

Texto n.006

Textos para Discussão

ISSN – 2447-8210

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO
DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA OBRA
DA ESCOLA PROINFÂNCIA CRECHE
DAMASCO NO MUNICÍPIO DE
VARGINHA - MG**

Autores

Thiago Wulfghar Dias - Engenheiro Civil do
Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS-MG) -

E-mail: thiago_wdias@yahoo.com.br

Leopoldo Uberto Ribeiro Junior - Discente do
curso de graduação EAD do curso de Engenharia
Civil e professor Dr. do Centro Universitário do

Sul de Minas (UNIS-MG) - E-mail:

leopoldo_junior@yahoo.com.br

RESUMO

O presente artigo visa apresentar a viabilidade de implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos de construção civil na obra da Escola Proinfância Creche Damasco, localizada na cidade de Varginha, no sul do estado de Minas Gerais. Para isso, apresenta-se a definição do resíduo com sua caracterização, os agentes envolvidos no processo de gerenciamento e suas responsabilidades de acordo com os aspectos normativos. Neste trabalho foi apresentada uma metodologia para definição de ferramentas de gestão dos resíduos para obtenção da composição média porcentual e conseqüentemente o perfil dos resíduos das etapas construtivas da obra. Com a aplicação do método evidenciou-se que as causas de geração de resíduos em geral, são os erros na manipulação dos materiais de construção, durante a execução dos serviços. Por fim, apresenta-se o balanço econômico alcançado com a aplicação do sistema de gerenciamento e expõem-se algumas recomendações para aprimorar a gestão dos resíduos da construção civil.

Palavras-chave: Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Construção Civil. Escola Proinfância Creche Damasco. Varginha.

REVIEW OF THE IMPLEMENTATION OF FEASIBILITY OF A WASTE MANAGEMENT SYSTEM CONSTRUCTION ON THE WORK PROYOUTH NURSERY SCHOOL IN DAMASCUS COUNTY VARGINHA - MG

ABSTRACT

This article presents the feasibility of implementing a solid waste management system construction in the work of Proyouth School Daycare Apricot, located in Varginha, in the southern state of Minas Gerais. For this, we present the residue of with your characterization, the agents involved in the management process and their responsibilities under the regulatory aspects. This work presented a methodology for defining waste management tools to obtain the average percentage composition and consequently the profile of waste from the construction stages of the work. With the application of the method it showed that the causes of waste generation in general are errors in the handling of building materials during the performance of services. Finally presents the economic balance achieved with the implementation of the management system and presents some recommendations to improve the management of construction waste.

Keywords: *Solid Waste Management. Construction. Nursery School Proyouth Damascus. Varginha.*

INTRODUÇÃO

A construção civil vem ocupando uma posição de destaque na economia brasileira, com participação de forma ativa na geração de empregos e renda. Porém, apesar de todas as benfeitorias, os avanços na construção trazem um impacto negativo, pois demandam um aumento na geração de Resíduos da Construção Civil, que dispostos de maneira inadequada contribuem com a degradação do meio ambiente.

Essa quantidade de resíduos de construção é oriunda dos canteiros de obras e dos materiais de demolição e quando depositados em encostas de rios, vias e logradouros públicos, criam locais impróprios de deposições no município. Esses resíduos comprometem a paisagem urbana, invadem calçadas, dificultam o tráfego e a drenagem urbana, além de propiciar a proliferação de vetores de doenças, o que afeta a qualidade de vida e bem estar da população.

Os Resíduos da Construção Civil representam um problema de saneamento ambiental, caracterizando-se por um volume de geração crescente e de grande variedade. A falta do conhecimento de como realizar ações planejadas como: segregação, acondicionamento e disposição final de acordo com os volumes de resíduos gerados e de como contribuir na redução da geração, comprovam a inexistência da gestão dos resíduos no canteiro de obras. A criação e manutenção de parâmetros e procedimentos de gestão na obra são fundamentais para garantir a prevenção dos resíduos.

A análise da realidade referente ao uso dos recursos naturais e destinação do material que sobra, incentivadas por legislações e normas, revela a importância do trabalho de coleta e seleção de materiais recicláveis, visto que aumenta a vida útil de aterros sanitários, reduz a extração de matérias-primas e contribui na geração de emprego e renda para a indústria da reciclagem.

