

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Thiago Araújo Fiorio

Propostas para Gestão de Alguns Resíduos de Canteiros de
Obras da COMARA

Trabalho de Graduação
2009

Civil

Thiago Araújo Fiorio

**Propostas para Gestão de Alguns Resíduos de Canteiros de
Obras da COMARA**

Orientador

Prof. Dr. Emmanuel Antonio dos Santos (ITA)

Co-orientador

1º Ten. Eng. Luís Mauro Moreira de Sá (COMARA)

Divisão de Engenharia Civil

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

COMANDO-GERAL DE TECNOLOGIA AEROESPACIAL

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2009

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Divisão de Informação e Documentação

Fiorio, Thiago Araújo

Propostas para Gestão de Alguns Resíduos de Canteiros de Obras da COMARA / Thiago Araújo Fiorio
São José dos Campos, 2009.

65f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia Civil – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2009.
Orientador: Prof^o. Dr. Emmanuel Antonio dos Santos

1. Resíduos da Construção Civil. 2. COMARA. 3. Resíduos Explosivos I. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia Civil. II. Propostas para Gestão de Alguns Resíduos de Canteiros de Obras da COMARA.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FIORIO, Thiago Araújo. **Propostas para Gestão de Alguns Resíduos de Canteiros de Obras da COMARA**. 2009. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

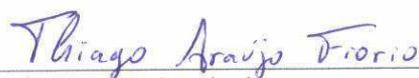
CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Thiago Araújo Fiorio

TÍTULO DO TRABALHO: Propostas para Gestão de Alguns Resíduos de Canteiros de Obras da COMARA

TIPO DO TRABALHO / ANO: Graduação / 2009

É concedido ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.



Thiago Araújo Fiorio

Rua Eliseu Oriá, 46 – Água Fria

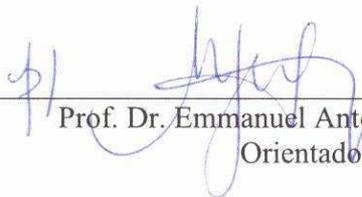
60830-740 – Fortaleza-CE

**PROPOSTAS PARA GESTÃO DE ALGUNS RESÍDUOS DE CANTEIROS DE
OBRAS DA COMARA**

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação

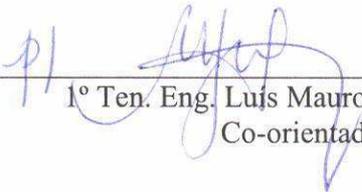


Thiago Araújo Fiorio
Autor



Prof. Dr. Emmanuel Antonio dos Santos
Orientador

Profª Maryangela G. de Lima



1º Ten. Eng. Luís Mauro Moreira de Sá
Co-orientador

Profª Maryangela G. de Lima



Prof. Dr. Eliseu Lucena Neto
Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

São José dos Campos, 25 de novembro de 2009

Dedico este trabalho a meus pais, que jamais pouparam esforços para me oferecer as melhores condições possíveis para eu conseguir chegar até aqui. Dedico também a meus irmãos, para os quais sempre busquei ser um bom exemplo e com quem sempre pude contar quando precisei. Dedico ainda ao meu amado filho, que representa minha grande fonte de felicidade, força e esperança. E por fim, a minha amada, que desde sempre guardo no pensamento e no coração.

Agradecimentos

A Deus, que durante sete árduos anos de minha vida, não me deixou faltar ânimo, força, vontade, fé; Que, mesmo nos momentos de intensas saudades, renúncias e sacrifícios, não me deixou desistir e me manteve de pé até o final dessa batalha.

A meus pais, Regina e Roberto, que sempre serviram como exemplo de caráter e de dedicação; nunca deixaram de acreditar e apostar em meu potencial e, em toda minha vida, consistiram-se em meu porto seguro, a quem recorro nas horas mais complicadas.

A meus irmãos, Bruno e Roberta, pela torcida eterna e pelo companheirismo que durará por toda nossa vida.

Ao meu filho amado, meu maior orgulho, que me serve de fonte de energia e inspiração nos momentos mais difíceis. Por ele eu não desistirei jamais da batalha.

A meu avô, Gerardo, que me apóia e incentiva, desde que eu era um jovem garoto, a me enveredar pelos caminhos dos estudos e é meu exemplo de superação e dedicação. A meu avô, Adelino, que infelizmente não pude conhecer, mas o trago sempre no coração. A minha avó Conceição, que sempre foi o maior porto seguro da família com toda sua sabedoria e experiência de vida, e hoje deixa uma grande lacuna impreenchível em minha vida. A minha avó Maria Luiza, poço de ternura e carinho, que sempre torceu pelo sucesso do neto.

À toda minha família, que também nunca deixou de acreditar e torcer por mim.

Aos meus queridos e inestimáveis amigos, tanto os de longas datas quanto os companheiros de guerra do ITA. Levarei sempre todos vocês no meu pensamento e no meu coração. Sem vocês, definitivamente, nada disso teria sido possível!

Aos mestres do ITA, em especial da Infra, que admiro muito e por quem tenho enorme carinho, consideração e reconhecimento, apesar dos cinco anos de “horrores” que passei na Divisão. Vocês foram parte fundamental de minha formação pessoal e profissional.

À Equipe Thor, pelas emoções, pelo ombro amigo e pela oportunidade extraordinária que me deram. Experiência fundamental e transformadora em minha vida!

Por fim, a personagens aparentemente figurantes, mas que tiveram, têm ou ainda terão presença importantíssima em minha vida: Juliana; Bell Marques, Durvalino e a galera do Axé Music; “Rubinho da Ragazzo”; Bozo; Fofão; Chaves; Serginho Mallandro (RÁ!); Trem da Alegria; Xuxa; Faustão; Jô; Ronaldo; Renato Aragão; Aviões, Mastruz e a galera do Forró; meus gatos-véis; parceiros efêmeros de bares; o homem do picolé na praia, a cordeira do trio elétrico e todas essas pessoas importantes, que muitas vezes passam despercebidas, mas contribuem para a minha vida ser a maravilha que ela é! A todos, meu “muito obrigado”!!

Se você pensa que é um derrotado,
você será derrotado.
Se não pensar, quero a qualquer custo,
Não conseguirá nada.
Mesmo que queira vencer, mas pensa que
não vai conseguir,
A vitória não sorrirá pra você.

Se você fizer as coisas pela metade
Você será um fracassado.
Nós descobrimos neste mundo
que o sucesso começa pela intenção da gente,
e tudo se determina pelo nosso espírito.

Se você pensa que é um malgrado
você se torna como tal.
Se você almeja atingir uma posição mais elevada
Deve, antes de obter a vitória
Dotar-se da convicção de que conseguirá
infalivelmente.

A luta pela vida, nem sempre é vantajosa
aos fortes, nem aos espertos
Mais cedo ou mais tarde
Quem cativa a vitória é aquele que crê plenamente:
“Eu conseguirei!”

(Filosofia do Sucesso – Napoleon Hill)

“Aconteça o que acontecer, continue respirando...”

Resumo

Questões relacionadas aos impactos ambientais e ao conceito de desenvolvimento sustentável têm ganhado bastante destaque e espaço em âmbito mundial e a COMARA encontra-se inserida neste contexto. A preocupação com o tratamento a ser dado aos resíduos produzidos em seus canteiros de obras de infra-estrutura na Região Amazônica foi ponto chave na elaboração do tema deste trabalho de graduação. Motivado pela inexistência de um manual prático de procedimentos para a gestão dos resíduos, este trabalho propõe diretrizes a serem aplicadas no trato de alguns resíduos importantes recorrentes nos canteiros de obras da COMARA. São eles: resíduos explosivos; resíduos de embalagens de cimento Portland e cimento asfáltico de petróleo (sacos multifoliados de papel Kraft); resíduos de embalagens de emulsão asfáltica (tambores metálicos); pneus usados e óleo queimado. Como resultados apresentam-se propostas e idéias tanto de soluções técnicas, inclusive com reaproveitamento dos resíduos em processos de construção civil, como de soluções alternativas, em que são empregados métodos artesanais e criativos para o reaproveitamento desses materiais em outras finalidades. É dado um enfoque maior aos resíduos explosivos por se tratar de um interesse mais urgente assinalado pela COMARA.

Abstract

Issues regarding environmental impacts and sustainable development have increasingly gained space and importance worldwide. It's within this context COMARA is inserted. Concerns about which treatment should be given to waste generated in-site during construction work located in the Amazon Region were the key points addressed by this study. Motivated by the current lack of a practical manual containing waste management procedures, this paper suggests some guidelines to be used when dealing with COMARA's most important and recurrent wastes: explosive waste; packaging waste of Portland cement and asphalt cement oil (multiwall Kraft paper bags), packaging waste of asphalt emulsion (metal drums), discarded tires and burnt oil. As final results, both technical solution (e.g.: reuse of waste in civil construction itself) and alternative solutions (creative in-house methods to reuse waste materials for other purposes) are presented. A closer and more detailed approach is given to explosive wastes since it is considered the most urgent topic by COMARA.

.

