

III-177 - PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE UMA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE MÉDIO PORTE DA CIDADE DE GOIÂNIA-GO

Ana Paula Camargo de Vicente

Administradora com Habilitação em Gestão Ambiental pela Faculdade Ávila de Ciências Humanas e Exatas. Graduanda em Engenharia Ambiental pela Faculdade Araguaia. Especialista em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Profissional de Meio Ambiente da empresa Elfe Soluções em Serviços Ltda., a serviço da Petrobras Transporte S.A. – TRANSPETRO.

Eraldo Henriques de Carvalho

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Alagoas, com mestrado e doutorado em Engenharia Civil Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor da Universidade Federal de Goiás.

Karla Rodrigues de Oliveira Almeida

Técnica em Segurança do Trabalho pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI).

Endereço⁽¹⁾: Rua 18, nº 265, aptº 404, Ed. Serrano - Centro - Goiânia - GO - CEP: 74.030-040 - Brasil - Tel: (62) 3224-3042 / 8513-1349 - e-mail: aninhakdevi@gmail.com.

RESUMO

A construção civil consiste numa atividade impactante, devido à demanda expressiva por recursos naturais e ainda pela grande geração de resíduos. Este estudo, realizado dentro dos anos de 2007 e 2008, teve como objetivo elaborar um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para uma Construtora na Capital do Estado de Goiás. Para a realização da pesquisa foi definido o campo de trabalho, ou seja, selecionada construtora e divididas as fases da obra para a melhor apuração dos dados; os resíduos foram identificados, quantificados e classificados; foram elencadas medidas de minimização da geração de resíduos; foram elaborados fluxos dos resíduos; dimensionada a equipe; definidas estrutura de armazenamento e por fim foi definida a coleta externa e transporte dos resíduos. A pesquisa, realizada durante a execução de uma obra, desconsiderando o volume de resíduos de solo escavado, concluiu que a maior fase geradora de resíduos consiste na fase final da obra com 47% do total de resíduos gerados. Nesta fase, os resíduos gerados em maior quantidade foram o entulho (64%) e o gesso (26%). Os resíduos sólidos gerados em maior quantidade na execução da obra foi o entulho com um total de 50% e madeira com 20%. 50% dos resíduos gerados na execução total da obra foram de classe A que corresponde aos resíduos reaproveitáveis ou recicláveis como agregados o que justifica uma maior importância para a disseminação de práticas de segregação dos resíduos na construção civil. Considerando ainda que resíduos de classe B têm o perfil passível à reciclagem que por sua vez apresentou-se em 35%, ou seja, 85% são, no momento no cenário nacional, passíveis de reciclagem. Porém Goiânia não dispunha, na época da realização da pesquisa, de estrutura para a reciclagem de resíduo classe A. Para cada fase de uma obra deve-se dispor de um planejamento específico em virtude das características inerentes aos resíduos das fases. É possível gerenciar resíduos sólidos junto à construção civil mesmo que a região não disponha de estrutura para ampará-lo.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento, Goiânia, Construção Civil, Resíduos Sólidos.

1 INTRODUÇÃO

Este estudo, realizado dentro dos anos de 2007 e 2008, teve como objetivo propor um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para uma Indústria da Construção Civil de Médio Porte na Capital Goiânia do Estado de Goiás.

Goiânia é a capital e a maior cidade do estado de Goiás. Localiza-se no Planalto Central, 209 quilômetros a sudoeste da capital federal, Brasília. Segundo IBGE/Censo 2010 a cidade possui cerca de 1.302.001 habitantes e ocupa uma área de 733,116 km².

Assim como algumas outras cidades brasileiras, Goiânia desenvolveu-se a partir de um plano urbanístico, tendo sido construída com o propósito de desempenhar a função de centro político e administrativo do estado de Goiás. Foi fundada em 24 de outubro de 1933, absorvendo, em 1937, da cidade de Goiás, a função de capital do estado.

No Brasil, a atividade da construção civil está associada ao desenvolvimento já em Goiânia, segundo Mastrella (2007), após mais de 20 anos de estagnação, o mercado da construção civil passou por momento de grande prosperidade. Pinheiro (2007) apud Mastrella (2007), acredita que a conjuntura econômica, como o declínio das taxas de juro, aliada às facilidades de crédito, foi decisiva para a configuração deste cenário.

Porém a construção civil trata-se ainda de uma atividade significativamente impactante pelo fato de demandar grande quantidade de recursos naturais e gerar resíduos em grande escala que, em sua grande maioria, são disponibilizados de forma inadequada.

Na época da pesquisa, em capitais brasileiras como, por exemplo, São Paulo e Belo Horizonte é possível encontrar áreas de triagem e transbordo, porém em Goiânia existiam algumas tentativas de montagem destas áreas. É importante destacar iniciativas de atores na região que auxiliavam nesta disposição final e também no tratamento do resíduo da construção civil.

Dentro da realização da pesquisa teve-se o apoio do fornecedor do insumo gesso que tinha uma indústria de reciclagem onde com o resíduo do gesso de seus clientes compunha sua fórmula para a fabricação de blocos, esses blocos como consequência acabavam voltando à construtora que por sua vez comprou o gesso deste fornecedor.

Além desse parceiro o aterro sanitário da cidade aceitava o resíduo de classe A uma vez que o mesmo estava bem segregado o que colaborava no reaproveitamento deste resíduo na composição de camadas de cobertura deste aterro. Durante a pesquisa algumas caçambas de resíduos de classe A foram utilizadas como agregado para a pavimentação teste de algumas áreas para pesquisadores da Universidade Federal de Goiás.

Na geração de resíduos da construção civil, o pequeno gerador tem grande contribuição. Entretanto, o grande e médio gerador também têm sua parcela de contribuição e ambos devem se adaptar a práticas ambientalmente corretas, a fim de minimizar os impactos ambientais da geração destes resíduos.

É nesta realidade que um trabalho com esta temática expressa sua importância diante do conhecimento para com a geração de resíduos na cidade e ainda diante da colaboração para a consolidação de políticas e práticas junto ao referido município e com isso possibilitando um ambiente mais equilibrado para as presentes e futuras gerações.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização da pesquisa, realizada dentro dos anos de 2007 e 2008, foi definido o campo de trabalho, ou seja, selecionada construtora e divididas as fases da obra para a melhor apuração dos dados; os resíduos foram identificados, quantificados e classificados; foram elencadas medidas de minimização da geração de resíduos; foram elaborados fluxos dos resíduos e estrutura de armazenamento; dimensionada a equipe e por fim foi definida a coleta externa e transporte para a destinação final dos resíduos.

