,65	5,00	7,18	1,92	—	—	—	—	
Vegetação	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35,77	37,50	35,00	36,09	1,28	

O município de Passos dado alto número de construtora, as estabeleceu-se a caracterização dos resíduos em 3 delas, sendo a escolha realizada por sorteio. A Tabela 2 demonstra os resultados dado o questionário, as amostras físicas e por imagens.

Tabela 2. Comparativo entre metodologias de caracterização nas construtoras de Passos.

Classe	Materiais	Construtors Heme					Eiffel Engenharia e Construção					SPAND Construtora				
		Imagem	Amostra Físicas	Questionário	Média	Desvio Padrão	Imagem	Amostra Físicas	Questionário	Média	Desvio Padrão	Imagem	Amostra Físicas	Questionário	Média	Desvio Padrão
		Volume %					Volume %					Volume %				
Classe A	Concreto	1,78	1,83	3,00	2,20	0,69	1,55	1,82	3,00	2,12	0,77	3,53	2,78	3,00	3,10	0,82
	Areia/solo	1,92	1,68	2,50	2,03	0,42	1,99	2,18	2,50	2,22	0,26	2,72	2,80	2,50	2,67	1,27
	Argamassa	4,20	4,18	8,00	5,46	2,20	6,52	5,88	8,00	6,80	1,09	7,28	7,38	8,00	7,55	0,14
	Material cerâmico	24,31	21,56	75,00	40,29	30,09	76,57	77,69	75,00	76,42	1,35	65,33	69,69	75,00	70,01	0,87
	Pedra	0,16	0,10	0,50	0,25	0,22	—	—	0,50	0,17	0,29	0,68	0,93	0,50	0,70	0,09
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe B	Plástico	0,28	0,34	1,00	0,54	0,40	0,32	0,47	1,00	0,60	0,36	0,44	0,54	1,00	0,66	1,33
	Papel/Papelão	—	—	1,00	0,33	0,58	0,02	0,08	1,00	0,37	0,55	—	—	1,00	0,33	—
	Metais	0,12	0,08	0,50	0,23	0,23	0,13	0,21	0,50	0,28	0,19	0,45	0,34	0,50	0,43	2,93
	Vidro	0,00	0,07	0,50	0,19	0,27	—	—	0,50	0,17	0,29	0,23	0,18	0,50	0,30	0,53
	Madeira	0,22	0,32	1,00	0,51	0,42	0,83	0,79	1,00	0,87	0,11	1,84	0,95	1,00	1,26	0,08
Gesso	72,90	74,90	10,00	52,60	36,91	—	—	10,00	3,33	5,77	—	—	10,00	3,33	—	
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Fibrocimento (c/amianto)	—	—	—	—	—	5,88	6,75	—	4,21	3,67	—	—	—	—	
Vegetação	—	—	40,00	13,33	23,09	—	—	40,00	13,33	23,09	—	—	40,00	36,09	1,28	

A Construtora Heme o resíduo predominante, em 52,60% foi o gesso, na Eiffel Engenharia e Construção e na SPAND Construtora o material cerâmico foi predominante em 76,42% e 70,01% respectivamente. As construtoras alegam não ter nenhum incentivo da prefeitura para gerir os RCC adequadamente, porém possuem o conhecimento sobre a Resolução CONAMA n° 307, e alegam incapacidade em atender as diretrizes estabelecidas, pois além

do alto custo financeiro, a dificuldade de treinamento aos funcionários, a cultura da população é negativa ao sistema, pela falta de conhecimento. Os resíduos são dispostos em caçambas e não há separação por classes, devido ao preço das caçambas ser predominantemente R\$ 80,00 por coleta, impulsionando dispô-los sem separação com objetivo de economia.