Lista de Figuras

Figura 1: Ilustração dos explosivos em bloco de rocha perfurado.	27
Figura 2: Ilustração dos explosivos e do “joão-de-barro” em bloco de rocha não perfurado. .	28
Figura 3: Etapa de instalação do cordel detonante do fogacho.	29
Figura 4: Foto de um modelo de embalagem em papel Kraft de 50 kg de cimento Portland. .	36
Figura 5: Padrão ABCP do design do saco de 50 kg de cimento Portland.....	37
Figura 6: Big Bag sendo erguido por empilhadeira e Big Bags empilhados.....	38
Figura 7: Imagem de Big Bag sendo transportada no interior de um depósito.....	38
Figura 8:Tijolos de Terra Compactada perfurados.....	40
Figura 9:Blocos de Terra Compactada perfurados	40
Figura 10:Ilustração de tambores metálicos utilizados para embalagens de CM-30.	46

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
CAP	Concreto Asfáltico de Petróleo
COMARA	Comissão de Aeroportos da Região Amazônica
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DE	Divisão de Engenharia da COMARA
DFPC	Diretoria de Fiscalização de Produtos Controlados
DOU	Diário Oficial da União
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
NR	Norma Reguladora
RCC	Resíduos de Construção Civil

Sumário

1. Introdução	14
1.1. Objetivo	16
1.2. Lista de Resíduos mais recorrentes em canteiros de obras da COMARA	16
2. Metodologia	19
3. Resolução Nº 307 do CONAMA	21
3.1. Classificação dos Resíduos listados pela COMARA	22
3.1.1. Resíduos Classe A	22
3.1.2. Resíduos Classe B	23
3.1.3. Resíduos Classe C	23
3.1.4. Resíduos Classe D	23
4. Princípio dos Três R's	24
5. Resíduos de explosivos	25
5.1. Pedreiras	25
5.2. Fogacho ou "joão-de-barro"	26
6. Diretrizes para gestão de resíduos explosivos	31
6.1. Resíduos de materiais utilizados em detonação	32
6.2. Soluções alternativas para desmonte secundário de rochas	34
7. Resíduos de embalagens de Cimento Portland	35
7.1. Embalagens de cimento Portland	35
7.1.1. Sacos de papel Kraft	35
7.1.2. Big Bags	37
8. Diretrizes para gestão dos resíduos de embalagens de cimento Portland	39
8.1. Krafterra	39
8.2. Sacos de papel Kraft	41
9. Resíduos de embalagens de materiais asfálticos	42
9.1. Embalagens de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)	43
9.2. Embalagens de Emulsões Asfálticas	44
10. Diretrizes para gestão dos resíduos de embalagens de materiais asfálticos	45
10.1. Sacos de cimento asfáltico de petróleo (CAP)	45
10.2. Tambores de emulsões asfálticas	45
11. Alguns outros resíduos produzidos em canteiros de obras da COMARA	48
11.1. Pneus usados	48

11.2. Óleo queimado.....	48
12. Diretrizes para a gestão de outros resíduos de canteiros de obras.....	50
12.1. Pneus usados.....	50
12.2. Óleo queimado.....	51
13. Considerações Finais.....	52
14. Sugestões para trabalhos futuros.....	53
Referências Bibliográficas.....	55
Anexo A – Resolução CONAMA N° 307.....	58
Anexo B – Capítulo III da R-105.....	62

1. Introdução

De acordo com o texto da Resolução Nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os Resíduos da Construção Civil (RCC), popularmente chamados “entulhos”, tecnicamente são definidos como todo rejeito de materiais utilizados na execução de etapas de obras em atividades de construção civil, podendo ser oriundos de obras de infra-estrutura, demolições, reformas, restaurações, reparos, construções novas, etc., tais como um conjunto de fragmentos ou restos de pedregulhos, areias, materiais cerâmicos, argamassa, aço, madeira, resumos de insumos asfálticos, etc. Como se pode observar, a Gestão dos RCC é de suma importância, visto tratar-se de expressivo volume, além de representar uma fonte de degradação ambiental. Quando não dispostos corretamente, são deixados nas margens de rios e córregos ou lançados em bota-foras não apropriados, causando sérios impactos ambientais que vão desde o visual negativo que provocam até o assoreamento ou bloqueio de cursos d’água, deposição de materiais tóxicos, degradação da flora e de recursos minerais e, conseqüentemente, sérios transtornos a comunidades e fauna locais.

Esta preocupação com a minimização de impactos ambientais e sustentabilidade das construções tem aumentado a cada ano no mundo inteiro, e a COMARA está inserida neste contexto. Alinhada com essa preocupação, a Divisão de Engenharia da COMARA, da qual fazem parte alguns oficiais engenheiros formados no ITA, propôs uma lista de temas a serem explorados como trabalhos de graduação pela turma de formandos de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica de 2009.

Uma das sugestões acabou dando origem a este trabalho. A idéia original proposta foi trabalhar o tema “Gestão dos Resíduos de Obras de Infra-Estrutura: Aplicação em Obras da COMARA”. O objetivo esperado pela COMARA seria a elaboração de um manual prático para ser aplicado na gestão dos resíduos produzidos em suas obras na Região Amazônica.

Após identificar os tipos de resíduos mais recorrentes em obras da COMARA e após uma visita técnica à sede da Comissão em Belém, pode-se entender a relevância que este tipo de trabalho tem, principalmente no que diz respeito à sua aplicabilidade e real necessidade para os profissionais dessa instituição.

Avaliando-se o escopo do tema proposto, decidiu-se delimitá-lo. Em ocasião da visita técnica, tomou-se conhecimento do grande interesse da COMARA em obter diretrizes para o tratamento e gestão dos resíduos produzidos em procedimentos nas suas pedreiras em que ocorre a utilização de métodos explosivos. A preocupação de sua Divisão de Engenharia

permanece concentrada sobre o que fazer com os restos de materiais explosivos após as operações de detonação e com materiais falhos que não poderão ser utilizados ou reutilizados nas detonações.

O principal problema levantado pela Divisão de Engenharia é a inexistência de um manual que supra seus engenheiros com as orientações necessárias para o trato desses materiais. Assim, como um dos resultados do estudo (na verdade, o principal resultado deste trabalho), busca-se apresentar diretrizes que possam ser praticadas na gestão de resíduos explosivos produzidos em canteiros de obras da COMARA, em especial em suas pedreiras, onde são produzidas brita.

Além de explorar medidas relacionadas à gestão de resíduos explosivos, será abordada a problemática das embalagens de cimento Portland, cimento asfáltico de petróleo (CAP) e emulsão asfáltica (CM-30). Outra preocupação da COMARA é sobre o que fazer com os restos de embalagens após a utilização desses materiais nas obras.

O cimento Portland é transportado e armazenado em sacos de papelão de 50 kg, que muitas vezes acabam sendo carregadas, por ação de ventos ou correntezas de rios, para o interior das florestas. Os que são recolhidos pelos profissionais acabam acarretando outra questão: o que fazer com eles? Que tratamento deve ser dado a eles? Contudo isso não é uma problemática enfrentada somente pela COMARA, mas também no cenário geral da Construção Civil. Assim, com este trabalho busca-se também apresentar algumas diretrizes ou soluções alternativas que vem sendo utilizadas no setor e que possam vir a serem empregadas pela COMARA visando sempre à minimização de impactos ambientais e a sustentabilidade.

No caso da problemática do cimento asfáltico de petróleo, ocorre algo semelhante por serem utilizadas embalagens duplas de papel multifolhadas. No caso das emulsões, as embalagens utilizadas são tambores metálicos de 200 litros. Nesse caso, os barris podem ser reutilizados algumas vezes por certo período de tempo. Após isso, são descartados ou reaproveitados em outras funções. Neste trabalho são apresentadas sugestões para esse reaproveitamento.

Por fim, faz-se uma breve abordagem sobre dois resíduos bem recorrentes nos canteiros de obras da COMARA e que têm muita relevância para a Comissão: pneus usados e óleo queimado. A exemplo dos outros resíduos abordados neste trabalho, são apresentadas propostas de diretrizes a serem aplicadas ao tratamento desses materiais.

Vale ressaltar que os canteiros de obras da COMARA não são convencionais. Todo o "lixo" e entulhos gerados devem ter um destino bem especificado e fiscalizado, pois as obras de infra-estrutura da COMARA se localizam meio da Floresta Amazônica. Um canteiro de

obra da COMARA é uma verdadeira “mini-cidade”, onde a equipe de profissionais vai literalmente viver durante o período de execução do empreendimento. Assim, além dos resíduos da construção civil comumente originado nos casos de obras convencionais, ainda existirá a geração de resíduos de uma comunidade, como por exemplo, os resíduos orgânicos de refeitórios e um considerável volume de resíduos sanitários (resíduos de banheiros).

1.1. Objetivo

O contexto da preocupação com a questão dos impactos ambientais provocados pela geração e mau gerenciamento dos RCC, somado à inexistência de um manual prático de procedimentos relacionado à gestão desses materiais na COMARA, foi o ponto forte da motivação deste trabalho.

Além de atender a essa necessidade técnica relevante ao órgão da Força Aérea, o trabalho objetiva dar uma contribuição à formação acadêmica e profissional do aluno. Isso se deve à oportunidade do contato direto com problemas reais em obras de engenharia de infraestrutura, em que se podem pôr em prática os ensinamentos acadêmicos recebidos.

O principal fruto a ser colhido com este trabalho é a elaboração de diretrizes para a tomada de decisões e definição de ações e procedimentos relacionados a alguns dos mais importantes tipos de resíduos produzidos em canteiros de obras da COMARA, dando ênfase especial à questão dos resíduos explosivos, aos sistemas de embalagens de cimento Portland, de cimento asfáltico de petróleo (CAP) e de emulsão asfáltica e a alguns dos resíduos sólidos mais recorrentes em canteiros de obras propriamente ditos.

Sintetizando, o objetivo principal deste trabalho é apresentar, para os resíduos definidos pela COMARA, procedimentos para minimizar o impacto ambiental visando à sustentabilidade nos canteiros da COMARA, através do reaproveitamento adequado destes materiais.

1.2. Lista de Resíduos mais recorrentes em canteiros de obras da COMARA

Com o auxílio da Divisão de Engenharia da COMARA, em especial com a ajuda do Tenente Engenheiro Luís Mauro, elaborou-se uma lista enumerando os resíduos mais

recorrentes em suas obras de infra-estrutura na Região Amazônica e, em alguns casos, um tópico específico a ser mais explorado. Para todos os resíduos listados, há interesse da Comissão em definir uma linha de diretrizes a serem adotadas como padrão para a sua gestão. É importante ressaltar que essa lista é a grande fonte de sugestões para trabalhos futuros. Todos os resíduos listados são de grande interesse para a COMARA e podem gerar trabalhos interessantes que possam complementar este ou abordar outros resíduos seguindo a mesma linha.

A) Obras de pavimentos flexíveis (asfalto)

- sacos de CAP (cimento asfáltico de petróleo);
- tambores de emulsão e de CM-30;
- fuligem retirada de piscina ácida de filtro via úmida das usinas de asfalto;
- entulhos das sapatas da usina;
- traço queimado; e
- produtos asfálticos: emulsão, CM-30 e CAP que viraram perdas.

B) Obras de pavimento rígido (concreto)

- sacos de cimento;
- aproveitamento de excesso de concreto;
- excedente de material de selagem de juntas;
- excedente de discos de máquinas de cortar pavimentos;
- pó de cimento; e
- saco de fibra vegetal/sintético.

C) Produção de brita (pedreira e britador)

- resíduos de materiais explosivos (resíduo apontado pela COMARA como prioritário para este estudo);
- brocas usadas;
- mandíbulas e girosféricos desgastados; e
- entulhos das sapatas do britador.

D) Oficinas de manutenção

- óleo queimado;
- peças substituídas (filtros, lâminas, mangueiras, parafusos);

- restos de tambores e recipientes de óleos lubrificantes;
- pneus usados;
- sucatas; e
- baterias.