No que tange à classificação dos resíduos foi adotado como referência o Artigo 3º da Resolução nº 307 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) (CONAMA, 2002) que estabelece:

- Classe A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; de construção, demolição, reformas e reparos de edificações como componentes cerâmicos, argamassa e concreto; e de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto produzidas nos canteiros de obras;

- Classe B: resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, 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, tais como os produtos oriundos do gesso;
- Classe D: resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

3 RESULTADOS

3.1 Diagnóstico dos resíduos gerados

Foi selecionada uma construtora com destaque no mercado junto à cidade de Goiânia, suas fases da obra de fundação, estrutura, fechamento de alvenaria, instalações prediais, revestimento e acabamento, foram acompanhadas diante de sua gestão de resíduos em quatro canteiros de obras da construtora. Porém, para facilitar o andamento e apresentação dos resultados da pesquisa estas fases, foram simplificadas em primeira fase como fundação, segunda fase como estrutura, fechamento de alvenaria e parte inicial das instalações prediais, e terceira e última fase como parte final das instalações prediais, revestimento e acabamento. A Tabela 1 apresenta o levantamento do perfil dos resíduos gerados por fase de obra.

Tabela 1: Levantamento do perfil dos resíduos junto às fases da obra.

PRIMEIRA FASE: FUNDAÇÃO								
RESÍDUO	QUANTIDADE	CLASSIFICAÇÃO	COLETA INTERNA	TRANSPORTE INTERNO	ACONDIÇÃOAMENTO INTERNO	COLETA EXTERNA	DESTINO	HÁ SEGREGAÇÃO
ALUMÍNIO-MARMITEX	3m ³	B	MANUAL	SACOS-MANUAL	LIXEIRA DE ORG. E REJEITOS	CAMINHÃO LIMPEZA URBANA	ATERRO	NÃO
METAL	2 m ³	B	GERICA-MANUAL	MANUAL	ÁREA DE DESCARTE	CAMINHÃO CARROCERIA	RECICLAGEM	SIM
MADEIRA	20m ³	B	MANUAL	MANUAL	ÁREA DE DESCARTE	CAMINHÃO CARROCERIA	LAVANDERIA OU REAPROVEITAMENTO	SIM
SERRAGEM	10m ³	B	MANUAL	MANUAL	SACOS DE RÁFIA	CAMINHÃO CARROCERIA	ETE-CURTUME	SIM
PAPEL	12m ³	B	MANUAL	AMARRADOS E TRANSPORTADOS - MANUAL	CAÇAMBA PARA RECICLÁVEIS	CATADORES - CAMINHÃO BAÚ	RECICLAGEM	PARCIAL
PLÁSTICO	2m ³	B	MANUAL	MANUAL	CAÇAMBA PARA RECICLÁVEIS	CATADORES - CAMINHÃO BAÚ	RECICLAGEM	PARCIAL
SOLO ESCAVADO	19925,75m ³	A	RETROESCAVADEIRA	RETROESCAVADEIRA	NÃO ARMAZENADO	RETROESCAVADEIRA	REAPROVEITAMENTO	SIM
ENTULHO	25m ³	A	MANUAL	GERICA	CAÇAMBA	CAMINHÃO P/CAÇAMBA	ATERRO	NÃO
ORGÂNICOS E REJEITOS	3m ³	---	MANUAL	SACOS-MANUAL	LIXEIRA DE ORG. E REJEITOS	CAMINHÃO LIMPEZA URBANA	ATERRO	SIM
TOTAL DE RESÍDUOS GERADOS NA FASE							20.002,75m ³	
TOTAL DE RESÍDUOS GERADOS NA FASE SEM O RESÍDUO DE SOLO ESCAVADO							77m ³	

continua...

SEGUNDA FASE: ESTRUTURA, FECHAMENTO DE ALVENARIA E INSTALAÇÕES								
RESÍDUO	QUANTI DADE	CLAS SIFI CA ÇÃO	COLETA INTERNA	TRANSPORTE INTERNO	ACONDICIONA MENTO INTERNO	COLETA EXTERNA	DESTINO	HÁ SEGREGAÇÃO
RESÍDUO	QUANTI DADE	CLAS SIFI CA ÇÃO	COLETA INTERNA	TRANSPORTE INTERNO	ACONDICIONA MENTO INTERNO	COLETA EXTERNA	DESTINO	HÁ SEGREGAÇÃO
ENTULHO ¹	180m³	A	MANUAL	GERICA- CONDUTOR DE ENTULHO	CAÇAMBA	CAMINHÃO P/CAÇAMBA	ATERRO	PARCIAL
ALUMÍNIO- MARMITEX	3m³	B	MANUAL	SACOS-MANUAL	LIXEIRA DE ORG. E REJEITOS	CAMINHÃO LIMPEZA URBANA	ATERRO	NÃO
METAL	8m³	B	MANUAL	MANUAL E GERICA	ÁREA DE DESCARTE	CAMINHÃO CARROCERIA	RECICLAGEM	SIM
MADEIRA	180m³	B	MANUAL	MANUAL- GUICNHO	ÁREA DE DESCARTE E BAIA	CAMINHÃO CARROCERIA	LAVANDERIA OU REAPROVEITA MENTO	SIM
SERRAGEM	15m³	B	MANUAL	SACOS DE RÁFIA- MANUAL	ÁREA DE DESCARTE	CAMINHÃO CARROCERIA	REAPROVEITA MENTO	SIM
PAPEL EMBALAGEM CAL E CIMENTO	40m³	B	MANUAL	AMARRADOS E TRANSPORTADOS MANUALMENTE	ÁREA DE DESCARTE E BAIA	CATADORES - CAMINHÃO BAÚ	RECICLAGEM	PARCIAL
PAPELÃO, PAPEL DA ADMINISTRA ÇÃO	10m³	B	MANUAL	MANUAL- GUINCHO	LIXEIRA E BAIA	CAMINHÃO CARROCERIA	RECICLAGEM	SIM
PLÁSTICO OBRA E ADMINISTRA ÇÃO	15m³	B	MANUAL	MANUAL-SACOS- GUINCHO	LIXEIRA E BAIA	CAMINHÃO CARROCERIA	RECICLAGEM	SIM
ISOPOR	3m³	B	MANUAL	GUINCHO	CAÇAMBA	CAMINHÃO P/CAÇAMBA	ATERRO	NÃO
REJEITOS E ORGÂNICOS	3m³	---	MANUAL	SACOS-MANUAL	LIXEIRA DE ORG. E REJEITOS	CAMINHÃO LIMPEZA URBANA	ATERRO	SIM
TOTAL DE RESÍDUOS GERADOS NA FASE							457m³	
TERCEIRA FASE: INSTALAÇÕES PREDIAIS, REVESTIMETNO E ACABAMENTO								
RESÍDUO	QUANTI DADE	CLAS SIFI CA ÇÃO	COLETA INTERNA	TRANSPORTE INTERNO	ACONDICIONA MENTO INTERNO	COLETA EXTERNA	DESTINO	HÁ SEGREGAÇÃO
ENTULHO	300m³	A	MANUAL	GERICAS- GUINCHO	CAÇAMBA	CAMINHÃO P/CAÇAMBA	ATERRO	PARCIAL
PAPEL- ADMINIS TRAÇÃO	1m³	B	MANUAL	SACOS-MANUAL	LIXEIRA E BAIA	CAMINHÃO LIMPEZA URBANA	RECICLAGEM	PARCIAL
PLÁSTICO- ADMINIS TRAÇÃO	2m³	B	MANUAL	SACOS-MANUAL	LIXEIRA DE ORG. E REJEITOS	CAMINHÃO LIMPEZA URBANA	RECICLAGEM	PARCIAL
PLÁSTICO EMBALA GENS	3m³	B	MANUAL	MANUAL/GUIN CHO	BAIA	CATADORES - CAMINHÃO BAÚ	RECICLAGEM	SIM
PLÁSTICO PVC	3m³	B	MANUAL	SACOS-MANUAL	BAIA	CATADORES - CAMINHÃO BAÚ	RECICLAGEM	PARCIAL
PLÁSTICO EMBALAGENS ACABAMENTO	5m³	D	MANUAL	SACOS-MANUAL	BAIA	CATADORES - CAMINHÃO BAÚ	RECICLAGEM	PARCIAL
MADEIRA	5m³	B	MANUAL	GUINCHO	BAIA	CAMINHÃO CARROCERIA	LAVANDERIA OU REAPROVEITA MENTO	SIM

¹ Entulho neste caso inclui resíduos de alvenaria, concreto e resto de argamassa.