Os impactos ambientais, sociais e econômicos gerados pela quantidade expressiva do entulho e o seu descarte inadequado impõem a necessidade de soluções rápidas e eficazes para a gestão. Diante desse cenário, as ações necessitam de atitudes ambientais responsáveis e devem ser práticas corriqueiramente no canteiro de obras, necessitando do comprometimento dos

responsáveis técnicos e de todo o pessoal envolvido com as atividades de construção.

Com a caracterização dos resíduos existentes, pode-se minimizar as quantidades geradas e posteriormente planejar as destinações adequadas para os resíduos provenientes da obra.

Este trabalho tem como objetivo, analisar a taxa de geração de resíduos das etapas construtivas da obra da Escola Proinfância Creche Damasco, localizada na cidade de Varginha no sul do estado de Minas Gerais, posteriormente avaliar os resultados alcançados com a implantação do mecanismo de gestão dos resíduos e propor algumas recomendações para a redução dos resíduos.

DESENVOLVIMENTO

Aspectos Normativos

O setor da construção civil busca, cada vez mais, detalhar os instrumentos legais e normativos. Com a formulação de novas leis pelo poder público, diversos são os aspectos que disciplinam os resíduos sólidos de construção e demolição.

Sob um crescente processo de planejamento, regulação e organização, o Brasil criou nas últimas décadas diversas diretrizes, agrupadas sob a forma de políticas, com força de lei. É importante conhecer o conteúdo destas Leis Federais, já que interferem diretamente sobre a gestão dos resíduos de construção e demolição. Por meio de ações, diretrizes, normas e outros instrumentos dessas políticas públicas é que são definidas as atribuições e limitações do gestor e do gerente de resíduos.

Esse assunto vem ganhando ênfase e importância no cenário nacional, principalmente pela aprovação do Decreto 7.404 que regulamenta a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, por meio dela instituiu-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que estabelece princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, impondo diversas obrigações e restrições aos governantes e às construtoras, buscando sempre a qualidade na produção, e segurança ambiental nas obras (BRASIL, 2010).

Dentre as diretrizes, a referida Lei estabelece uma diferenciação entre resíduo e rejeito e estimula o reaproveitamento e reciclagem dos materiais, admitindo a disposição final apenas dos rejeitos. Inclui entre os instrumentos da Política as coletas seletivas, os sistemas de logística reversa, e o incentivo à criação e ao

desenvolvimento de cooperativas e outras formas de associação dos catadores de materiais recicláveis.

Com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, concedeu-se autonomia aos municípios, os quais passaram a ser responsáveis pela legislação e pelas políticas públicas voltadas para as questões ambientais. Em razão disso, o município de Varginha através do Decreto nº 6.613/2013, instituiu o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil do Município de Varginha, estabelecendo as diretrizes, critérios e os procedimentos para a gestão dos resíduos sólidos oriundos das atividades da construção civil, dentre outras providências.

Caracterização dos Resíduos

No gerenciamento dos resíduos de construção e demolição, nem sempre é possível realizar o reaproveitamento dos materiais, pois podem estar presentes substâncias contaminantes indesejáveis nos metais, plásticos, papéis, etc., os quais durante certos tipos de beneficiamento podem acarretar problemas ou acidentes nos equipamentos mecânicos ou em materiais.

As características dos resíduos de construção e demolição (RCDs) dependem, basicamente, dos processos construtivos que deram origem a eles e o material de que são constituídos. Na ausência de processos de segregação desses resíduos, é comum denominar esses materiais com o termo de entulho.

Verifica-se que a composição do resíduo é bastante variável, isso se deve não só ao local de geração desse resíduo, que pode variar em razão da oferta de materiais de construção, mas também à associação de diferentes processos construtivos, treinamentos das equipes que executam a obra, forma de segregação prévia dos RCDs, cronograma da obra, etc. Em razão disso, Hernandez e Vilar (2004) caracterizaram a composição de entulho como um todo e encontraram os resultados apresentados na figura 1.