E) Resíduos de obras de edificações

- entulhos de demolições;
- entulhos de telhas;
- resíduos de recipientes, embalagens e caixas de insumos;
- sucatas incluindo metais, vergalhões, etc.;
- resíduos de madeiras; e
- restos de tapumes e sinalização.

F) Canteiros de obras propriamente ditos

- lixo reciclado efetivo (restos de embalagem, de cigarro, garrafas pet, papel de bombons, papel, etc.);
- resíduos provenientes do refeitório; e
- restos de uniforme, EPI's, etc..

Na seqüência do trabalho, será apresentada a metodologia empregada para o estudo dos casos dos resíduos escolhidos e a proposta de diretrizes para suas gestões. Faz-se um destaque para a Resolução Nº 307 do CONAMA, que é o carro-chefe da legislação relacionada à gestão de resíduos no Brasil, e para o Princípio dos Três R's, muito em evidência nos dias de hoje.

Em seguida, os resíduos escolhidos para escopo do trabalho são abordados um a um, fazendo-se uma descrição deles e apresentando-se as propostas para a gestão desses materiais encontradas com a pesquisa.

Por fim, fazem-se as considerações finais do trabalho e as propostas de continuidade ou complementação do mesmo. Nos anexos, são apresentados a íntegra da resolução Nº 307 do CONAMA e alguns artigos da R-105 (Regulamento para Produtos Controlados), uma regulamentação do Exército Brasileiro que define diretrizes para o tratamento de materiais explosivos.

2. Metodologia

O presente Trabalho de Graduação foi fruto de tema sugerido pela Divisão de Engenharia da COMARA, que seria “Gestão dos Resíduos de Obras de Infra-Estrutura: Aplicação em Obras da COMARA”. Após aprovação do tema junto à Coordenação de Graduação do curso de Engenharia Civil-Aeronáutica do ITA, deu-se início às atividades de elaboração do trabalho.

Inicialmente, uma lista com os resíduos mais recorrentes em obras de infra-estrutura da COMARA foi elaborada com o auxílio do 1º Tenente Luís Mauro, da Divisão de Engenharia da COMARA e co-orientador deste TG. Foram listados praticamente todos os tipos de resíduos produzidos, compondo, assim, uma lista bastante extensa de itens de interesse da Comissão a serem explorados.

Com o apoio da COMARA, foi possível realizar uma visita técnica à sede dessa comissão em Belém, no estado do Pará. O intuito seria ter um contato mais próximo com o co-orientador do trabalho e a Divisão de Engenharia, a fim de compreender melhor a problemática do assunto e sentir de perto as dificuldades geradas pela inexistência de um manual com orientações acerca do destino a ser dado aos resíduos produzidos em canteiros de obras.

Em ocasião da visita, pode-se constatar a grandiosidade e a importância das obras de infra-estrutura desenvolvidas na Região amazônica pela COMARA. Não podendo ser diferente, também foi constatada a imensidão do escopo dos resíduos gerados em consequência da execução dessas obras. No item 2.1, apresenta-se uma lista resumo dos principais tipos de resíduos que são produzidos em canteiros de obras da comissão, elaborada com a colaboração de sua Divisão de Engenharia.

Dessa maneira, decidiu-se restringir o escopo do trabalho a quatro itens que, atualmente, são considerados com mais importância pela COMARA. São eles:

- Resíduos explosivos de pedreiras (dispositivos de fogachos);
- Resíduos provenientes de embalagens de Cimento Portland;
- Resíduos provenientes de embalagens de materiais asfálticos (cimento asfáltico de petróleo e emulsão asfáltica);
- Outros resíduos de canteiros de obras (óleo queimado e pneus usados).

Foi feita uma descrição detalhada acerca dos itens citados acima, a fim de especificar bem a problemática enfrentada pela COMARA com relação ao resíduo em questão.

A partir daí, procurou-se conduzir o trabalho para atingir seu objetivo maior: elaborar diretrizes para a gestão dos resíduos produzidos nos canteiros de obra. Para isso, buscou-se dar atenção a soluções alternativas de reutilização ou reciclagem do resíduo. Foram procuradas idéias desenvolvidas por entidades públicas, estudantes, organizações não governamentais, entre outras.

3. Resolução Nº 307 do CONAMA

Os resíduos gerados na construção civil podem ter origem nas perdas e desperdícios em todas as etapas de construção: concepção, execução e utilização. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução Nº 307 de 05/07/02-DOU de 17/07/02, estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais, tendo para esse fim definido as especificações de resíduos da construção civil (RCC).

Além disso, ficaram definidos as responsabilidades dos geradores, dos transportadores, o gerenciamento interno e externo, a reutilização, a reciclagem, o beneficiamento, aterro de resíduos, áreas de destinação de resíduos, assim como a classificação segundo as características físico-químicas. A Resolução prevê, ainda, o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil como instrumento para implementação da gestão da construção civil, a ser elaborado pelos Municípios e Distrito Federal, o qual deverá incorporar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Ainda de acordo com a Resolução, os RCC são definidos como os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos, caliça ou metralha.

A Resolução adverte que tais resíduos não podem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de "bota fora", encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei. Os resíduos são classificados em quatro classes, de A a D, cada qual devendo ter uma destinação:

Classe A: são os reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; e c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras. Nesta classe, os resíduos deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados,

ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil (a serem criados pelas Municipalidades), sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

Classe B: são os recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros. Estes deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

Classe C: são aqueles para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso. Neste caso, os resíduos deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Classe D: são os 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. A Resolução frisa que esses resíduos deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

No Anexo A deste trabalho, apresenta-se, na íntegra, a Resolução Nº 307 do CONAMA, que serviu de referência bibliográfica para este capítulo.

3.1. Classificação dos Resíduos listados pela COMARA

A seguir, apresenta-se a classificação dos resíduos listados no item 1.2 deste trabalho segundo a Resolução Nº 307 do CONAMA.

3.1.1. Resíduos Classe A

- entulhos das sapatas da usina;
- entulhos de demolições;
- aproveitamento de excesso de concreto;
- entulhos das sapatas do britador;
- pó de cimento;
- traço queimado; e
- entulhos de telhas.

3.1.2. Resíduos Classe B

- sacos de CAP (cimento asfáltico de petróleo);
- tambores de emulsão e de CM-30;
- produtos asfálticos: emulsão, CM-30 e CAP que viraram perdas.
- sacos de cimento;
- excedente de material de selagem de juntas;
- excedente de discos de máquinas de cortar pavimentos;
- saco de fibra vegetal/sintético.
- brocas usadas;
- mandíbulas e girosféricos desgastados; e
- óleo queimado;
- peças substituídas (filtros, lâminas, mangueiras, parafusos);
- restos de tambores e recipientes de óleos lubrificantes;
- pneus usados;
- sucatas;
- resíduos de recipientes, embalagens e caixas de insumos;
- sucatas incluindo metais, vergalhões, etc.;
- resíduos de madeiras; e
- restos de tapumes e sinalização.
- lixo do efetivo (restos de embalagem, de cigarro, garrafas pet, papel de bombons, papel, etc.);
- restos de uniforme, EPI's

3.1.3. Resíduos Classe C

- resíduos orgânicos provenientes do refeitório; e
- baterias.

3.1.4. Resíduos Classe D

- resíduos de materiais explosivos;
- fuligem retirada de piscina ácida de filtro via úmida das usinas de asfalto;

4. Princípio dos Três R's

Neste capítulo, faz-se uma breve explanação sobre o Princípio dos Três R's, que é mencionado nos capítulos subseqüentes por se enquadrar no contexto da gestão dos Resíduos da Construção Civil abordado neste trabalho de graduação.

A Agenda 21 foi um dos principais resultados da conferência Eco-92 ou Rio-92, ocorrida no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992. É um documento que estabeleceu a importância de cada país a se comprometer a refletir, global e localmente, sobre a forma pela qual governos, empresas, organizações não-governamentais e todos os setores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas sócio-ambientais.

A gestão sustentável dos resíduos sólidos pressupõe uma abordagem que tenha como referência o princípio dos 3 Rs, apresentado na Agenda 21: **Redução** (do uso de matérias-primas e energia e do desperdício nas fontes geradoras), **Reutilização** direta dos produtos, e **Reciclagem** de materiais. A hierarquia dos Rs segue o princípio de que causa menor impacto evitar a geração do lixo do que reciclar os materiais após seu descarte. A reciclagem de materiais polui menos o ambiente e envolve menor uso de recursos naturais, mas raramente questiona o atual padrão de produção, não levando à diminuição do desperdício nem da produção desenfreada de lixo. (GRIMBERG, 1998).

5. Resíduos de explosivos

A COMARA é responsável por levar obras de infra-estrutura para os lugares mais longínquos da região Amazônica. Isso implica em importantes questões de logística e gerenciamento de obras. Dentre as dificuldades desses empreendimentos, encontra-se a localização e utilização de jazidas minerais próximas aos locais de implantação da obra.

Para a realização da obra, é necessário conseguir uma pedreira para o suprimento de agregados. As duas principais pedreiras da COMARA são a de Moura, no Amazonas, e a de Monte Alegre, no Pará, ambas com uma produção anual de 30.000 toneladas de pedras cada uma. Para a obtenção de brita, recorre-se a procedimentos de desmonte do maciço rochoso e o mais utilizado é por meio de explosões. No item 5.1, apresenta-se uma descrição sobre as pedreiras e os procedimentos gerais utilizados em seus desmontes.

O principal dispositivo de desmonte de maciços rochosos utilizado pela COMARA é o fogacho ou “joão-de-barro”, como é chamado pelos seus engenheiros.

5.1. Pedreiras

A Norma Reguladora NR-21 de 08 de junho de 1978 (atualizada em 15 de dezembro de 1999), do Ministério do Trabalho e Emprego, que regulamenta trabalhos a céu aberto, define pedreira como “toda a ocorrência de rocha, em estágio de exploração industrial, sendo considerados os processos de extração: a frio, a fogo, a fogacho e misto”.

Ainda de acordo com a NR-21, “entende-se por exploração de pedreiras o conjunto de operações que permita a extração de pedras, ao natural, e a sua redução a formas de dimensões indicadas à utilização. Em toda pedreira de extração a fogo, a fogacho e mista, deve haver um *blaster*, responsável pela preparação das cargas, carregamento das minas, ordem de fogo, detonação e retirada das que não explodiram. E este é, igualmente, o responsável pelas instalações elétricas necessárias às detonações”. Um *blaster* é um profissional responsável pela detonação de minas ou pedreiras, sendo, inclusive, quem dimensiona a quantidade de explosivos necessária de acordo com o tamanho da pedra original e o grau de desmonte a ser atingido com o procedimento.