PAPEL CAL, CIMENTO E ARGAMASSA	6m ³	B	MANUAL	AMARRADOS E TRANSPORTA DOS -MANUAL	BAIA	CATADORES - CAMINHÃO BAÚ	RECICLAGEM	SIM
continua..								
TERCEIRA FASE: INSTALAÇÕES PREDIAIS, REVESTIMENTO E ACABAMENTO								
RESÍDUO	QUANTIDADE	CLASSIFICAÇÃO	COLETA INTERNA	TRANSPORTE INTERNO	ACONDICIONAMENTO INTERNO	COLETA EXTERNA	DESTINO	HÁ SEGREGAÇÃO
PAPEL EMBALAGENS	2m ³	B	MANUAL	MANUAL	BAIA	CATADORES - CAMINHÃO BAÚ	RECICLAGEM	SIM
METAL E FIOS	2m ³	B	MANUAL	MANUAL	ÁREA DE DESCARTE	CAMINHÃO CARROCERIA	RECICLAGEM FERRO VELHO	SIM
ALUMÍNIO-MARMITEX	4m ³	B	MANUAL	SACOS-MANUAL	LIXEIRA DE ORG. E REJEITOS	CAMINHÃO LIMPEZA URBANA	ATERRO	NÃO
GESSO	120m ³	C	MANUAL	GERICAS	CAÇAMBA	CAMINHÃO P/CAÇAMBA	RECICLAGEM FORNECEDOR	SIM
LATAS	10m ³	D	MANUAL	MANUAL	ÁREA DE DESCARTE	CARRO - EMPRESA DE PINTURA	REAPROVEITADO POR EMPRESA DE PINTURA	SIM
LIXAS	1m ³	D	MANUAL	SACOS-MANUAL	LIXEIRAS DE PAVIMENTOS	CAMINHÃO LIMPEZA URBANA	ATERRO	NÃO
TINTAS E MATERIAIS DE PINTURA	1m ³	D	MANUAL	LATAS-MANUAL	MATERIAL PARA CENTRAL DE SUPRIMENTOS	CAMINHÃO CARROCERIA	CENTRAL DE SUPRIMENTOS OU OUTRA OBRA DA EMPRESA	SIM
REJEITOS E ORGÂNICOS	3m ³	---	MANUAL	SACOS-MANUAL	LIXEIRA DE ORG. E REJEITOS	CAMINHÃO LIMPEZA URBANA	ATERRO	NÃO
TOTAL DE RESÍDUOS GERADOS NA FASE							468m ³	
TOTAL DE RESÍDUOS GERADOS NA EXECUÇÃO DA OBRA							20.927,75m ³	
TOTAL DE RESÍDUOS GERADOS NA EXECUÇÃO DA OBRA SEM O RESÍDUO DE SOLO ESCAVADO							1.002m ³	

A partir do levantamento dos resíduos gerados durante a execução de obras de médio porte, conforme Figuras 1 e 2, foi possível identificar que durante a execução de uma obra 96% dos resíduos estão na primeira fase da obra, 2% na segunda fase e 2% na última fase, porém desconsiderando o total de resíduos de solo escavado tem-se 8% dos resíduos na primeira fase, 45% na segunda e 47% na última.

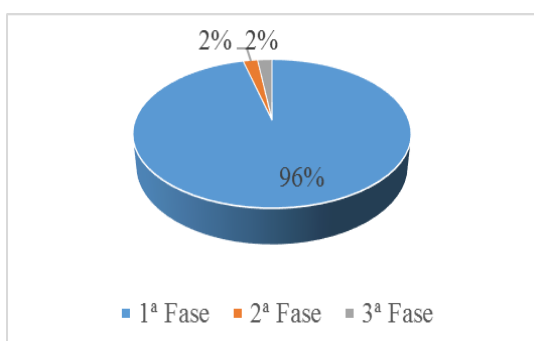


Figura 1: Resíduos gerados por fase de obra.

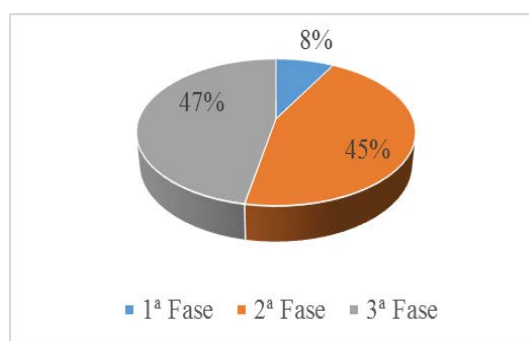


Figura 2: Resíduos gerados por fase de obra, desconsiderando o resíduo de solo escavado.

95% dos resíduos da primeira fase corresponderam ao resíduo de solo escavado e teve a destinação e uso imediato ao sair da obra, já que não estava contaminado. Portanto, o mesmo não exigiu grandes investimentos de recursos para sua gestão, transporte e destinação, portanto foi desconsiderado do quantitativo total de forma a facilitar a gestão dos demais resíduos gerados em menor quantidade que este na obra.

De posse destes dados foi possível apontar que a maior fase geradora de resíduos foi a última com 47% do total de resíduos gerados aproximando-se da porcentagem da segunda fase de 45%.

Durante a primeira fase da obra, conforme Figura 3, encontraram-se em maior quantidade o entulho (32%) e a madeira (26%). Na segunda fase, conforme Figura 4, os resíduos gerados em maior quantidade foram entulho (39%) e madeira (39%). Na terceira fase, conforme Figura 5, os resíduos gerados em maior quantidade foram entulho (64%) e gesso (26%).

O resíduo sólido gerado em maior quantidade na execução de uma obra, desconsiderando o resíduo de solo escavado, foi o entulho com um total de 50% seguido da madeira com 20% do total de resíduos gerados (Figura 6).

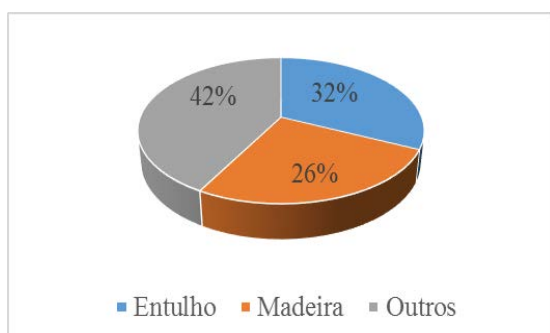


Figura 3: Resíduos gerados em maior quantidade na primeira fase da obra – desconsiderando o resíduo de solo escavado.