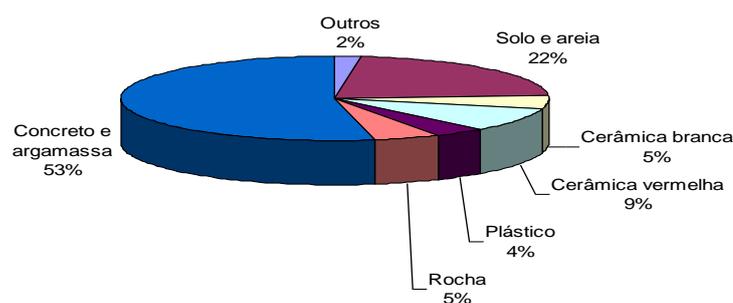


Figura 1. Composição qualitativa do entulho. Fonte: Adaptado de Hernandez e Vilar (2004).

Outros estudos realizados, como Llatas (2011) para os RCDs no período de 2001 a 2006, apresentado na figura 2, mostra que a composição qualitativa do entulho é bastante diferente da apresentada por Hernandez. Essa diferença pode ser associada, aos diferentes sistemas construtivos, ou aos métodos de aquisição de informações.

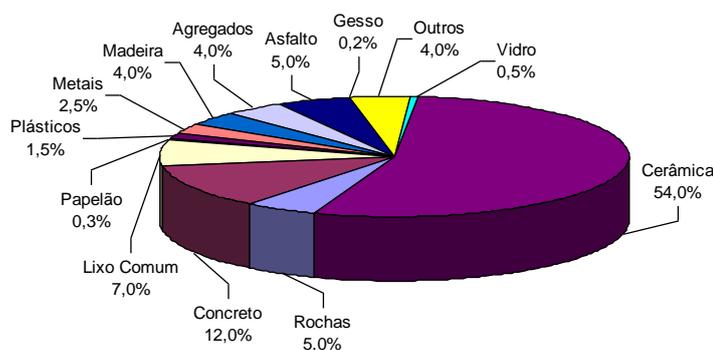


Figura 2. Composição do entulho. Fonte: Adaptado de Llatas (2011).

Estimativa e Quantificação dos Rccs e Rcds

No processo de gerenciamento, a quantificação dos resíduos é uma etapa essencial. Através da quantificação podemos definir a logística dos resíduos da obra, ou seja, os recipientes de coleta, a frequência de análise e a melhor forma de transporte e destinação.

É possível realizar a quantificação dos resíduos antes mesmo de se iniciar a obra, na fase de projetos, quanto mais detalhada for essa fase, mais eficiente será o PGR (Plano de Gerenciamento de Resíduos). Nessa fase são definidos os agentes da equipe de gerenciamento, que serão os responsáveis pela gestão dos resíduos na obra.

A partir do momento que a obra está em andamento, é possível criar uma planilha de controle com medições em peso em volume dos resíduos, para controlar as quantidades de resíduos e permitir uma gestão eficiente. O controle dos resíduos pode ser realizado considerando o volume ou a massa.

Ressalta-se que a quantidade de resíduos em cada obra é variável, pois está relacionado com o processo construtivo adotado, experiência de execução e tamanho da equipe, do comprometimento da equipe de gerenciamento, dentre outros aspectos. Em pesquisas anteriores como a de Lu et al. (2011), demonstra que as taxas de geração variam de 3.275 kg/m² a 8.791 kg/m², conforme Tabela 1.

Materiais	Taxa de Geração de Resíduos (kg/m²)	Valor médio da Geração de Resíduos (kg/m²)	Taxa de perda de Materiais (%)
Concreto	0,357 - 2,387	1,372	1,33
Madeira	1,678-1,905	1,796	5
Aço	0,014-0,073	0,044	2,88
Tijolos e blocos	0,037 - 0,821	0,429	7
Argamassa	0,368	0,368	3,95
Tubos de PVC	0,035	0,035	1,05
Resíduos diversos	0,786 - 3,202	1,994	-
Total	3,275 - 8,791	-	-

Tabela 1. Taxa de Geração de Resíduos e Perdas de Materiais. Fonte: Adaptado de Lu et al. (2011)

Contudo, cada construtor ou projetista deve fiscalizar diariamente o desempenho de sua equipe em relação aos resíduos de construção, de modo a adequar o gerenciamento de acordo com o processo construtivo.

METODOLOGIA

O estudo de caso foi realizado na obra da Escola de Educação Infantil, destinada ao Programa Proinfância do FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação), situada na cidade de Varginha, no sul do estado de Minas Gerais.