O principal intuito da utilização desse tipo de procedimento pelos profissionais da COMARA é a produção de brita para suas obras. A brita é o produto final da transformação

de um maciço rochoso presente em uma jazida mineral. Vários tipos de minerais são empregados no processo de produção da brita, sendo os mais comuns: granito, calcário e basalto. O processo é iniciado com a determinação do local de exploração, seguido da limpeza do maciço rochoso (retirada de vegetação e excesso de solo), perfuração da rocha, carregamento dos furos (colocação dos explosivos), detonação e transporte da pedra detonada para o beneficiamento. Vencidas estas etapas inicia-se o processo final de transformação da rocha em brita. (Pedreira Tremembé, 2008)

Um ponto ressaltado pelo material disponibilizado para consulta pela Pedreira Tremembé, no Maranhão, com orientações sobre a produção de brita é a com relação à limpeza prévia do local de exploração. Segundo as orientações, na eventualidade de existir uma camada vegetal no local a ser explorado, essa deve ser removida juntamente com o solo (argila, areia etc.), tornando o maciço rochoso apto para ser perfurado e evitando que o produto final seja contaminado com um mineral diferente e com resíduos orgânicos. O material não vegetal removido geralmente é utilizado como aterro (expurgo). (Pedreira Tremembé, 2008).

Existem dois procedimentos de desmonte: Primário, em que há a detonação do maciço rochoso gerando pedaços menores de rochas (as pedras); e Secundário, que consiste na fragmentação das pedras resultantes da britagem primária em pedaços menores próximos dos tamanhos em que serão utilizados nas obras. É neste segundo procedimento que se encaixa o fogacho ou “joão-de-barro” praticado pela COMARA.

5.2.Fogacho ou “joão-de-barro”

Durante a visita à sede da COMARA, pode-se compreender o que se trata o procedimento chamado pelos Comareanos de “fogacho” ou “joão-de-barro”. Os produtos do desmonte primário do maciço rochoso (grandes pedras) devem ser mais uma vez fragmentados para se alcançar tamanhos propícios para serem utilizados em obras ou para serem encaminhados aos equipamentos que os transformará em brita (de proporções ainda menores).

Inicialmente, prepara-se um grupo de pedras de médio porte a serem fragmentadas, colocando-as próximas uma das outras. Quando se dispõem dos equipamentos necessários, faz-se um furo em cada um dos blocos de rochas com o emprego de perfuratrizes pneumáticas

ou hidráulicas ou martelos pneumáticos. Em seguida, faz-se o carregamento dos furos com a colocação de explosivos (bananas de dinamite), em quantidades previamente determinadas. Segundo as orientações disponibilizadas pela Pedreira Tremembé, “o correto cálculo da quantidade de explosivos a ser empregada no carregamento é determinante para a obtenção de pedras no tamanho ideal para o beneficiamento primário”.

Assim, os furos são carregados com pequena quantidade de explosivo para serem detonados e se obter o tamanho final desejado. As orientações da Pedreira Tremembé ainda alertam para o fato de essa ser uma operação que requer muitos cuidados, pois ao contrário do desmonte do maciço rochoso é impossível controlar a direção que seguirão as pedras detonadas por fogacho. A equipe de detonação deve ser muito bem treinada e preparada e deve ainda sempre tomar todos os cuidados necessários na execução dessa tarefa.

Porém, no caso das detonações feitas pela COMARA, não são feitos os furos nos blocos de rochas. As bananas de dinamite são cobertas por uma porção de argila, daí o porquê da denominação de “joão-de-barro”, por ter a aparência de um ninho dessa ave. Essa cobertura de barro tem dois objetivos, que tentam se equivaler à função do furo ausente: direcionar o máximo possível a energia da explosão para a pedra e amenizar, também na medida do possível, o lançamento de partículas das pedras a distâncias fora da zona de segurança da operação. Nas Figuras 1 e 2, apresentam-se, respectivamente, as ilustrações do caso com furo e o caso com “joão-de-barro”.

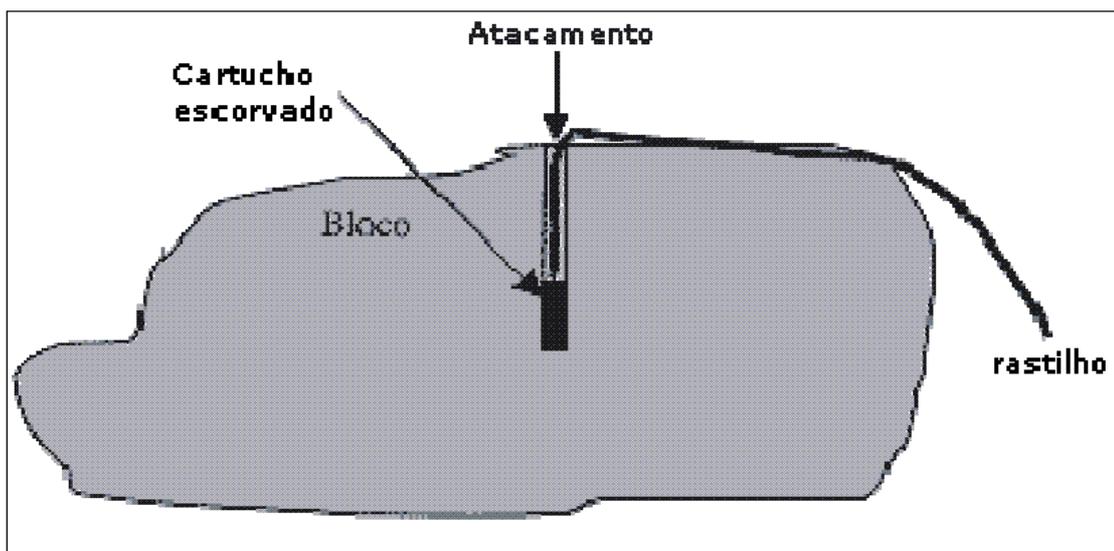


Figura 1: Ilustração dos explosivos em bloco de rocha perfurado.

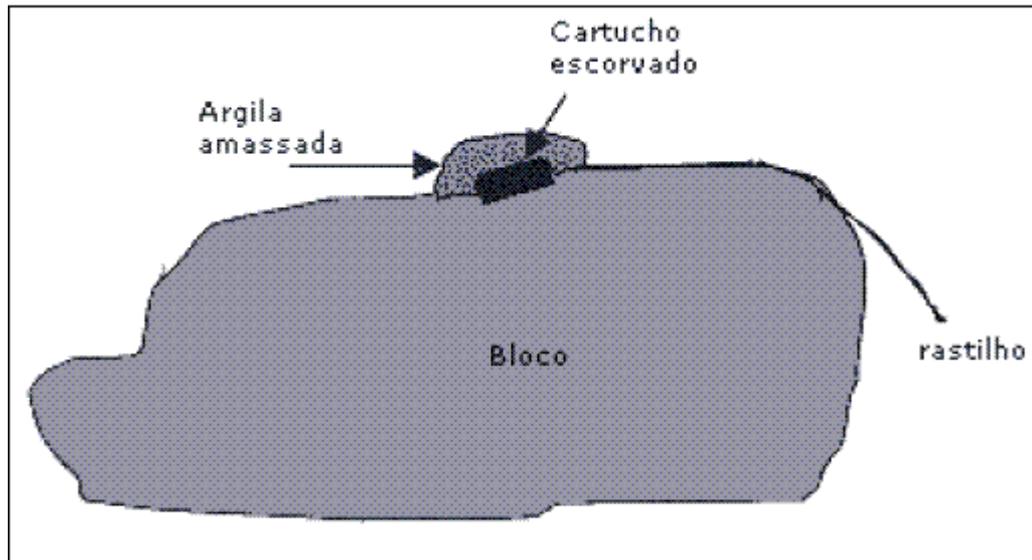


Figura 2: Ilustração dos explosivos e do “joão-de-barro” em bloco de rocha não perfurado.

Fonte: PEDREIRA TREMEMBÉ, 2009.

Após a colocação dos explosivos, faz-se a ligação entre eles por meio de um cordel detonante, montando uma rede de detonação em série. Por fim, instalam-se os acessórios iniciadores. Segundo as Instruções Técnico-Administrativas N° 22A/01 e N° 18/99 da Diretoria de Fiscalização de Produtos Controlados (DFPC), órgão de apoio técnico normativo subordinado ao Departamento de Material Bélico do Exército Brasileiro, os principais dispositivos iniciadores recomendados para esses procedimentos são: espoleta elétrica ou pirotécnica; estopim simples ou hidráulico; espoletas pirotécnicas montadas em estopins; conjunto iniciador montado, constituído por espoleta pirotécnica acoplada a tubo transmissor de onda de choque, não elétrico; e acendedores de fricção.

Na Figura 3, apresenta-se uma ilustração do dispositivo de cordel já instalado num conjunto de pedras a ser detonado para a fabricação de brita.

A Instrução N° 22A/01 ainda determina os tipos de explosivos que podem ser utilizados como explosivos nesses processos:

- dinamite nitroglicerina;
- dinamite tipo emulsão, encartuchada;
- dinamite tipo emulsão, bombeável; e
- dinamite nitrocarbonitrato.

Após o desmonte secundário, o material resultante é recolhido por uma escavadeira hidráulica, que deposita em caminhões para descarregamento no alimentador do britador primário. Esse britador é composto por duas mandíbulas que triturarão a rocha por

esmagamento (tipo moinho). A pedra, após passar pelo britador primário, terá seu tamanho reduzido para a dimensão mais adequada ao processo final de britagem, chamado de rebritagem. Essas pedras podem ser imediatamente transportadas para a rebritagem ou destinadas à formação de uma pilha intermediária (também conhecida como pilha pulmão). A pilha pulmão tem a finalidade de manter material em estoque para rebritagem. (PEDREIRA TREMEMBÉ, 2008).



Figura 3: Etapa de instalação do cordel detonante do fogacho.

Fonte: PEDREIRA TREMEMBÉ, 2009.

A produção de brita nas jazidas próximas às obras de infra-estrutura da COMARA na Região Amazônica é imprescindível para o êxito dessas. Desde que sejam atendidos os requisitos ambientais e sociais vigentes, não há como se pensar na execução dos grandes empreendimentos nas longínquas localidades atendidas pelos profissionais comareanos. Desse modo, alinhando-se com a postura de consciência sócio-ambiental assumida pela COMARA e sua busca por processos que prezem pela sustentabilidade do planeta, uma das principais

preocupações atuais da Comissão é com a gestão dos resíduos produzidos com os procedimentos de detonação descritos aqui, em especial com os resíduos de explosivos.