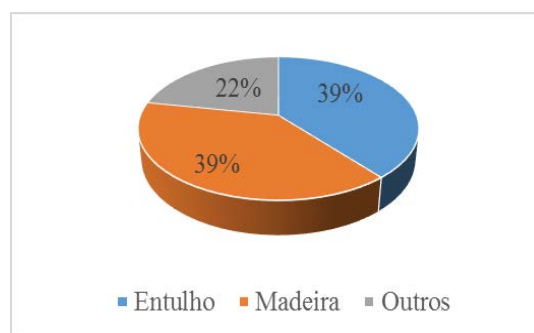


Figura 4: Resíduos gerados em maior quantidade na segunda fase da obra.

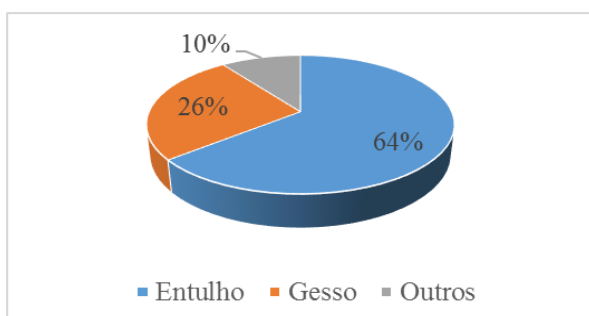


Figura 5: Resíduos gerados em maior quantidade na terceira fase da obra.

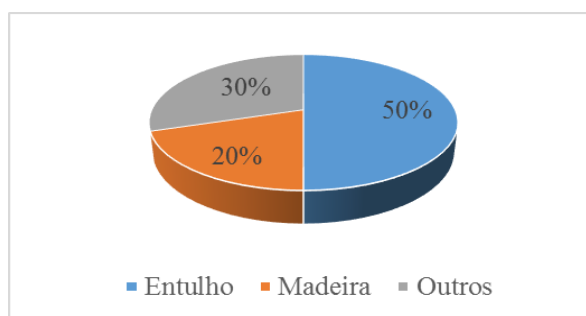


Figura 6: Resíduos gerados em maior quantidade durante a execução de uma obra.

Desconsiderando o volume de solo escavado, durante a execução da obra, 50%, dos resíduos gerados foram enquadrados junto à classe A que corresponde aos resíduos reutilizáveis ou recicláveis (Figura 7). Já os resíduos de classe B, que têm o perfil de resíduos recicláveis para outras destinações, apresentou-se em 35%. Com isso, 85% dos resíduos gerados eram passíveis de reciclagem. Este quantitativo destaca a importância da segregação dos resíduos na construção civil e sua destinação adequada.

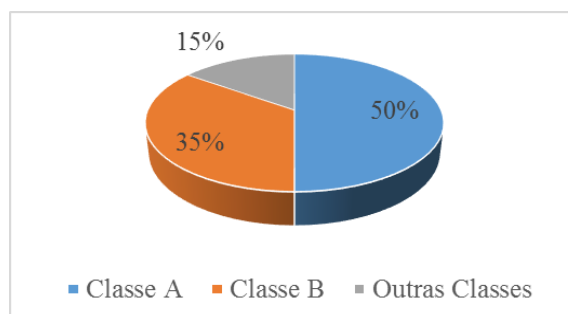


Figura 7: Classificação dos resíduos gerados em maior quantidade durante a execução de uma obra.

Quanto à coleta interna dos resíduos, foi feita predominantemente de forma manual ressaltando, nesse caso, cuidados específicos para que seja respeitada a legislação trabalhista.

Para o resíduo de solo escavado observou-se uma destinação final apropriada, uma vez que era avaliado e destinado imediatamente para terceiros não gerando com isso passivos ambientais e ainda colaborando para a redução de custos nesta fase da obra. A venda deste resíduo era abatida na prestação de serviços de escavação e transporte de solo escavado.

Alumínios de embalagens tipo marmitex erroneamente eram disponibilizados com orgânicos o que demanda de envolvimento maior da empresa para a sensibilização de colaboradores para a segregação do mesmo.

Na fase de fundação da obra observou-se um pequeno espaço no canteiro para o armazenamento dos resíduos. Com isso foi possível detectar resíduos misturados ao entulho junto à caçamba. Ainda assim, mesmo que em pequenas quantidades, foram também encontrados resíduos recicláveis misturados ao entulho junto a segunda e terceira fase também, o que implicaria em problemas no ato da reciclagem de resíduos classe A diante da qualidade do agregado a ser gerado.

Da destinação final dos resíduos numa obra, mesmo que para alguns casos a segregação seja parcial, 53% foram enviados para o Aterro Sanitário de Goiânia, 23% foram reciclados e 24% foram reaproveitados. Dos 23% dos resíduos que foram reciclados 51% foram destinados ao próprio fornecedor que se responsabilizou pela sua reciclagem (Figura 8).

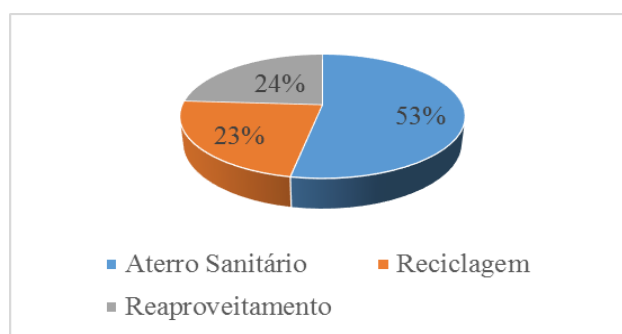


Figura 8: Destinação final dos resíduos durante a execução de uma obra.

Na primeira fase da obra 40% dos resíduos foram destinados ao Aterro Sanitário, 21% à reciclagem e 39% ao reaproveitamento (Figura 9). Durante a segunda fase da obra 41% dos resíduos foram destinados ao Aterro Sanitário, 43% ao reaproveitamento e 16% à reciclagem (Figura 10). Já na fase final da obra 66% dos resíduos foram destinados ao Aterro Sanitário, 31% à reciclagem e 3% ao reaproveitamento (Figura 11).

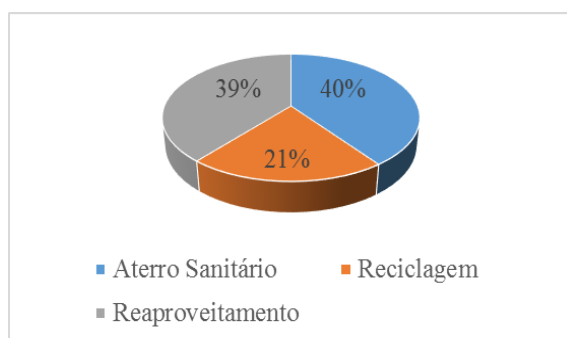


Figura 9: Destinação final dos resíduos na primeira fase da obra, desconsiderando o resíduo de solo escavado.