De acordo com as informações do memorial técnico definido pela equipe de engenharia responsável, o presente projeto destina-se à construção de creches para atendimento de 112 crianças de 4 meses a 6 anos que serão implantadas em todas as regiões do país. Como condição de projeto ideal, ou mesmo devido à indisponibilidade, em alguns municípios, de lotes com as referidas condições, a unidade escolar foi projetada em blocos independentes, podendo ser locados no terreno, conforme as características encontradas.

A fim de padronizar e simplificar a execução da obra em todas as regiões do país, o sistema construtivo adotado na obra da escola é o convencional, ou seja, estrutura de concreto para toda a edificação, paredes em alvenaria de blocos cerâmicos comuns, laje pré-moldada em todos os blocos e utilização de telhas cerâmicas.

As características construtivas da obra em análise por etapa de construção estão relacionadas na Tabela 3.

Fundações	Bloco de fundação, Formas de madeira
Estruturas	Pilares e Vigas em concreto armado, Formas de madeira
Alvenaria	Blocos cerâmicos, Elementos vazados de concreto
Revestimento	Piso cerâmico

Esquadrias	Portas de madeira, Janelas de vidro temperado
Laje	Laje pré-moldada, Lajotas cerâmicas, Formas de madeira
Cobertura	Telha cerâmica, Ripas em madeira

Tabela 3. Sistema de Construção Utilizado nas Etapas. Fonte: Acervo próprio (2015)

No gerenciamento de resíduos da construção civil, é de fundamental importância que se tenha ideia das características qualitativas e quantitativas antes de tomar qualquer iniciativa. A análise quantitativa traduz a composição gravimétrica de cada material, obtendo dessa forma o perfil dos resíduos.

A triagem dos resíduos foi feita a partir das definições da NBR 10007 (ABNT, 2004d) referente ao Quarteamento, posteriormente realizou-se a quantificação com base na metodologia de Li et al. (2013). Na anotação dos dados quantitativos gerados foram consideradas apenas as obras de construção, pois como são obras novas, não houve demolições.

Composição do Preço Unitário dos Resíduos

A elaboração da Composição do Preço Unitário (CPU) das etapas construtivas fez-se necessária para poder definir os materiais utilizados para a execução de 1,0 m² dos respectivos serviços de edificação e para quantificar o custo do resíduo gerado, de acordo com sua proporção e massa.

A análise em questão compreendeu a execução dos seguintes serviços: Armação, forma e concretagem dos blocos de fundação, pilar e laje; Assentamento de alvenaria com bloco cerâmico; Aplicação do revestimento cerâmico; Fixação de esquadria (porta); Execução do madeiramento e tapamento da cobertura com telha cerâmica.

O índice de composições e preços foi adotado com base na SINAPI (2015), tendo como base o custo referência do mês de março de 2015, de Minas Gerais. O período de coleta para realizar a classificação e quantificação dos resíduos de construção, aconteceu posteriormente à execução da etapa em análise. Em seguida realizou-se a separação desses resíduos, para posterior pesagem. Com essa etapa determinou-se a quantidade, em peso e volume e os tipos de resíduos da construção civil gerados na obra da Escola.

Após a separação e a pesagem das amostras para cada etapa, e com os dados levantados, fez-se uma análise observando assim o comportamento da geração dos resíduos nas diversas etapas construtivas da obra, foi realizada uma

razão entre a massa de RCC (kg) pela a área construída de 1,0 m², para se chegar a Taxa de Geração de RCC (kg/m²), conforme equação 1:

Eq. [1]

$$T_x = \frac{\text{Massa de RCC (kg)}}{\text{Área Construída (m}^2\text{)}}$$

Onde:

T_x = Taxa de Geração de RCC (kg/m²)

A tabela 4, apresenta todos os dados referentes às etapas construtivas e suas respectivas taxas de geração de RCC.

Etapa Construtiva	Área Construída (m ²)	Massa de RCC (kg)	Custo Resíduo (R\$)	Taxa de Geração de RCC (kg/m ²)
Fundações	1,0	14,436	16,89	14,44
Estrutura	1,0	20,934	13,05	20,94
Alvenaria	1,0	8,320	6,58	8,32
Revestimento: Piso	1,0	2,120	3,00	2,12
Esquadria: Porta	1,0	2,065	30,50	2,06
Laje	1,0	7,97	30,46	7,97
Cobertura	1,0	5,48	72,29	5,48
Total		61,32 kg	R\$ 172,77	61,32 kg/m²

Tabela 4. Controle de Resíduos nas Etapas Construtivas. Fonte: Acervo próprio (2015)

Na percepção de gestão de resíduos as atividades que mais geram resíduos são: Estrutura (20,94kg/m²), Fundação com blocos (14,44kg/m²) e Assentamento de alvenaria com blocos cerâmicos (8,32kg/m²). Nas outras etapas construtivas é possível perceber a variação da taxa de geração de resíduos.