O principal problema apontado é a ausência de um manual técnico da Força Aérea que aponte as diretrizes para lidar com esse tipo de resíduo e orientações mais especificamente voltadas para a gestão desses resíduos na Região Amazônica, que tem uma importância ambiental, social, econômica e política a nível mundial.

Uma possibilidade levantada para essa questão é o levantamento de técnicas aplicadas por outras empresas de detonação e a verificação se os métodos empregados pelos profissionais da COMARA estão em acordo com os avanços tecnológicos e a modernização do setor. Isso, se verificado, pode ser uma forte causa de aumento da geração de resíduos nessa operação e, dessa forma, poder-se-ia, a partir da busca da modernização desses métodos, obter-se alguma redução significativa da produção de resíduos de materiais explosivos.

6. Diretrizes para gestão de resíduos explosivos

Para elaborar diretrizes para a gestão de resíduos explosivos, procurou-se pesquisar o que tem sido feito em situações similares no país. Houve uma grande dificuldade de se encontrar normas e regimentos que regulem o que deve ser feito com resíduos desse tipo, verificando-se, assim, que a Divisão de Engenharia da COMARA tem razão em se preocupar com isso.

Alguns resíduos explosivos (em especial, a pólvora negra) apresentam solubilidade extremamente alta e, portanto, não devem ser enterrados para não contaminarem o solo através de infiltração ou lixiviação, exceto para neutralização em caso de emergências. Além disso, o material explosivo pode naturalmente ocasionar danos ao meio ambiente e pessoas devido a explosões inesperadas ou aos gases de queima liberados em uma eventual detonação. (IMBEL, 2006).

Assim, podem-se separar os resíduos decorrentes de processos explosivos em dois grupos: materiais utilizados em detonações concretizadas; e materiais não detonados, que podem ser os acessórios que, de fato, não explodem ou que, por alguma falha eventual, não exerceram sua função detonante.

Segundo Daniel (1999), as possíveis causas para o aparecimento de explosivos deteriorados são: armazenagem em locais demasiadamente úmidos; molhagem acidental dos explosivos; tiros falhados; embalagens rasgadas ou danificadas; e exsudação da nitroglicerina.

Daniel (1999) ainda ressalta que explosivos deteriorados devem ser tratados com maior cuidado do que os explosivos em bom estado, sobretudo quando apresentarem sinais de exsudação. Isso porque “a nitroglicerina ou o nitroglicol quando exsudadas, explodem facilmente com um choque ou uma mudança brusca de temperatura”.

Para a definição das diretrizes apresentadas nessa seção, utilizou-se como embasamento os capítulos I, II e III do Título VII do Regulamento para Fiscalização de Produtos Controlados (R-105), que é a lei brasileira, com nova redação determinada pelo Decreto 3665 de 20 de novembro de 2000, que regula procedimentos relacionados a produtos controlados, como armas de fogo, munição e materiais explosivos. O R-105 foi elaborado pela DFPC, já citada no item 4.2 deste trabalho, subordinada ao Departamento Logístico do Exército Brasileiro. Os capítulos citados no parágrafo anterior versam justamente sobre destruição de materiais explosivos.

Foram encontradas inúmeras citações sobre o Manual Técnico Militar de Armazenamento, Conservação, Transporte e Destruição de Explosivos (T9-1903) em vários trabalhos relacionados com o tema “explosivos” disponibilizados na Internet. Contudo, não foi possível ter acesso a esse manual.

6.1. Resíduos de materiais utilizados em detonação

Via de regra, recomenda-se a destruição dos resíduos resultantes de procedimentos explosivos por meio de processo de combustão, desde que não haja a possibilidade de detonação durante essa atividade.

Segundo o Art. 223 da R-105, entre esses materiais residuários, incluem-se:

- pólvoras;
- altos explosivos;
- acessórios de explosivos;
- artifícios pirotécnicos;
- munições de armas de porte e portáteis; e
- agentes químicos de guerra, desde que seja garantida sua total conversão química em produtos cuja toxidez seja baixa o suficiente para permitir a sua liberação na atmosfera.

Assim, especificamente no caso do “joão-de-barro” da COMARA, devem ser incinerados todos os resíduos resultantes da detonação dos blocos de rocha, como restos de cordéis, estopins, mantopins, retardos e resquícios das bananas de dinamites.

No Anexo B deste trabalho, encontra-se a íntegra dos artigos 223 a 237, que correspondem ao Capítulo III da R-105 e versam sobre as Normas de Destruição de materiais explosivos.

A destruição desses materiais a céu aberto, por meio de processo de combustão, deve respeitar rigorosamente as condições mínimas de segurança prescritas no Art. 224 da R-105, que são:

“I - o local deverá distar mais de setecentos metros de habitações, ferrovias, rodovias e depósitos;

II - o local deverá estar limpo de vegetação e de material combustível num raio de setenta metros;

III - o material que aguarda a destruição deverá ficar protegido e afastado mais de cem metros do local de destruição;

IV - todo o material a ser destruído por combustão deverá ser retirado de sua embalagem;

V - deverão ser usados locais diferentes para cada combustão, para evitar acidentes pelo calor ou resíduos em combustão da carga anterior;

VI - a iniciação da combustão deverá ser feita por processo seguro e eficaz, de largo emprego e aceitação, e tecnicamente aprovado pela fiscalização militar;

VII - os equipamentos e materiais usados na iniciação da combustão ficarão sob guarda de elemento designado pelo responsável pela destruição;

VIII - o acionamento da carga de destruição, feito obrigatoriamente a comando do responsável pela destruição, somente poderá ocorrer após todo o pessoal estar abrigado e a uma distância segura, fora do raio de ação da combustão;

IX - trinta minutos após o término de cada combustão verificar-se-á se todo o material foi destruído;

X - o material não destruído em uma primeira combustão não deverá ser removido, sendo destruído no local;

XI - o pessoal empregado na destruição deverá estar treinado e equipado com meios necessários e suficientes para combater possíveis incêndios na vegetação adjacente ao local da destruição; e

XII - os locais de destruição deverão ser molhados no fim da operação.”

No parágrafo único do Art. 224 ainda é feita uma ressalva caso a distância de segurança mencionada no seu inciso I não possa ser obedecida devido a limitações de espaço no local. Ele recomenda que, nesse caso, a quantidade de material a ser destruído fique limitada ao prescrito no Anexo XV da R-105, intitulado “Tabelas de Quantidades-Distâncias”.

No capítulo 6 de seu Manual de Utilização de Explosivos em Explorações a Céu Aberto, Daniel (1999) apresenta uma descrição do procedimento a ser adotado para fazer a destruição de explosivos, apresentada a seguir.

“O procedimento normal consiste em fazer uma cama de palha seca ou outros produtos com características semelhantes, com espessura suficiente para assegurar a propagação do fogo e onde se colocam os explosivos a destruir, procurando evitar o contacto entre eles. Este leito, sobretudo quando utilizado para destruir explosivos nitrados, deve ser ativado com um pouco de ou outro combustível similar.

O terreno deve ser plano, seco e sem pedras ou outros sólidos desagregados e o fogo deve ser iniciado contra o vento, isto é, o sentido de avanço do fogo deve ser contrário ao do vento.

A iniciação pode ser feita com uma mecha de pelo menos 1 metro de comprimento com a ponta em contacto com um produto combustível, ou com um pequeno molho de palha seca, madeira ou mesmo papel seco. ”

6.2. Soluções alternativas para desmonte secundário de rochas

Neste item, faz-se uma consideração sobre o processo de desmonte secundário de blocos de rochas. Apesar de a COMARA utilizar métodos explosivos para isso, existem alternativas que dispensam a utilização de material detonante. Aqui, destacam-se dois métodos utilizados pela Pedreira Tremembé (2006):

A) *Drop-Ball*: Esfera de aço de peso elevado, que é lançada sobre o bloco de rocha, quebrando-o em pedaços menores e adequando-o ao emprego no britador primário;

B) Rompedor: Máquina de impacto, geralmente hidráulica, que quebrará o bloco de rocha em pedaços menores e adequando-o ao emprego no britador primário.

As principais vantagens em se utilizar esses métodos não explosivos estão mais relacionadas à redução dos impactos ambientais causados pelas explosões, como a emissão de gases poluentes na atmosfera, a produção de calor decorrente das combustões e a poluição sonora causada pelas detonações. Além disso, reduz os riscos de acidentes de trabalho, já que deixa de manipular, armazenar e transportar materiais perigosos.

7. Resíduos de embalagens de Cimento Portland

“Cimento Portland é a denominação convencionada mundialmente para o material usualmente conhecido na construção civil como cimento. O cimento Portland é um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob ação da água. Depois de endurecido, mesmo que seja novamente submetido à ação da água, o cimento Portland não se decompõe mais. O cimento Portland, misturado com água e outros materiais de construção, tais como a areia, a pedra britada, o pó-de-pedra, a cal e outros, resulta nos concretos e nas argamassas usadas na construção de casas, edifícios, pontes, barragens etc.” (ABCP, 2002).

Essa citação do Guia Básico de Utilização do Cimento Portland de 2002, da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) é uma boa descrição do mais importante material utilizado na Construção Civil. O volume de cimento utilizado em obras é enorme, de modo que sua movimentação exige grande demanda também de dispositivos que favoreçam seu transporte e armazenagem.

O contexto das obras de infra-estrutura da COMARA na Região Amazônica não foge dessa questão. O transporte de cimento para grandes obras é tradicionalmente feito de dois modos: a granel ou em pacotes (geralmente embalagens de 50 kg).

Na Região Amazônica, as equipes da COMARA fazem muito uso do transporte aquaviário fluvial devido à grande abundância de rios navegáveis. Assim, o suprimento a granel de cimento seria muito cômodo e prático. Contudo, muitas vezes tem-se que deslocar o grande volume desse material até uma determinada localidade mais longínqua e armazená-lo lá. Isso implica em recorrer à utilização de embalagens para a movimentação do material, que geralmente são feitas de papelão (papel Kraft de múltiplas folhas) (sacos de 50 kg).

7.1. Embalagens de cimento Portland

7.1.1. Sacos de papel Kraft

“O cimento é um produto perecível, portanto é preciso atentar para os cuidados necessários à sua conservação, pelo maior tempo possível, no depósito ou no canteiro de obras.”

O cimento é embalado em sacos de papel Kraft de múltiplas folhas. Trata-se de uma embalagem usada no mundo inteiro, para proteger o cimento da umidade e do manuseio no transporte, ao menor preço para o consumidor. Além disso, o saco de papel é o único que permite o enchimento com material ainda bastante aquecido, por ensacadeiras automáticas imprescindíveis ao atendimento do fluxo de produção (ao contrário de outros tipos de embalagem já testados, como a de plástico). Mas, o saco de papel protege pouco o cimento nele contido da ação direta da água.