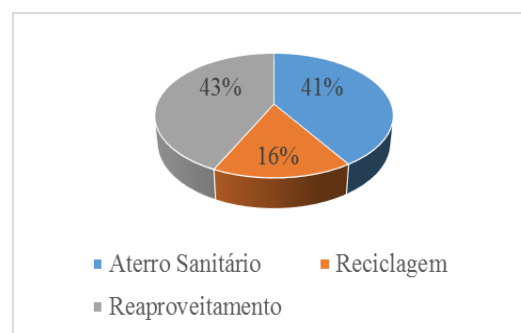


Figura 10: Destinação final dos resíduos na segunda fase da obra.

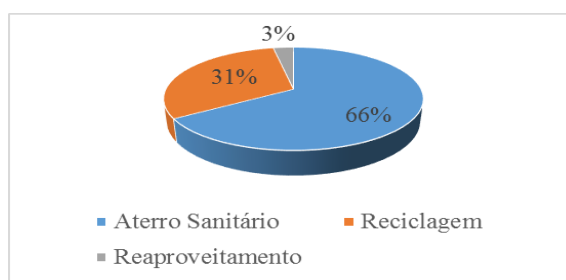


Figura 11: Destinação final dos resíduos na terceira fase da obra.

Por falta de uma área de triagem e transbordo em Goiânia, na época da realização da pesquisa, dos resíduos de classe A 100% foram destinados ao Aterro Sanitário da cidade de Goiânia, porém se neste caso em específico for considerado o resíduo de solo escavado 99% foram para reaproveitamento. Durante a pesquisa, o destino final do resíduo classe A para a pavimentação foi testado. Dos resíduos da classe B 4% foram destinados ao Aterro, 65% foram reaproveitados e 31% foram reciclados (Figura 12). Quanto aos resíduos de classe C 100% foram endereçados ao fornecedor que na ocasião apresentava tecnologia para a reciclagem do mesmo. 6% dos resíduos de classe D foram enviados para o Aterro Sanitário, 65% foram enviados para reaproveitamento e 29% foram destinados para reciclagem (Figura 13). 100% dos resíduos orgânicos e rejeitos foram enviados para o Aterro Sanitário.

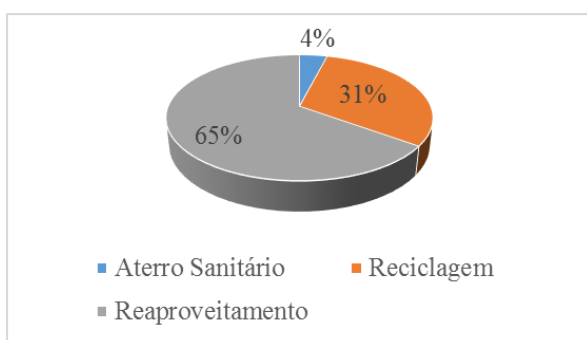


Figura 12: Destinação final dos resíduos de classe B.

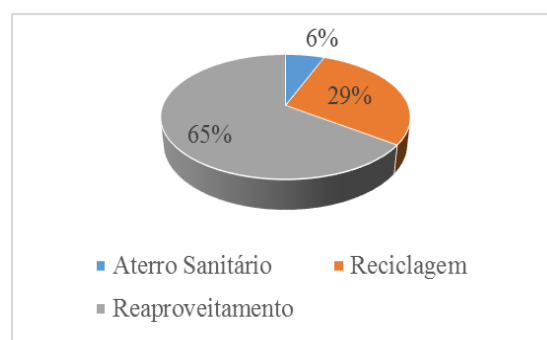


Figura 13: Destinação final dos resíduos de classe D.

Tais informações implicam que resíduos de classe A, durante a realização da pesquisa, não foram tratados na região com tecnologia já existente, com exceção do resíduo de solo escavado; resíduos de classe B foram reaproveitados mais do que reciclados, tal informação é de significativa importância, pois se parte do princípio que a última alternativa para o tratamento do resíduo é a reciclagem onde o reaproveitamento deve ser priorizado; se 100% dos resíduos de classe C foram reciclados faz-se necessária atenção especial na consideração deste como um resíduo que ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para a sua reciclagem/recuperação segundo a Resolução nº 307 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) (CONAMA, 2002); 29% dos resíduos de classe D foram direcionados para a reciclagem em conjunto com resíduos recicláveis como plástico, com isso é importante uma atenção especial para este desvio considerando neste caso o comportamento de seus componentes no processo de reciclagem; não é aceitável que resíduos de classe D, mesmo que 6% sejam destinados ao Aterro Sanitário.

Quanto à segregação dos resíduos em canteiro de obras 4% não foram segregados, 41% foram segregados e 55% foram segregados parcialmente (Figura 14). Tal situação, durante a realização da pesquisa, era esperada numa construtora que iniciava a implantação do seu Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos numa região que não dispunha de estrutura eficiente para o gerenciamento do resíduo em questão. A fase da obra que mais obteve dificuldades em segregar os seus resíduos foi a primeira fase e a que teve maior sucesso em sua segregação foi a segunda fase.

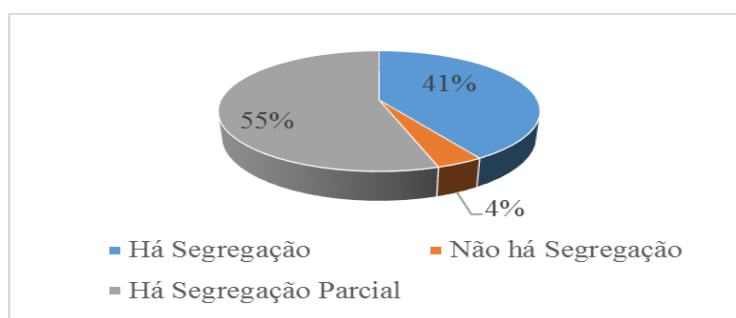


Figura 14: Segregação dos resíduos no canteiro de obras.

3.2 Sugestões de medidas de minimização de resíduos

Durante a realização da pesquisa foram diagnosticadas as seguintes ações que auxiliariam na minimização da geração de resíduos que foram:

- Dimensionamento de projetos que minimizem, no ato da execução da obra, os desperdícios de insumos como tijolos, cerâmicas, granitos e etc. Divulgação dessas medidas para os clientes, como, por exemplo, no manual do produto. É sugerida ainda a definição de um livro a ser entregue ao cliente após o término da obra que instrua a prática da coleta seletiva. Recomenda-se que seja acionada uma empresa de gestão condominial que, além dos serviços gerais, assumiria o compromisso de idealizar as ações deste livro do cliente viabilizando a prática contínua da coleta seletiva;
- Aquisição de materiais já modulados que minimizem a geração de resíduos como, por exemplo, telas de aço moldadas para a necessidade do empreendimento possibilitando a economia da matéria-prima, evitando os desperdícios e ainda otimizando a mão-de-obra do empreendimento;
- Aquisição de blocos cerâmicos e/ou de concretos que permitam a passagem de fiação elétrica sem que seja realizada a quebra desses materiais e consequente geração de resíduos além de otimizar a mão-de-obra;
- Aquisição de materiais sustentáveis de acordo com sugestões da certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) elaborada pelo USGBC (*United States Green Building Council*) como, por exemplo, tintas, solventes, colas e cimento;
- Promoção do controle de utilização de argamassa uma vez que foi diagnosticado na empresa um prejuízo significativo diante deste serviço. Foi relatado pela empresa um desperdício aproximado de R\$ 1.000.000,00 no ano de 2006 desse tipo de insumo;
- Contratação ou delegação de um profissional que desempenhe a função de auditor de qualidade. Em sua função ele deverá acompanhar minuciosamente parâmetros de qualidade da construção de um empreendimento. Este profissional deverá compor uma Comissão Contra o Desperdício a ser montada na empresa. Sugere-se que essa Comissão seja composta por outros profissionais representantes de outros departamentos que discutam ambas as esferas (financeira, técnica, operacional, mercadológica e etc) relacionadas à temática;
- O controle de materiais deve ser minucioso, eficiente e eficaz a fim de evitar desperdícios. Sugere-se então um projeto de layout padrão de almoxarifados e programas informatizados de controle de estoques. Se há controle de materiais há menor desperdício e consequentemente um volume menor de resíduos;
- Contratação de uma consultoria para a implementação da certificação LEED certificação essa que além de promover benefícios em atendimento às leis regulamentadoras da área, utilização racional de energia e água, tecnologias limpas, vantagem mercadológica em virtude de uma atuação social e ambiental responsável, possibilitará o gerenciamento eficaz dos resíduos.

3.3 Proposta de fluxograma e estrutura de armazenamento de resíduos para cada fase da obra

Toda a atividade de fluxos dos resíduos no canteiro deve ter um roteiro promovendo assim a otimização de coleta, transporte e armazenamento internos. Portanto, foram propostos três fluxogramas (Figuras 15, 16 e 17) sendo uma para cada fase da obra. Uma vez definidos os fluxogramas dos resíduos no canteiro, foram propostas três diferentes estruturas de armazenamento de resíduos de forma a manter a organização e garantir adequados acondicionamentos, carregamentos, transporte e destinação final dos resíduos.

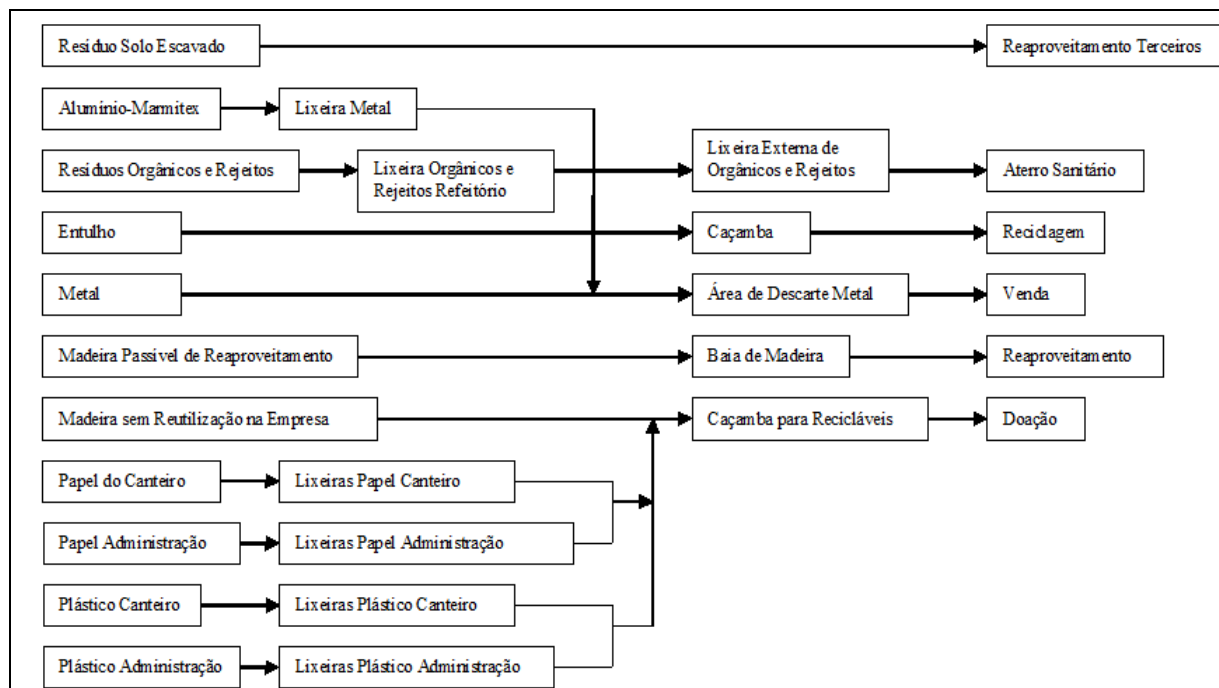


Figura 15: Fluxograma para a fase de fundação.

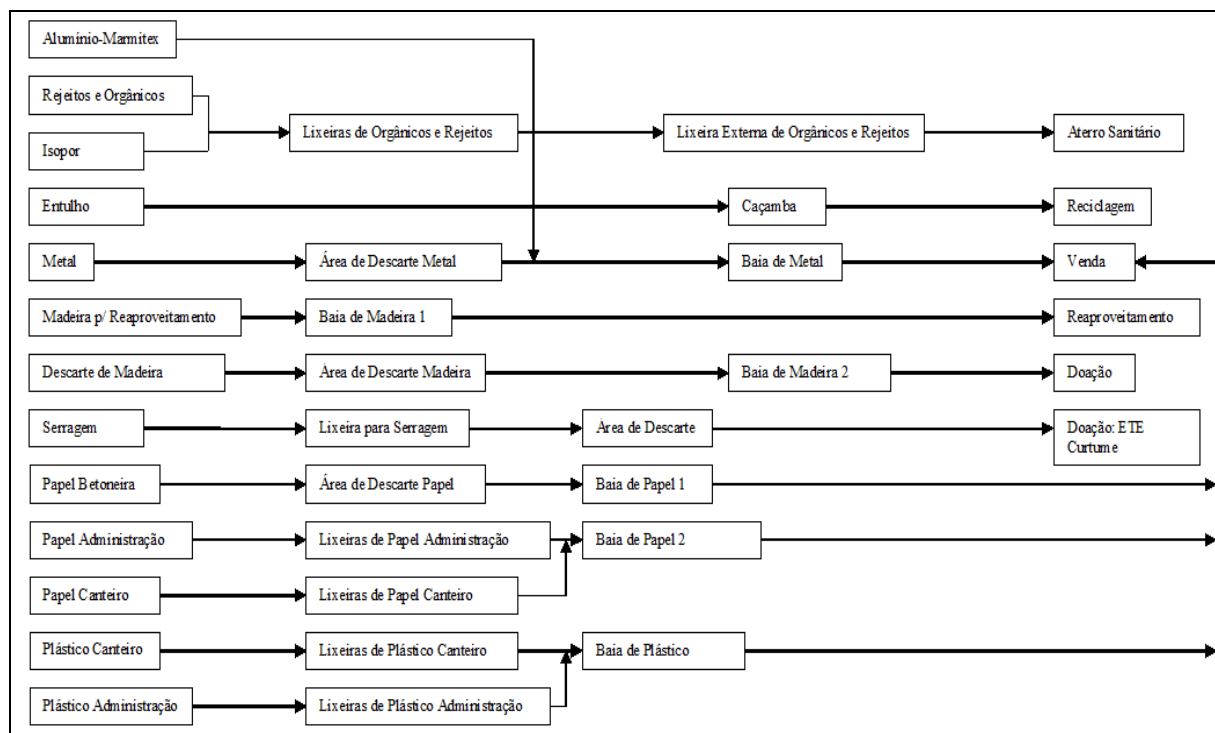


Figura 16: Fluxograma para as fases da obra de Estrutura, Fechamento de Alvenaria e Instalações Prediais.