Portanto, devido ao desperdício dos materiais, percebe-se que nas fases de cobertura, assentamento de esquadria e execução da laje, o custo foi mais elevado em relação às outras fases, tal fato pode estar ligado ao desperdício de materiais mais nobres, como o concreto, a argamassa e peças de madeira.

Análise da Taxa de Geração de Rcc

Após a definição da taxa de geração de resíduos por metro quadrado de edificação, apresenta-se na tabela 5, a comparação com os estudos de Lu et al. (2011) apresentado na tabela 1, com a taxa definida por Li et al. (2013) apresentada na tabela 2, e com a taxa definida por Bertol et al. (2013).

Taxa de geração de	Lu et al. (2011)	Li et al. (2013)	Bertol, Raffler e dos
--------------------	------------------	------------------	-----------------------

resíduos obtida			Santos (2013)
61,32 kg/m ²	3,275 a 8,791 kg/m ²	40,7 kg/m ²	50,0 kg/m ²

Tabela 5. Comparação da Taxa de Geração de Resíduos. Fonte: Acervo próprio (2015)

Comparando-se a taxa de geração de resíduos obtida de 61,32 kg/m², percebe-se que houve uma proximidade com o valor de 40,7 kg/m² definido por Li et al. (2013) e com a taxa de 50,0 kg/m² apresentada por Bertol et al. (2013).

Segregação dos Rccs

A classificação dos resíduos segundo seu tipo e classe foi necessária para obter parâmetros do tempo gasto pelo ajudante para segregação, e quantificar o custo da mão-de-obra para execução desta atividade, nas fases da obra.

Para isso, o tempo para separação dos resíduos foi estimado em relação à forma de coleta pelo método do Quarteamento e posterior pesagem. Para obtenção do custo horário do ajudante, expresso na última coluna, adotou-se como base a Convenção Coletiva do Trabalho das Indústrias da Construção Civil (2015), da cidade de Varginha – MG.

A tabela 6 demonstra o custo do Homem-hora (Hh), para a segregação dos materiais nas diferentes etapas construtivas.

Etapa Construtiva	Taxa (kg/m ²)	Resíduos	Tempo para segregação (h)	Custo horário ajudante (R\$)	Custo Hh (R\$)
Fundação	14,44	Madeira, ferragem, concreto	0,25h - (15 min)	4,29	1,072
Estrutura	20,94	Madeira, ferragem, concreto	0,25 -(15 min)	4,29	1,072
Alvenaria	8,32	Argamassa, blocos cerâmicos	0,15 -(9 min)	4,29	0,643
Revestimento: Piso	2,12	Cerâmica, argamassa, embalagens papelão	0,10 -(6 min)	4,29	0,429
Esquadria: Porta	2,06	Argamassa, madeira	0,08 -(5 min)	4,29	0,343
Laje	7,97	Madeira, concreto, lajota cerâmica	0,16 -(10 min)	4,29	0,686
Cobertura	5,48	Madeira, telha cerâmica	0,15 -(9 min)	4,29	0,643
Total (R\$)					4,88

Tabela 6. Segregação dos Resíduos nas Etapas Construtivas. Fonte: Acervo próprio (2015)

O valor horário do ajudante, sem considerar os encargos sociais chega a R\$ 4,29; com isso, as etapas construtivas de Fundação e Estrutura foram as que demandaram o maior tempo para segregação dos materiais e o maior custo homem-hora, cerca de R\$ 1,07; a etapa que apresentou o menor tempo para segregação dos materiais e conseqüentemente o menor custo, foi a de fixação de Esquadria, cerca de R\$0,34. Para a realização da gestão em 1,0 m² de edificação, incluindo todas as etapas construtivas relacionadas, o custo total Homem-hora (Hh) chegou ao valor de R\$ 4,88.