Se o cimento entrar em contato com a água na estocagem, ele vai empedrar ou endurecer antes do tempo, inviabilizando sua utilização na obra ou fábrica de pré-moldados e artefatos de cimento. ” (ABCP, 2002).

Ainda de acordo com o Guia Básico de Utilização do Cimento Portland da ABCP, tomados todos os cuidados na estocagem adequada do cimento para alongar ao máximo sua vida útil, ainda assim alguns sacos de cimento podem se estragar. Às vezes, o empedramento é apenas superficial. Se esses sacos forem tombados sobre uma superfície dura e voltarem a se afofar, ou se for possível esfarelar os torrões neles contidos entre os dedos, o cimento desses sacos ainda se prestará ao uso normal. Caso contrário, ainda se pode tentar aproveitar parte do cimento, peneirando-o. O pó que passa numa peneira de malha de 5 mm pode ser utilizado em aplicações de menor responsabilidade, tais como pisos, contrapisos e calçadas, mas não deve ser utilizado em peças estruturais, já que sua resistência ficou comprometida, pois parte dele já teve sua hidratação iniciada, comprometendo, por conseqüente, a resistência. Nas Figuras 4 e 5, apresentam-se modelos padronizados pela ABCP de embalagens de cimento Portland



Figura 4: Foto de um modelo de embalagem em papel Kraft de 50 kg de cimento Portland.

Fonte: ABCP, 2002.

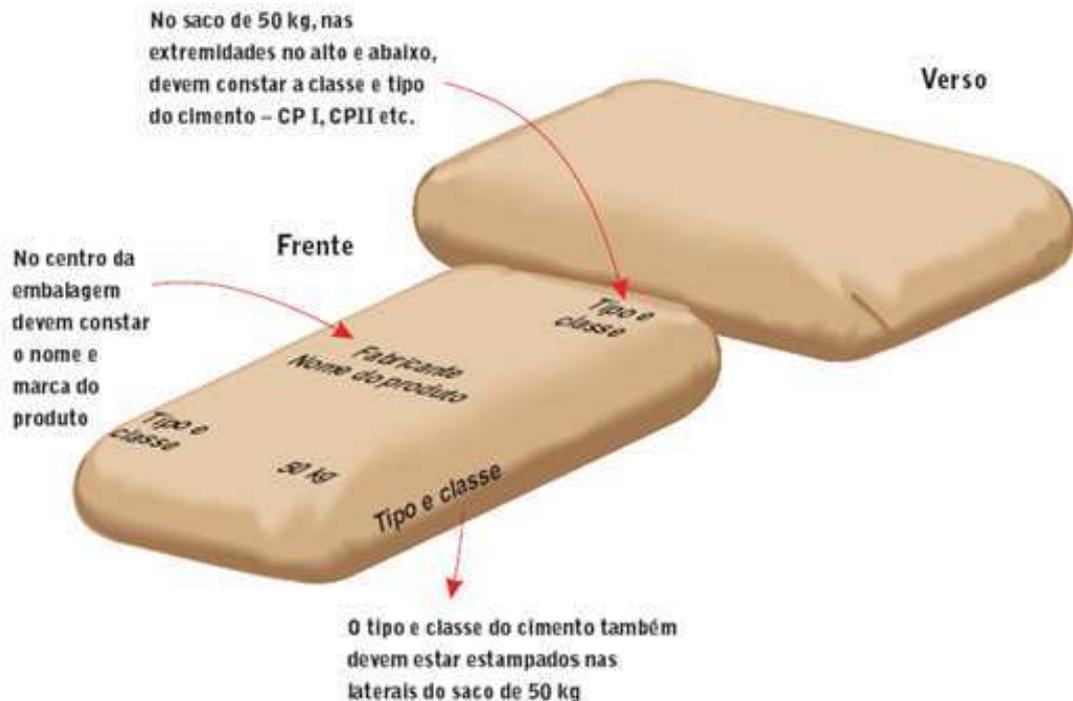


Figura 5: Padrão ABCP do design do saco de 50 kg de cimento Portland.

Fonte: ABCP, 2002.

7.1.2. Big Bags

Segunda a empresa de embalagens flexíveis Sandra Embalagens em sua página na Internet, utilizar Big Bags é a maneira mais simples e mais eficaz na manipulação, transporte e armazenamento de produtos em pó, granulados, químicos, petroquímicos, farmacêuticos, entre outros. Além disso, podem ser utilizadas várias vezes, contribuindo significativamente na redução de custos de aquisição do material, já que as embalagens de 50 kg em papel Kraft representam boa parcela do custo de produção do cimento Portland.

Material básico que constitui os Big Bags é o Polipropileno, que tem boa durabilidade. Assim, a vida útil de um Big Bag é muito longa, dependendo quase exclusivamente de como é feita sua conservação pelos profissionais que o utilizam.

Atualmente, existem Big Bags com capacidade para empacotar cerca de 1 tonelada ou 2 toneladas de cimento. Por exemplo, a J.P.S. Comercial de Madeiras e Embalagens Ltda. disponibiliza, para venda, unidades de Big Bags com dimensões de 900 x 900 x 1200 mm

(972 litros) ou 1006 x 1006 x 1900 mm (1922 litros). Nas Figuras 6 e 7, são apresentados exemplos de Big Bags carregados e empilhados.



Figura 6: Big Bag sendo erguido por empilhadeira e Big Bags empilhados.

Fonte: Adaptado de J.P.S. e SANDRA EMBALAGENS, 2009.



Figura 7: Imagem de Big Bag sendo transportada no interior de um depósito.

Fonte: JSANDRA EMBALAGENS, 2009.

8. Diretrizes para gestão dos resíduos de embalagens de cimento Portland

Alinhando-se com o princípio dos três R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), em evidência atualmente nas políticas de sustentabilidade e pregado em todo o mundo pelos diversos órgãos de meio ambiente, fez uma busca de procedimentos adequados para o tratamento dos resíduos de embalagens de papel Kraft.

Por estar contaminado pelo cimento, esse material não pode se juntar aos demais resíduos de papel aptos para a reciclagem convencional.

Depositar as embalagens usadas de papelão usadas em aterros sanitários seria um destino correto a esse material, porém não é a solução ideal baseando-se no conceito de desenvolvimento sustentável e o princípio dos três R's já mencionado.

Tendo como meta a gestão sustentável desse resíduo, fez-se uma pesquisa de possíveis alternativas para o reaproveitamento das embalagens de cimento. A seguir, apresentam-se as soluções consideradas mais interessantes.

8.1. Krafterra

Com a pesquisa, encontrou um interessante trabalho desenvolvido em ocasião do Doutorado do arquiteto Márcio Albuquerque Buson, professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB, em Brasília, com Estágio de Doutorado na Universidade de Aveiro, em Portugal. A seguir, apresenta-se a descrição resumida do trabalho de Buson, intitulado “Krafterra”, e disponibilizado no Blog “Arquitecturas de Terra” (2009).

“Krafterra é um projeto experimental de Doutorado em desenvolvimento na Universidade de Brasília (FAU/UnB) e na Universidade de Aveiro (DECivil/UA), em Portugal. O tema envolve o processo de produção e a análise de desempenho de blocos de terra compactada - BTCs - com a incorporação de fibras de papel Kraft proveniente da reciclagem de sacos de cimento.

A Indústria da Construção Civil gera uma grande quantidade de resíduos sólidos, o que proporciona um enorme impacto ambiental pelo fato desse entulho de obra ser em grande parte descartado na natureza sem qualquer aproveitamento ou tratamento. O estudo incide sobre o papel Kraft oriundo dos sacos de cimento, os quais na sua grande maioria não são reciclados por se encontrarem "contaminados" pelo cimento. Em Portugal, este

resíduo é considerado tóxico e perigoso, não sendo recomendada a sua coleta e/ou depósito nos ecopontos.” (Arquitecturas de Terra, 2009).

Nas Figuras 8 e 9, apresentam-se fotos de dois produtos dessa tecnologia de utilização do papel Kraft na produção de blocos e tijolos de terra compactada, em que as fibras do papel podem ser reaproveitadas originando novos materiais a serem empregados na construção civil.



Figura 8: Tijolos vazados de Terra Compactada perfurados.

Fonte: ARQUITECTETURAS DE TERRA, 2009.



Figura 9: Tijolos maciços de Terra Compactada perfurados

Fonte: ARQUITECTETURAS DE TERRA, 2009.

8.2.Sacos de papel Kraft

O papel que embala o saco de cimento é de muito boa qualidade. Um processo artesanal de reciclagem desse material é bastante simples e permitiu confeccionar bolsas ecológicas desenvolvidas por um estilista mineiro, Rogério Lima, segundo uma matéria apresentada no Setor Reciclagem, um portal de informações e serviços com extenso material para pesquisa na Internet.

A seguir, apresenta-se um trecho da matéria encontrada no site sobre a idéia de Lima em utilizar papel Kraft na confecção de acessórios de moda, que vão desde bolsas femininas a carteiras de bolso.

“Aliadas a tecidos e peças de metal ou envernizadas, as bolsas ilustram a preocupação com a reciclagem. Segundo Rogério, a idéia de usar os sacos de cimento surgiu na reforma do Showroom, lugar onde a grife vende por atacado. “Desde que Jum Nakao criou roupas recicláveis, fiquei com vontade de fazer algo parecido, mas achava que não era funcional”, conta. “Quando reformei meu Showroom, gastei muito saco de cimento. O setor financeiro da minha empresa ficou no meu pé dizendo que eu estava gastando muito dinheiro e que tantos sacos teriam que se pagar. Pensei em vendê-los, mas logo mudei de idéia e foi quando vi que poderia colocar em prática a vontade de fazer moda reciclável”, diz.

O sucesso foi tanto que Rogério já participou de feiras em Paris, Milão, Hong-Kong e atualmente fabrica as bolsas da grife Cavaleira - que já tem a linha de papel em todas as lojas da marca -. “Na edição 2008 da São Paulo Fashion Week, faltavam três dias para o desfile e o estilista Ronaldo Fraga me pediu para criar uma bolsa. Ele me deu algumas estampas relacionadas ao tema do desfile, que era o rio São Francisco, e escolhi a de um peixe. Fiz uma carteira grande de saco de cimento com um peixe feito em couro na frente. Ronaldo amou e brincou que a carteira ia roubar a cena das roupas”, conta.” (Setor Reciclagem, 2008)

Com relação aos procedimentos de reciclagem que podem ser praticados ainda no canteiro de obra, recomenda-se atentar para executar corretamente o corte do saco para não estragar ou espalhar pequenos resíduos de papel (além de não desperdiçar cimento), as embalagens devem ser separadas dos outros resíduos e lavadas em um tanque com água de chuva, por exemplo.