Em Fortaleza de Minas, a atuação das construtoras é amena, os RCC gerados também não possuem distinção, e são dispostos em ruas e logradouros. A coleta e disposição final dos resíduos são de responsabilidade da prefeitura, onde apenas a construtora XXX possui conhecimento sobre o gerenciamento dos RCC. Porém, em nenhuma delas ocorre o treinamento dos funcionários ou técnicas de gestão dos resíduos no canteiro de obras. Dados as construtoras solicitarem a não publicação de seu nomes, definimos às em construtora A, B e C, tendo a Tabela 3, o percentual obtido em cada metodologia de caracterização.

O material predominante nas três construtoras também fora o material cerâmico, em que a Construtora A gerou 81,29%, a Construtora B, 78,88% e a Construtora C 80,55%. Todas elas relatam que os resíduos classe C e D quase não é gerado, buscando sempre adquirir o material necessário, para evitar que ocorra perdas na construção, e que gera-se também, mesmo que nas etapas construtivas não foi possível diagnosticar, grande volume de vegetação, para quando realizado a limpeza de lotes.

Tabela 3. Comparativo de caracterização - construtoras de Fortaleza de Minas.

Classe	Materiais	Construtores A					Construtora B					Construtora C				
		Imagem	Amostra Físicas	Questionário	Média	Desvio Padrão	Imagem	Amostra Físicas	Questionário	Média	Desvio Padrão	Imagem	Amostra Físicas	Questionário	Média	Desvio Padrão
		Volume %					Volume %					Volume %				
Classe A	Concreto	2,78	2,78	5,00	3,52	1,28	2,45	2,82	5,00	3,42	1,38	2,53	1,78	5,00	3,10	1,68
	Areia/solo	2,22	2,81	3,00	2,68	0,41	2,69	2,34	3,00	2,68	0,33	2,98	2,80	3,00	2,93	0,11
	Argamassa	4,20	4,18	8,00	5,46	2,20	5,65	7,68	8,00	7,11	1,27	5,28	5,18	8,00	6,15	1,60
	Material cerâmico	84,31	79,56	80,00	81,29	2,62	78,98	77,66	80,00	78,88	1,17	81,96	79,69	80,00	80,55	1,23
	Pedra	0,36	0,10	1,00	0,49	0,46			1,00	0,33	0,58	0,65	0,64	1,00	0,76	0,21
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe B	Plástico	0,08	0,34	1,00	0,47	0,47	0,02	0,97	1,00	0,66	0,56	0,49	0,28	1,00	0,59	0,37
	Papel/Papelão			1,00	0,33	0,58	0,10	0,14	1,00	0,41	0,51			1,00	0,33	0,58
	Metais	0,12	0,08	0,50	0,23	0,23	0,09	0,14	0,50	0,24	0,22	0,89	1,04	0,50	0,81	0,28
	Vidro	0,00	0,07	0,50	0,19	0,27			0,50	0,17	0,29	0,22	0,31	0,50	0,34	0,14
	Madeira	0,22	0,32	1,00	0,51	0,42	0,63	0,78	1,00	0,80	0,19	1,84	0,95	1,00	1,26	0,50
	Gesso	6,90	74,90	4,00	28,60	40,12	2,50	2,86	4,00	3,12	0,47			4,00	1,33	2,31
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Fibrocimento (c/amiante)			2,00	0,67		1,88	2,65	2,00	2,18	0,41			2,00	0,67	1,15
Vegetação	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35,77	37,50	35,00	36,09	1,28	

As metodologias de caracterização pouco se divergiram de construtora para construtora. Constata-se na Tabela 4 a uniformidade dos dados obtidos e o tipo de resíduo com maior variância perante sua média e desvio padrão, considerando o volume.

Os resíduos predominantes nas construções estão em maior escala também nos canteiros de obras coordenados por pedreiros (profissionais autônomos), que mesmo com menor volume de entulho geram impactos ao meio, dado ao tratamento incorreto aos RCC, dado à disposição inadequada. Segundo todas as construtoras a gestão dos resíduos é dificultada

por não possuírem incentivo algum da administração pública, a falta de recurso financeiro, a burocracia excessiva e, sobretudo em os proprietários considerar dispendioso o processo.