Contudo, em função do andamento dos serviços, os resíduos devem ser reaproveitados na própria obra, quantas vezes forem possíveis. Caso o volume de resíduos necessite de armazenamento temporário, deve-se manter a limpeza e a organização do ambiente.

Com isso, para facilitar o gerenciamento, podem ser implantadas baias individualizadas, geralmente fabricadas com madeira e sarrafos, onde cada tipo de resíduo pode ser armazenado em uma baia diferente. As estruturas baias podem ser instaladas a céu aberto ou em locais cobertos, dependendo do tipo do material.

Entretanto, o número de baias, assim como o tipo e suas dimensões, devem ser determinadas de acordo com a necessidade de utilização e porte de cada obra.

Classificação do Volume Total dos Resíduos Produzidos na Obra

Após serem segregados, os resíduos foram classificados e posteriormente quantificados, assim, obteve-se o perfil dos resíduos. Cada material foi pesado separadamente, para obter a fração gravimétrica, que representa o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de resíduos analisada. A tabela 7 comprova a porcentagem de ocorrência dos resíduos, de acordo com seu tipo e classe.

Tipo de Resíduo	Classe	Massa total (kg)	Porcentagem de Ocorrência
Papelão	B	1,025	1,67 %
Madeira	B	12,92	21,07 %
Ferro	B	1,84	3,00 %
Cerâmica	A	16,105	26,26 %
Cimentícios (argamassa, concreto)	A	29,43	48,00 %

Tabela 7. Quantidades de Resíduos Produzidos na Obra. Fonte: Acervo próprio (2015)

Observa-se que a massa dos resíduos Classe A apresentam um valor superior à massa dos resíduos Classe B. Esse fato pode estar associado aos elevados

volumes de argamassas produzidas nas fases construtivas, visto que o resíduo cimentício classifica-se como um resíduo Classe A. De maneira geral, a massa total aproximada de resíduos das Classes A e B produzidos foi de 61,32 kg.

Conhecendo o volume de resíduos coletados e seus respectivos pesos, é possível comparar os resultados obtidos, com as taxas definidas em pesquisas supracitadas. Na Tabela 8 apresenta-se a comparação da referência bibliográfica com os resultados obtidos.

Materiais	Porcentual Obtido	Llatas (2011)	Li et al. (2013)
Concreto e Argamassa	29,43 %	12,00 %	43,5 %
Cerâmica	16,10 %	54,00 %	–
Ferro	1,84 %	2,50 %	9,8 %
Papel / Papelão	1,02 %	0,30 %	–
Madeira	12,92 %	4,00 %	18,7 %

Tabela 8. Comparação dos Resultados Obtidos com as Referências Bibliográficas. Fonte: Acervo próprio (2015)

Comparando os percentuais de resíduos obtidos, percebe-se que houve uma variação dos valores definidos por Llatas (2011) e com os valores apresentados por Li et al. (2013). Em razão disso, verifica-se que as composições das características dos materiais não são somente do local de geração desse resíduo ou do tipo de material de construção utilizado, mas sim, da associação de diferentes processos construtivos, treinamento das equipes de execução, forma de separação prévia dos RCDs, cronograma de obras, dentre outros.

Avaliação Econômica dos Resíduos

A estratégia utilizada para avaliar os custos e os benefícios da implantação da gestão de resíduos no canteiro de obra foi realizar a quantificação dos resíduos de Classe B, é importante ressaltar que foi levado em consideração o custo da hora do trabalhador para a segregação dos resíduos. O objetivo foi quantificar a economia gerada com a possível revenda dos resíduos ao mercado de sucatas.

De um total de 61,32 kg de resíduos gerados na obra, aproximadamente 2,86 kg foram de resíduos Classe B. Os resíduos desta classe podem ser negociados com o comércio de sucatas, o valor por quilogramas do papelão chega a R\$ 0,15 e do ferro a R\$ 0,20. O orçamento do valor da revenda dos resíduos por quilogramas de cada material são demonstrados na tabela 9.