Na primeira fase da obra, em virtude da não disponibilidade de espaço, geralmente não é possível a construção das baias e áreas de descarte, sendo assim sugere-se no mínimo uma caçamba exclusiva para materiais recicláveis e outra para entulho que são disponibilizadas na parte externa da obra. Porém, caso haja a possibilidade de se dispor das baias e áreas de descarte, estas deverão ser priorizadas.

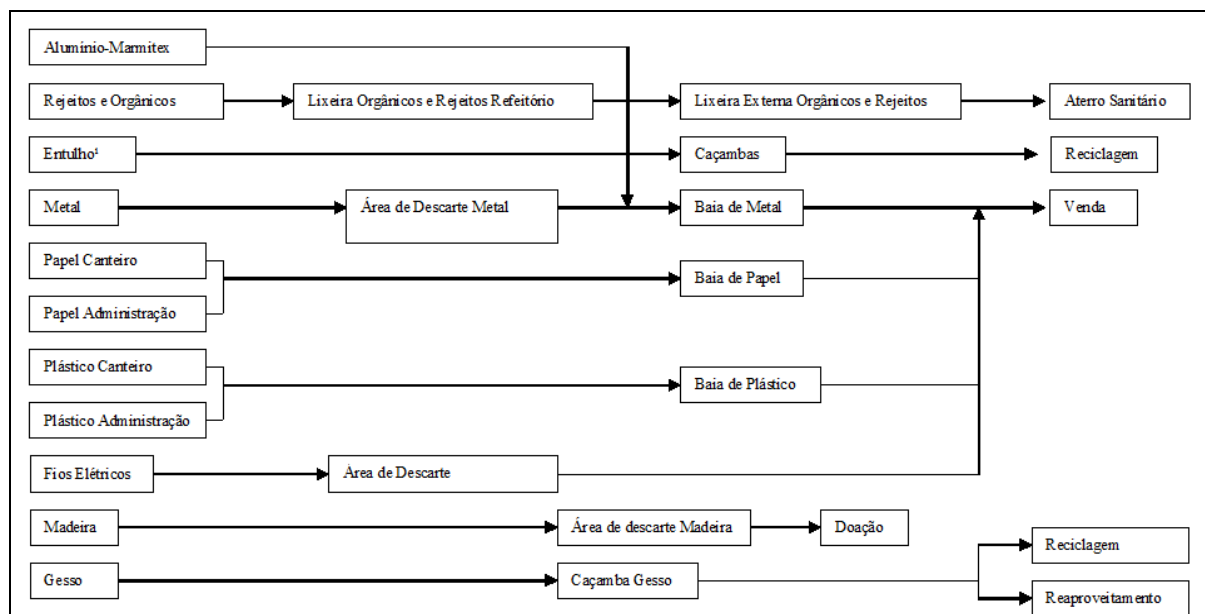


Figura 17: Fluxograma para as fases da obra de Instalações Prediais, Revestimento e Acabamento.

3.4 Dimensionamento da equipe

Para a eficiência desta proposta de programa de gerenciamento de resíduos de uma obra de médio porte recomenda-se a seguinte equipe:

- 1 gestor ambiental para o gerenciamento do programa;
- 1 estagiário para o suporte no gerenciamento;
- 1 funcionário de limpeza para a fase de fundação e 3 funcionários para as demais;
- 1 membro responsável de cada equipe empreitada: fundação e escavação, alvenaria, instalações elétricas e hidráulicas, carpintaria, armação, impermeabilização, contenção, pintura, assentamento de cerâmica, azulejo e granito, jardinagem, manuseio de gesso, limpeza de obra (para entrega de produto);
- 1 auditor de qualidade.

Para a eficiência de um programa como o apresentado faz-se necessário o envolvimento dos colaboradores como engenheiro civil da obra, mestre de obras, encarregado administrativo, técnico de segurança do trabalho, estagiário, diretoria, enfim, de toda a força de trabalho envolvida no planejamento e desenvolvimento de uma obra.

3.5 Definição de coleta externa e transporte para a destinação final dos resíduos para cada fase da obra

Como proposta de transporte e destinação final dos resíduos para cada fase da obra chegou-se a seguinte proposta conforme apresentado pela Tabela 2.

Tabela 2: Coleta Externa e Destinação Final dos Resíduos para Cada Fase da Obra		
PRIMEIRA FASE: FUNDAÇÃO		
RESÍDUO	TRANSPORTE	DESTINO
Solo Escavado	Caminhão Retroescavadeira	- Terceiros
Orgânicos e Rejeitos	Caminhão Limpeza Urbana	- Aterro Sanitário
Entulho	Caminhão para Caçamba	- Indústria de Reciclagem e Reaproveitamento - Pavimentação - Aterro Sanitário
Metal	Nesta fase não será transportado, pois é gerado em pequena quantidade. Este resíduo deverá ser armazenado na obra até que se obtenha uma quantidade viável para a venda.	
Madeira	Nesta fase não será transportado, pois é gerado em pequena quantidade. Este resíduo deverá ser armazenado na obra para a reutilização nas próximas fases de execução da obra até que se obtenha uma quantidade viável para a venda.	
Madeira sem utilização	Caminhão Baú ou Caminhão Carroceria	- Padarias - Lavanderias
Papel	Caminhão Baú	- Venda - Reciclagem - Catadores de Material Reciclável
Plástico	Caminhão Baú	- Venda - Reciclagem - Catadores de Material Reciclável
SEGUNDA FASE: ESTRUTURA, FECHAMENTO DE ALVENARIA E INSTALAÇÕES PREDIAIS		
Orgânicos e Rejeitos	Caminhão Limpeza Urbana	- Aterro Sanitário
Entulho	Caminhão para Caçamba	- Indústria de Reciclagem e Reaproveitamento - Pavimentação - Aterro Sanitário
Metal	Caminhão Carroceria	- Reciclagem – Ferro Velho
Madeira	Caminhão Carroceria	- Reaproveitamento em outra obra
Madeira sem utilização	Caminhão Carroceria	- Padarias - Lavanderias
Serragem	Caminhão Carroceria	- Reaproveitamento Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) Curtume
Papel	Caminhão Baú	- Venda - Reciclagem - Catadores da Material Reciclável
Plástico	Caminhão Baú	- Venda - Reciclagem - Catadores de Material Reciclável
TERCEIRA FASE: INSTALAÇÕES PREDIAIS, REVESTIMENTO E ACABAMENTO		
Orgânicos e Rejeitos	Caminhão Limpeza Urbana	- Aterro Sanitário
Entulho	Caminhão para Caçamba	- Indústria de Reciclagem e Reaproveitamento - Pavimentação - Aterro Sanitário
Papel	Caminhão Carroceria	- Venda - Reciclagem - Catadores de Material Reciclável
Plástico	Caminhão Carroceria	- Venda - Reciclagem - Catadores de Material Reciclável
Gesso	Caminhão para Caçamba	- Produção de blocos - Reaproveitamento para disposição em solo
Madeira	Caminhão Carroceria	- Padarias - Lavanderias
Metal	Caminhão Carroceria	- Reciclagem – Ferro Velho
Fiação Elétrica	Caminhão Carroceria	- Venda - Reutilização em outra obra
Latas de materiais de acabamento	Carro	- Reaproveitamento pela equipe de pintura
Tintas e materiais de pintura	Caminhão Carroceria	- Reutilização em outra obra