Tabela 4. Materiais de maior variância por construtora nos municípios.

Bom Jesus da Penha	Materiais	Média	Desvio Padrão
Construtora Washinton	Material Cerâmico	80,64	2,09
Comercial e Construtora WA Ltda	Areia/Solo	2,42	0,63
Construtora Tião Terra	Vegetação	36,09	1,28
Passos	Materiais	Média	Desvio Padrão
Construtora Heme	Gesso	52,60	36,91
Eiffel Engenharia e Construção	Gesso	3,33	5,37
SPAND Construtora	Metal	0,43	2,93
Fortaleza de Minas	Materiais	Média	Desvio Padrão
Construtora A	Gesso	28,60	36,91
Construtora B	Concreto	3,42	1,38
Construtora C	Gesso	1,33	2,31

3.3. Análise e Discussão

A Figura 4 apresenta um comparativo do tipos de resíduos perante construtora e municípios.

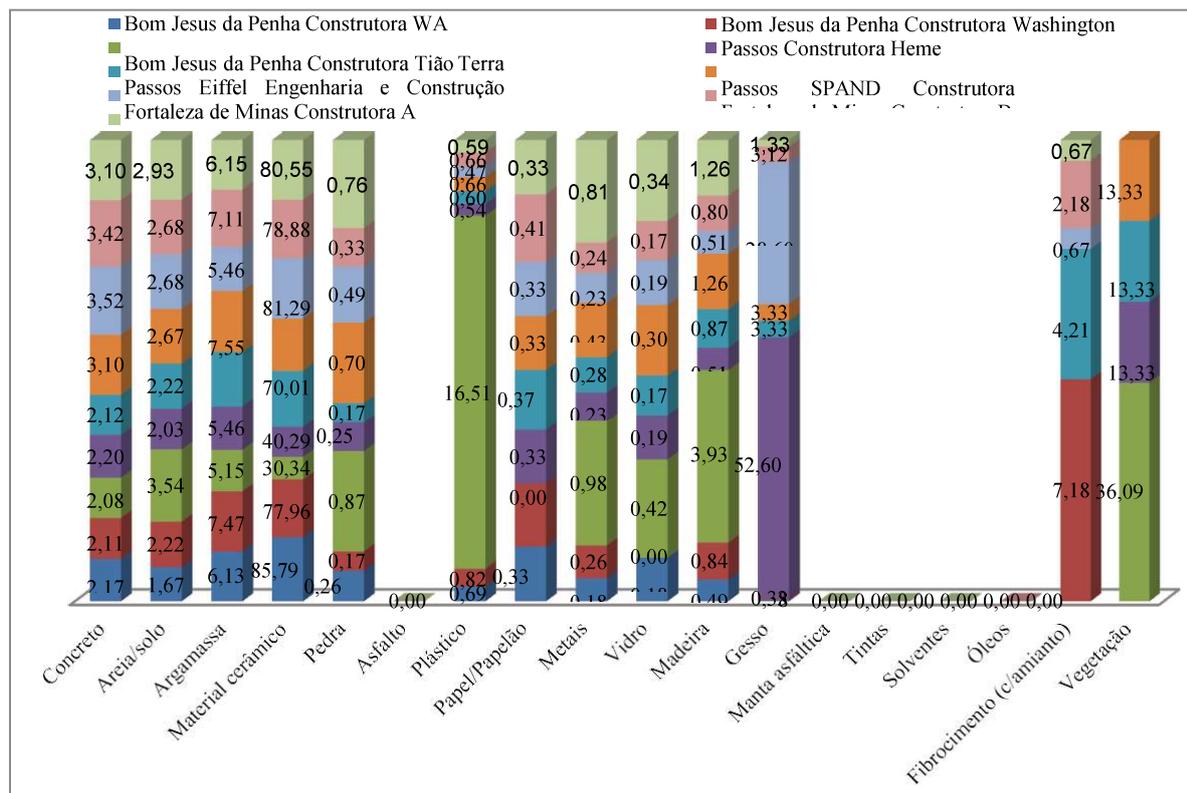


Figura 4. Gráfico comparativo por tipo de resíduo nas construtoras dos municípios.