Material Classe B	Massa total (kg)	Valor de venda do resíduo reciclável (R\$)	Total (R\$)
Papelão	1,025	R\$ 0,15	R\$ 0,15
Ferro	1,84	R\$ 0,20	R\$ 0,36
TOTAL	2,86	-	R\$ 0,51

Tabela 9. Orçamento Revenda de Resíduos. Fonte: Acervo próprio (2015)

De acordo com cada tipo de material, caracterizado na primeira coluna, obteve-se a massa de 1,02 kg de resíduo de papelão e 1,84 kg de ferro. Na segunda coluna apresenta-se o valor de revenda dos respectivos resíduos, com isso, o lucro total foi de R\$ 0,15 para o resíduo papelão e R\$ 0,36 para o resíduo ferro, totalizando R\$ 0,51.

Após a definição do orçamento para revenda dos resíduos, realizou-se a avaliação da quantidade de resíduos encaminhados para reciclagem e com isso, o balanço econômico da realização da gestão, como ilustra a Tabela 10.

Massa total de resíduos (kg)	Massa total resíduos recicláveis (kg)	Valor revenda resíduo reciclável (R\$/kg)	Custo segregação de resíduos (R\$)	Saldo (R\$)
61,32	2,86	0,51	4,88	- 4,37

Tabela 10. Balanço Econômico Revenda de Resíduos. Fonte: Acervo próprio (2015)

Considerando a massa total de resíduos de 61,32 kg, definida na primeira coluna, apenas 2,86 kg, foram de resíduos recicláveis, conforme segunda coluna, com isso, na terceira coluna tem-se o lucro alcançado com a revenda dos resíduos, cerca de R\$ 0,51. Na quarta coluna caracteriza-se o investimento de mão-de-obra para segregação, no valor de R\$ 4,88.

No entanto, verifica-se que o valor de revenda dos resíduos Classe B não foi suficiente para suprir o investimento com a segregação, conforme demonstra-se na última coluna; o valor positivo (+) refere-se a saldo, o valor negativo (-) a despesa, no caso obteve-se o valor de despesa.

Avaliação do Reaproveitamento dos Resíduos

De acordo com o estudo, a maior parte dos resíduos Classe A foi gerada na etapa construtiva de cobertura, assentamento de esquadria e execução da laje. Na Tabela 11, são apresentadas estimativas de redução no custo final dos resíduos produzidos na obra.

Tipo de Resíduos	Massa total de resíduos (kg)	Massa total de resíduos comercializável (kg)	Massa total de resíduos descartado (kg)	Porcentagem de redução de custo c/ destinação/deposição
Classes A,B	61,32	2,86	58,46	4,67 %

Tabela 11. Análise do Reaproveitamento de Resíduos. Fonte: Acervo próprio (2015)

Analisando as classes de resíduos A e B, conforme primeira coluna obteve-se a massa total de 61,32kg, definida na segunda coluna, considerando que apenas 2,86 kg são de resíduos comercializáveis, o restante, cerca de 58,46 kg deve ser descartado de acordo com seu tipo e classe. Por fim, conclui-se que a porcentagem de redução com custo de destinação ou deposição, chegou a 4,67 %.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da implantação do Sistema de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil na obra da Escola Proinfância Creche Damasco em Varginha, foi possível identificar que não somente o método de construção utilizado, mas a forma como os materiais são manipulados nas etapas construtivas, interferem diretamente na composição dos resíduos da construção civil.

Considerando que há geração de resíduos desde a fase de início da construção até nas fases de desconstrução da obra, a participação e a atuação dos colaboradores no processo de gerenciamento, são mais satisfatórias quanto mais cedo ela acontece. Manter o canteiro de obras sempre limpo, contribui para melhor percepção das falhas nas etapas construtivas, assim a construtora pode identificar os pontos fracos em relação ao desperdício e à geração de resíduos.

Com isso, pode-se afirmar que o percentual de resíduos Classe B, formado por materiais recicláveis, chegou a 25,74 %, mas apenas 4,67 % puderam ser negociados com o comércio de sucatas. Sendo assim, o sistema de gestão proposto neste artigo não alcançou um retorno financeiro, em razão do volume de resíduo envolvido, mas em outros estudos de casos, as obras avaliadas superaram em poucos meses o investimento desse sistema, por exemplo, pela economia gerada com o aluguel de caçambas, devido à redução dos resíduos.

Com relação ao estudo da taxa de geração de resíduos e considerando as etapas construtivas (Fundação, Estrutura, Alvenaria, Revestimento com piso, Assentamento de esquadria, Laje, Cobertura) o indicador de geração de resíduos encontrado na obra estudada foi de 61,32 kg/m², quando comparado com outros existentes na literatura, percebe-se que ainda existe espaço para o aperfeiçoamento

da metodologia. Com a definição do indicador espera-se ter contribuído com o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Varginha - MG.