Neste ponto é interessante discorrer sobre a justificativa da proposta de transporte e destinação final apresentada. O transporte e destinação propostos foram os praticados na época da pesquisa entre 2007 e 2008. Quanto à destinação final de:

- Resíduo de solo escavado: se fez para terceiros, ou melhor, para a empresa terceirizada que realiza o serviço de escavações para a construtora, uma vez que o preço obtido com a venda deste produto será abatido no valor do serviço. Ressaltando que, durante a realização da pesquisa o resíduo de solo escavado, não apresentou nenhum caso de contaminação. Se por ventura este resíduo estivesse contaminado o mesmo deveria ser destinado para tratamento e a área deveria ser devidamente remediada antes do início da obra;

- Orgânicos e Rejeitos: a alternativa para a destinação final deste resíduo na região se fez para o aterro sanitário da cidade;
- Entulho ou Resíduo de Demolição e Construção de Classe A: durante a realização da pesquisa foram destinados à área da entidade responsável pelo desenvolvimento de pesquisa que dispõe de britadeira para a trituração deste resíduo a ser destinado para a pavimentação. Na indisponibilidade desta destinação, estes resíduos foram encaminhados para o Aterro Sanitário da cidade de Goiânia para a cobertura de camadas;
- Madeira: trata-se de um recurso escasso e caro onde como boa prática da construtora observou-se o não desperdício desta matéria-prima, com isso é interessante que toda a madeira passível de reaproveitamento seja reaproveitada. Findando a sua vida útil é recomendável, segundo demanda local, que este resíduo seja reaproveitado por terceiros como padarias e lavanderias;
- Papel, plástico e metal: durante a realização da pesquisa a cidade de Goiânia contava com grupo de catadores de materiais recicláveis e que vem se estruturando a fim de apoiar a cidade em suas práticas de coleta seletiva, porém ainda não dispunham de estrutura para se atender de pronto toda a demanda que a cidade dispõe para o serviço. Durante a pesquisa tentou-se doar 100% de seu resíduo reciclável para a comunidade de catadores de material reciclável, porém os mesmos não conseguiram atender a demanda da empresa. Com isso, a fim de não acumular muitos resíduos em canteiro de obras fez-se necessária a decisão de que quando a obra não tivesse uma demanda muito grande do serviço dos catadores, como na primeira fase da obra, que os resíduos de classe B fossem doados aos catadores e nas demais fases os mesmos seriam vendidos. Porém ainda assim primou-se pela responsabilidade social na empresa, onde toda venda advinda do resíduo vendido seria investida em projetos sociais para os próprios colaboradores a fim de motivá-los a sempre praticar a coleta seletiva. Ressalta-se ainda a importância de um apoio continuado ao movimento regional de catadores de materiais recicláveis uma vez que se trata da comunidade que direta e indiretamente são influenciadas na atuação da empresa na região. Durante a realização da pesquisa não foi possível a reciclagem de isopor;
- Serragem: em virtude de parceria realizada durante a realização da pesquisa com curtume da região fez-se interessante a proposta da destinação deste resíduo para o curtume que utiliza este resíduo em sua ETE e que custeava o transporte do resíduo;
- Gesso: Conforme o já mencionado anteriormente, durante a pesquisa foi firmada parceria com o fornecedor dos serviços específicos de acabamento onde o mesmo recolhia todo o resíduo para a fabricação de blocos de concreto que utilizava resíduos de gesso em seu processo de fabricação;
- Fiação elétrica: tal resíduo foi reaproveitado quando possível, porém mediante a impossibilidade de reaproveitamento, sugere-se sua venda. Vale considerar neste ponto os comentários realizados para os resíduos de classe B (papel, plástico e metal);
- Latas de material de acabamento: em virtude de demanda de reaproveitamento deste resíduo pela equipe responsável por serviços de acabamentos foi definida tal alternativa como a melhor para a destinação final deste resíduo;
- Tintas e materiais de pintura: vale neste item destacar a boa prática do não desperdício do tintas e materiais de pintura na construtora, onde neste caso foi comprada a quantidade exata a ser utilizada e mediante a sobras do produto o mesmo foi enviado para uma outra obra para o reaproveitamento deste produto.

4 CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A maior fase geradora de resíduos foi a fase final da obra com 47% do total de resíduos gerados. Nesta fase, os resíduos gerados em maior quantidade foram entulho (64%) e gesso (26%). Os resíduos sólidos gerados em maior quantidade na execução da obra foi o entulho com um total de 50% e madeira com 20%. 50% dos resíduos gerados na execução total da obra foram de classe A que corresponde aos resíduos reaproveitáveis ou recicláveis como agregados o que justifica uma maior importância para a disseminação de práticas de

segregação dos resíduos na construção civil. Considerando ainda que resíduos de classe B têm o perfil passível à reciclagem que por sua vez apresentou-se em 35%, ou seja, 85% são, no momento no cenário nacional, passíveis de reciclagem.

Para cada fase de uma obra deve-se dispor de um planejamento específico em virtude das características inerentes aos resíduos das fases. É possível gerenciar resíduos sólidos junto à construção civil mesmo que a região não disponha de estrutura para ampará-lo. Não se deve fugir da realidade e sim colaborar para a sua melhoria.

Mais do que atender à legislação ambiental no que tange ao Gerenciamento de Resíduos, um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos vem possibilitar melhoria de todo o processo de Gestão Ambiental, Social e Empresarial possibilitando com isso a Gestão Sustentável do empreendimento.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº. 307: Diretrizes, Critérios e Procedimentos para a Gestão de Resíduos da Construção Civil. Brasília, 2002.
2. JOHN, V. M. Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: Contribuição à Metodologia de Pesquisa e Desenvolvimento. São Paulo: Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2000.
3. MASTRELLA, B. Construção civil vive novo boom em Goiânia. Disponível em: http://www.hojenoticia.com.br/editoria_materia.php?id=13597>. Acesso em: 15 jan. 2009.
4. OLIVEIRA, V. L. E. Metodologia para Avaliação da Gestão e Práticas Ambientais das Empresas Construtoras: Aplicações em Empresas Goianas. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente). PPGEMA: Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2007.