A análise de metodologia de áreas licenciadas, Passos no ano de 2017 licenciou um total de 173.987,23m², o que gera um montante de 26.098,08 t/ano de resíduos. Valor relevante ao comparado com os demais municípios. Tal resultado apresenta divergência ao relatado pelas empresas de caçamba, onde o valor mensurado é muito maior: 36.000,00t/ano > 26.098,08 t/ano

O que demonstra que muitas construções são executadas erroneamente, sem os devidos registros legais, e consequentemente que a geração dos RCC é maior do que se mensura. O

comparativo feito no município de Bom Jesus da Penha demonstra menor discrepância, tendo gerado por áreas licenciadas no ano de 2017 um montante de 1.255, 71 t/ano de resíduos, e por estimativa do gestor do meio ambiente 1.296,00 t/ano.

Pela caracterização dos resíduos nas construtoras, observou-se que os sistemas construtivos e as dificuldades que encontram para colocar em prática a gestão do RCC são semelhantes. Tendo como principal impedimento a falta de conhecimento dos profissionais que atuam na área e a recusa por parte dos proprietários das edificações. Os resultados são semelhantes, e o desvio padrão elevado se justifica pela etapa construtiva que a obra se encontrava, influenciando no teor do tipo de entulho, porém denota-se que independente da etapa construtiva predomina-se nestes municípios a geração do material cerâmico, conforme pode ser observado nos gráficos da Figura 4, pico em relação seu teor como demais materiais. O entulho coletado abrange à classe A, como foi mensurado na pesquisa pela administração pública como pelas construtoras nos três municípios.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que em municípios de pequeno porte, cerca de 90% dos RCC se enquadram na classe A, sendo passíveis de serem reutilizados e reciclados como agregado. O panorama de caracterização dos resíduos apresenta cenário tendencial para a mesma proporção cada tipo de resíduo, onde a variação por teor ocorre em função da etapa da construção, tendo na maioria das vezes a predominância do material cerâmico. O volume de resíduos gerado nos municípios é preocupante, evidenciando a necessidade de tomar medidas de gestão e tanto no canteiro de obras como na administração pública.

A caracterização também demonstrou que os resíduos de classe C e D são pouco gerados, o que favorece a disposição final dos RCC pelo menor custo direcionado ao seu gerenciamento, devido sua periculosidade ser definida por normas específicas. A região também apresenta uniformidade no sistema de manejo dos RCC, onde se sugere o estudo de soluções de gestão consorciada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, R. R. P.; Silva, M. A.; SilvalVA, A. D. C. G.; Formiga, W A.; Crispim, D. L.; Cajá, D. F.; Bulhões, A. A.; Silva, F. T. *Identificação e análise dos impactos ambientais gerados na indústria da construção civil*. ISSN 2317-305X. Intensa, Pombal, PB, Brasil, v. 9, n. 1, p. 39-46, Jan.-Jun, 2015.
- Ângulo, S. C.; Teixeira, C. E.; Castro, A. E.; Nogueira, T. P. *Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação*. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 16, n.3, p 299-306, jul/set. 2011.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). *NBR 10007: Amostragem de Resíduos Sólidos*. Rio de Janeiro, 2004. 25p.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. *Resolução nº 307, de 5 de Julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil*. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, Brasília, Diário Oficial da União, seção I, p. 95 a 96, 2002.
- Córdoba, R. E. *Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento)*. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2010.
- Leite, J. C. P. S.; Neto, M. T. R. *Meio ambiente e os embates da construção civil*. Construindo, Belo Horizonte, 2014.
- Marques Neto, J. C. *Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do turvo grande (UGRHI-15)*. 2009. 669p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

-
- *Pinto, T. P. Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.*