Após a secagem, o papel deve ser estocado até alcançar o maior volume possível. Recicladores compram toneladas de papel. A borra obtida na lavagem do papel ainda pode ser utilizada em trabalhos artísticos e se transformar em esculturas.

9. Resíduos de embalagens de materiais asfálticos

O asfalto é um dos materiais mais antigos empregados pelo homem. Desde a Mesopotâmia, até a Roma antiga, era utilizado em construções de estradas e até em vedação de barcos. Hoje é mais empregado em serviços de pavimentação. O asfalto oferece, frente aos outros produtos próprios para pavimentação, mais economia, durabilidade, além de facilidade e rapidez na aplicação. Existem diferentes tipos de asfaltos - materiais aglutinantes, de cor escura, sólidos, semi-sólidos ou líquidos - obtidos por um processo de destilação. (PETROBRÁS, 2009).

“As misturas asfálticas podem ser utilizadas em uma ou mais das camadas de uma estrutura de pavimento, como no revestimento, na base e na sub-base. Podem ser também utilizadas como sublastro em vias permanentes ferroviárias. A grande maioria das medidas de manutenção que são aplicadas aos pavimentos é constituída por técnicas baseadas em misturas asfálticas. Os materiais betuminosos que são usuais em pavimentação são misturas constituídas por agregados (graúdos, miúdos e “fíler”) e um ligante asfáltico.” (RODRIGUES, 2007).

A Petrobrás classifica os produtos asfálticos e os fabrica nas seguintes classes:

- Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP): uso direto na construção de revestimentos asfálticos.
- Asfaltos Diluídos de Petróleo (ADP): também conhecido como asfaltos recortados ou "cut-backs".
- Agente Rejuvenescedor: regenera o asfalto envelhecido e oxidado.
- Emulsão Recicladora: permite reciclar até 100% das misturas envelhecidas fresadas.
- Agente Anti-pó: aplicado em vias não pavimentadas, serve como impermeabilizante.
- Tapa Buracos: ideal para reparo de pavimentos asfálticos no caso de pequenas obras urbanas de água, gás, esgoto e eletricidade.
- Sela Trincas: preenche e impermeabiliza o vazio das trincas, evitando a entrada de água para o interior do asfalto.

Neste trabalho, nos deteremos à preocupação da COMARA em relação ao destino a ser dado às embalagens de dois tipos de materiais asfálticos: sacos de cimento asfáltico de petróleo (CAP) e tambores de emulsões CM-30.

9.1. Embalagens de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)

Cimento asfáltico de petróleo (CAP) é uma mistura de hidrocarbonetos pesados não voláteis, de elevada massa molecular, resultante do processo de destilação a vácuo do petróleo bruto. Seu principal componente é o Betume. (RODRIGUES, 2007).

“Betume é uma mistura de hidrocarbonetos de consistência sólida, líquida ou gasosa, de origem natural (encontrado em minas) ou processados fisicamente (aquecimento de petróleo e outros materiais orgânicos), completamente solúvel em bissulfeto de carbono (CS₂). Além da solubilidade no CS₂, outra característica dos betumes é seu poder ligante, que permite usá-los como aglomerante, da mesma forma que a cal, o gesso ou o cimento, com a vantagem que não se precisa adicionar água. Além disso, o betume é hidrófobo, repele água e nela não se dissolve. Daí o seu uso em impermeabilizações. Em resumo, o cimento asfáltico tem sido usado em aplicações de pavimentos, enquanto o alcatrão não, em virtude de possuir grande susceptibilidade térmica e de ser prejudicial à saúde podendo causar graves irritações na pele e nos olhos.” (SOARES, 2007)

“Cimento asfáltico ou CAP é um líquido muito viscoso, semi-sólido ou sólido à temperatura ambiente, que apresenta comportamento termoplástico - torna-se líquido se aquecido – e retorna ao estado original após resfriamento. É quase totalmente solúvel em benzeno, tricloroetileno e em dissulfeto de carbono. As especificações oficiais brasileiras de CAP, classificados tanto por viscosidade quanto por penetração, estão no Regulamento Técnico do Departamento Nacional de Combustíveis - DNC N°05 DE 11/03/93 – REGULAMENTO TÉCNICO DNC N°01/92 - REV 02.

No Brasil, especificam-se quatro tipos de CAP, classificados por penetração: CAP 30/45, CAP 50/60, CAP 85/100 E CAP 150/200 que se destinam exclusivamente aos produtos asfálticos da Fábrica de Lubrificantes do Nordeste - Lubnor e da Refinaria Landulfo Alves Mataripe - RLAM, oriundos de petróleos venezuelanos. A classificação brasileira, com base na viscosidade a 60°C, engloba os seguintes três tipos: CAP 7, CAP 20 e CAP 40 e se destina aos produtos asfálticos oriundos de misturas de petróleos brasileiros, argentinos, árabes e venezuelanos.” (SOARES, 2007)

Nos canteiros de obras da COMARA, esse material é transportado e armazenado em sacos antes de ser colocado nos tanques e dispositivos de armazenamento final e de mistura. Esses sacos são feitos de papel multifolhados, com um mínimo de três folhas, sendo a interna siliconada ou ainda em barricas de papelão siliconado.

Uma questão apresentada pela Divisão de Engenharia da Comissão foi o fato de o sistema de ensacamento do CAP ser composto por uma embalagem primária de contenção,

que fica em contato direto com o produto, e uma embalagem secundária externa. O saco externo é descartado, enquanto que o saco interno é jogado junto com o CAP no tambor misturador.

9.2. Embalagens de Emulsões Asfálticas

Nas emulsões asfálticas, um agente emulsificante faz com que o CAP fique em forma de glóbulos, dissolvidos em água e pequenos o suficiente para que sejam sujeitos a movimento Browniano. A emulsão asfáltica tem como principais características não gretar com o frio, não derreter com o sol, não fluir nem goteja, não contem dissolventes orgânicos, totalmente impermeável, passadas 24/48 horas não reemulsiona, é inodora, inerte e inatacável. Com a evaporação da água, o CAP envolve os agregados. (Teprocil, 2005)

Segundo Rodrigues (2007), as emulsões asfálticas, assim como os asfaltos diluídos, foram criados para possibilitar a execução de misturas, o seu espalhamento e compactação à temperatura ambiente, sem a necessidade de se aquecer o CAP de modo a se obter uma viscosidade suficientemente baixa para essas operações. As misturas podem ser feitas, portanto, “a frio”.

Por se tratar de material líquido de alta viscosidade, seu armazenamento e transporte devem ser feito em tambores metálicos, geralmente de 200 litros. A COMARA utiliza esse tipo de embalagem e a principal emulsão utilizada pela sua equipe de Engenharia é o CM-30. Os tambores podem ser reutilizados várias vezes para o mesmo fim, assim, trata-se de um tipo de embalagem com vantagens econômicas devido a esse fator.

Contudo, a preocupação da COMARA incide no momento em que o tambor perde essa finalidade, ou por sofrer algum dano que o inabilite para tal fim ou por simplesmente ter atingido o final de sua vida útil.

Nesse momento, o ideal seria terem-se soluções alternativas para os tambores e estes serem reutilizados no próprio canteiro de obras com outras funções. Um outra solução mais pragmática seria encaminhar os tambores sem condições de reuso para empresas especializadas em receber esse tipo de material e reciclá-los.

10. Diretrizes para gestão dos resíduos de embalagens de materiais asfálticos

Para elaborar algumas diretrizes para os resíduos mencionados no Capítulo 9, faz-se uso dos conceitos de embalagens retornáveis e embalagens descartáveis apresentados no artigo de Muraro *et al* (2006).

Segundo o artigo, embalagens retornáveis são definidas como aquelas que são passíveis de serem reutilizadas por várias vezes estabelecendo um fluxo de ida, na entrega dos produtos, e um fluxo de retorno, normalmente vazias para serem reutilizadas, motivo pelo qual se constitui de preocupação da logística reversa. Por outro lado, as embalagens descartáveis caracterizam-se por apresentarem somente o fluxo de ida ao mercado após o que serão descartadas de alguma forma, não havendo, portanto, o fluxo de retorno.

10.1. Sacos de cimento asfáltico de petróleo (CAP)

Pela definição apresentada na introdução deste capítulo, pode-se classificar o saco secundário da embalagem de cimento asfáltico de petróleo como uma embalagem descartável, pois não pode ser reutilizada para exercer a sua função original.

Desse modo, duas alternativas podem ser adotadas. Uma é encaminhá-la para como lixo para o aterro sanitário que acolhe os resíduos gerados no canteiro de obra em questão. Uma sugestão é utilizar esses sacos para ajudar a juntar e embalar os outros resíduos que têm o mesmo destino que eles.

A outra alternativa é similar à feita para os sacos de cimento Portland: encaminhar os sacos descartados a entidades locais especializadas em processos de reciclagem. Essas organizações poderão dar o tratamento devido a esse tipo de material.

10.2. Tambores de emulsões asfálticas

Como foi dito no capítulo anterior, uma possível solução para os tambores que perderam sua função de armazenar volumes de emulsões seria encaminhá-los para empresas especializadas em reaproveitar ou reciclar esse tipo de material.

Contudo, seria mais interessante utilizar idéias alternativas e até criativas para o reaproveitamento dos tambores em outras funções dentro do próprio canteiro de obra.

Segundo Muraro *et al* (2006), a utilização de tambores metálicos como embalagem alcança um número considerável de produtos, que podem ser transportados com tranqüilidade e comodidade, dependendo do revestimento que se dê à chapa internamente. Muraro *et al* (2006) ainda destaca entre esses produtos, líquidos de todos os tipos, produtos sólidos, pastosos, fluídos, semi-fluídos, em pó, granulados, etc. Diante do surgimento incessante de novas embalagens, sintéticas ou não, de fibra, de madeira compensada, de papelão, etc., o tambor metálico poderia estar prestes a desaparecer ou pelo menos, ter consideravelmente reduzido seu emprego. Porém, sua resistência e fácil manipulação contribuem para sua permanência e preferência. Na Figura 10, são mostrados exemplos de tambores metálicos.



Figura 10: Ilustração de tambores metálicos utilizados para embalagens de CM-30.

Fonte: TEPROCIL, 2005.