No entanto, pelo estudo realizado percebe-se que apesar da existência do Plano de Gestão de Resíduos no município de Varginha, muitas construções não atendem as diretrizes de gerenciamento apresentadas neste decreto e ainda existem locais clandestinos de disposição de resíduos no município. Em razão disso, o poder público precisa adotar um sistema de conscientização e fiscalização para adequada gestão dos resíduos de construção e demolição, como por exemplo, impor a apresentação do Plano de Gestão de Resíduos para a obtenção do certificado de conclusão da obra ou alvará de construção.

Contudo, as ações abordadas neste estudo podem ser utilizadas em obras de construção e demolição e trazem inúmeros benefícios para as construtoras, para sociedade e o meio ambiente, como na redução da utilização da matéria-prima, no atendimento às legislações vigentes e na redução tanto dos custos com a utilização de menos insumos para realização das mesmas tarefas, quanto dos custos referentes ao gerenciamento, transporte e destinação final dos resíduos.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004d.

BERTOL, A. C.; RAFFLER, A.; DOS SANTOS, J. P. Análise da correlação entre a geração de resíduos da construção civil e as características das obras. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção Civil) – Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2013.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei Nº 12.305, de 02 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, 2010. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm

CONVENÇÃO COLETIVA DO TRABALHO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DA CIDADE DE VARGINHA – MG, 2015. Disponível em:

<<http://www.sinticomvga.com.br/wp-content/uploads/2015/03/convencao2015.pdf>>

HERNANDES, R.; VILAR, O. M. Utilização de resíduo de construção e demolição nas obras de ampliação e rebaixamento da calha do Rio Tietê. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOVENS GEOTÉCNICOS, 1., 2004, São Carlos. 2004.

- LI, J.; DING, Z.; MI, X.; WANG, J. A model for estimating construction waste generation index for building project in China. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 74, p. 20-26, 2013.
- LU, W.; YUAN, H.; LI, J. U.; HAO, J. J. L.; MI, X.; DING, Z. An empirical investigation of construction and demolition waste generation rates in Shenzhen city, South China. *Waste Management*, v. 31, p. 680-687, 2011.
- LLATAS, C. A model for quantifying construction waste in projects according to the European waste list, *Waste Management*, v.31, p. 1261-1276, 2011.
- NAGALLI, A. Quantitative method for estimating construction and demolition waste generation. *The Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, v.17, p.1157-1162, 2012.
- PINTO, T. P. Reaproveitamento de resíduos da construção. *Revista Projeto*, São Paulo, n. 987, p. 137-138, 1987.
- PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE VARGINHA. Disponível em: <<http://www.varginha.mg.gov.br/legislacao-municipal/decretos/472-2013/10415-decreto-nd-66132013-institui-o-plano-de-gestao-de-residuos-solidos-da-construcao-civil>>
- PREFEITURA MUNICIPAL DE VARGINHA. Secretaria de Planejamento - Arquivos: Escola Pró-Infância Creche Damasco, Varginha, 2014.
- SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL - SINAPI. Catálogo de Composições Analíticas – Março – Minas Gerais, 2015. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria_556>
- SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL - SINAPI. Preço Referência Insumos – Março – Minas Gerais, 2015. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria_648>
- SINDUSCON-MG; SENAI-MG. Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil. 2. Ed. Rev. e Aum. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2005. 68p.
- ZORDAN, S. E.; PAULON, V. A. A utilização do entulho como agregado para concreto. Resumo de defesa de tese de mestrado. 1997. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>
- DIMANDE, C.; ANDRADE, R. Proposição de uma alternativa de gestão de projetos para uma organização de pesquisa agroindustrial. *In: XIII SIMPEP*. Bauru, SP, 6 a 8 de Novembro de 2006. **Anais...** São Paulo, 2006.
- KISTE, G.; MORAES, R. O. Competências em Gestão de Projetos de TI. **Revista Gestão e Projetos GeP**, v. 2, n. 2, p. 166-183, 2006.
- MAXIMIANO, Antônio Carlos Amaru. **Administração de projetos**. São Paulo: Atlas, 2002.