Dentre algumas idéias de utilizações alternativas no próprio canteiro de obras para os tambores que não mais servirem de embalagens para a emulsão asfáltica, pode-se citar: lixeiras, contêineres, depósitos para outros materiais ou para outros entulhos, churrasqueiras improvisadas.

Outra solução viável seria juntar um bom volume desse material e encaminhar para alguma empresa especializada em reciclagem ou reaproveitamento de materiais descartados, como é o caso dos tambores metálicos. Estas empresas são cada vez mais presentes no mercado e isso pode se tornar uma fonte complementar extra de renda no caso de se tratar de uma firma comercial. Como não se trata de uma fonte de renda considerável comparada com os custos totais de uma obra, pode-se optar por procurar instituições filantrópicas ou sem fins lucrativos que realizem trabalhos de reciclagem com esse tipo de material. Assim, seria mantido o alinhamento com os princípios ético e social da COMARA.

11. Alguns outros resíduos produzidos em canteiros de obras da COMARA

Em decorrência do cotidiano intenso com atividades de construção civil, um canteiro de obras da COMARA é um potencial gerador de resíduos. Dentre os resíduos críticos gerados, estão: lixo efetivo (resíduos orgânicos, embalagens de bens de consumo, garrafas PET, papéis usados, garrafas e potes de vidros, resíduos provenientes de refeitório, restos de uniformes e EPI's, serralharias, ferramentas e equipamentos quebrados, sucatas, entre outros.

Neste capítulo, escolheram-se dois importantes resíduos de canteiros de obras, apresenta-se um breve estudo sobre eles e algumas diretrizes que podem ser aplicadas na sua gestão e tratamento. São eles: pneus usados e óleo queimado de motores.

11.1. Pneus usados

“Os pneus foram inventados em 1845, depois que o norte-americano Charles Goodyear descobriu casualmente o processo de vulcanização da borracha, quando deixou cair borracha e enxofre no fogão.

Tornaram-se então substitutos das rodas de madeira e ferro, usadas em carroças e carruagens. A borracha além de ser mais resistente e durável, absorve melhor o impacto das rodas com o solo, o que tornou o transporte mais confortável e funcional.

A maior parte dos pneus hoje é feita de 10% de borracha natural (látex), 30% de petróleo (borracha sintética) e 60% de aço e tecidos (tipo lona), que servem para fortalecer ainda mais a estrutura.” (RECICLOTECA, 2009)

Pneus usados são resíduos bastante recorrentes nos canteiros de obras da COMARA devido à freqüente utilização dos veículos de apoio às obras, como tratores, escavadeiras, caminhões, veículos de transporte, entre outros. Assim, a Comissão busca soluções e diretrizes para o tratamento destes materiais.

11.2. Óleo queimado

Ainda relacionado com a utilização dos veículos citada no item anterior, há a recorrência de outro resíduo importante nos canteiros de obras da COMARA: o óleo queimado de motores.

Os óleos lubrificantes são substâncias utilizadas para reduzir o atrito, lubrificando e aumentando a vida útil dos componentes móveis das máquinas.

Os óleos lubrificantes podem ser de origem animal ou vegetal (óleos graxos), derivados de petróleo (óleos minerais) ou produzidos em laboratório (óleos sintéticos), podendo ainda ser constituído pela mistura de dois ou mais tipos (óleos compostos). Neste trabalho, o óleo referido é o de derivados de petróleo.

12. Diretrizes para a gestão de outros resíduos de canteiros de obras

Neste capítulo são apresentadas apenas algumas idéias de soluções para o reaproveitamento de pneus usados e óleo queimado produzidos em decorrência das atividades desenvolvidas nos canteiros de obras de infra-estrutura da COMARA na Região Amazônica. Esse seria um interessante escopo a ser abordado em trabalhos futuros devido à sua imensa literatura disponível e grande escopo passível de ser abordado.

12.1. Pneus usados

“Os pneus foram inventados em 1845, depois que o norte-americano Charles Goodyear descobriu casualmente o processo de vulcanização da borracha, quando deixou cair borracha e enxofre no fogão.

Tornaram-se então substitutos das rodas de madeira e ferro, usadas em carroças e carruagens. A borracha além de ser mais resistente e durável, absorve melhor o impacto das rodas com o solo, o que tornou o transporte mais confortável e funcional.

A maior parte dos pneus hoje é feita de 10% de borracha natural (látex), 30% de petróleo (borracha sintética) e 60% de aço e tecidos (tipo lona), que servem para fortalecer ainda mais a estrutura.” (RECICLOTECA, 2009)

A alternativa em construção civil mais empregada atualmente para o reaproveitamento de pneus usados é o asfalto borracha. Existem muitos trabalhos relacionados ao tema e esse tipo de pavimento vem sendo muito utilizado nos Estados Unidos. Seria uma solução técnica bastante interessante a ser aplicada pela COMARA, especialmente considerando-se a escassez de agregado apontada também pela Comissão.

Outra solução com aplicação em construção civil também é a utilização do pneu como agregado alternativo para a obtenção de um concreto mais deformável. Esse tipo de concreto apresenta resistência à compressão reduzida, sendo excelente para ser aplicado como protetores de postes de iluminação e de outras estruturas presentes em estradas e rodovias, pois pode minimizar a ocorrência de fatalidades devidas a acidentes de carro.

Outras soluções seriam encaminhar o material para empresas especializadas em recauchutagem de pneus; ou destiná-lo para indústrias de cimento ou indústrias de papel e celulose, as quais podem utilizá-lo como combustível alternativo em suas caldeiras, por serem menos poluentes.

Pensando em soluções mais artesanais e criativas, os pneus usados podem ser encaminhados para indústrias de solas de sapato, estofos de sofá, cintas, tapetes de carros, entre outras.

12.2. Óleo queimado

Duas soluções bastantes práticas e altamente aplicáveis nos canteiros de obras da COMARA são a utilização do óleo queimado como desmoldante de formas de peças de concreto armado e a sua reutilização como combustível em máquinas de motores menores, como as motosserras.

A reciclagem de óleos minerais queimados através de processos de re-refino é uma solução bastante abordada em estudos e trabalhos acadêmicos e poderia ser abordada pela COMARA também. Este tipo de tratamento baseia-se na remoção dos contaminantes, aditivos e produtos degradantes presentes no óleo queimado.

No Brasil, há empresas especializadas no recolhimento do óleo queimado para reaproveitá-lo em diversos fins. Inclusive, algumas chegam a pagar por volume recolhido. Essa também poderia ser uma outra solução para a COMARA com relação a esse tipo de resíduo.

O remanejamento ambiental de óleos usados, assim como de outros resíduos perigosos, deve partir do pressuposto de que é imperativo reciclar tudo o que seja possível e, somente se comprovada a impossibilidade de fazê-lo, o resíduo deve ser eliminado por queima ou incineração.

13. Considerações Finais

A pesquisa realizada para a execução deste trabalho de graduação permitiu constatar a imensidão da existência de trabalhos relacionados à temática da “Gestão de Resíduos da Construção Civil” no mundo. Isso confirma a importância que essa questão tem ganhado no atual contexto em que se fala muito do desenvolvimento sustentável do planeta, do princípio dos três R’s (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) e da minimização dos impactos ambientais.

Os resultados da pesquisa permitiram atingir o objetivo proposto neste trabalho, que foi propor diretrizes acerca da gestão dos resíduos escolhidos para serem abordados. Foram encontradas tanto soluções de âmbito técnico, com aplicação direta de engenharia e reutilização dos resíduos transformados em processos ainda de construção civil, como soluções alternativas, com caráter mais artesanal e de reaproveitamento dos resíduos em outras funções diferentes das originais.

Pode-se fazer uma abordagem sobre o conceito de embalagens retornáveis e identificar suas vantagens tanto de caráter econômico, pois refletem em redução dos custos dos materiais adquiridos, como de caráter ambiental, pois há uma considerável redução da produção de resíduos.

Com o trabalho, pode-se ter uma idéia da importância de se respeitar a legislação vigente e da responsabilidade que existe por trás das ações relacionadas à geração dos resíduos da construção civil. Toda medida para a gestão dos resíduos ser adotada e praticada pela COMARA deve estar dentro do que é estabelecido e permitido pela regulamentação em vigor dos órgãos fiscalizadores competentes (no caso da COMARA, o IPAAM – Instituto de Proteção Ambiental da Amazônia). Essas leis, normas e estatutos existem para promover tudo que foi citado aqui com relação ao conceito de sustentabilidade e preservação da Amazônia e suas riquezas, indo desde seus recursos minerais (jazidas e água), passando por sua diversidade biológica (fauna e flora), até chegar ao seu povo nativo (índios e populações ribeirinhas), que têm papel fundamental nesse contexto ambiental.

14. Sugestões para trabalhos futuros

A itemização inicial dos resíduos recorrentes em obras de infra-estrutura da COMARA pode, desde o início das tarefas, evidenciar a imensidão de pontos possíveis de serem abordados. Como sugestões de possíveis trabalhos futuros, propõe-se explorar essa lista escolhendo-se um número reduzido de resíduos, a fim de que se possa dar um tratamento mais aprofundado ao estudo e propor diretrizes mais eficientes e bem descritas.

Aqui, registra-se também a importância da visita técnica à COMARA e às suas obras. O contato direto e a convivência no dia-a-dia com um canteiro de obra é fundamental para a compressão perfeita da problemática levantada e do apuramento das dificuldades existentes. Uma possível forma de assegurar o êxito do trabalho seria atrelá-lo a um estágio curricular supervisionado de 500 horas ou a um estágio de férias de 160 horas na Divisão de Engenharia da COMARA. A distância em relação à COMARA e seus canteiros de obras realmente se caracterizou como um ponto de dificuldade para a realização deste trabalho de graduação.

Propõe-se também, como um possível e bom trabalho de graduação, a elaboração de um “Manual de Armazenamento, Transporte e destruição de Materiais Explosivos” para a Força Aérea. Ficou evidente, com este trabalho, que a FAB realmente é carente de um material desse tipo que lhe oriente em relação à gestão dos resíduos explosivos e ao tratamento geral de materiais de detonação ou até mesmo munições e fogos de artifício. Por outro lado, foram encontrados diversos materiais utilizados ou produzidos pelo Exército Brasileiro, o que poderia vir um estímulo maior para a COMARA desenvolver um trabalho nessa direção.

Outra sugestão feita é o desenvolvimento de um trabalho acerca da elaboração de soluções alternativas diferenciadas para o reaproveitamento de pneus usados. Este é um tema extremamente rico e com várias linhas de abordagem, dando destaque para a questão do asfalto-borracha e dos agregados alternativos para concreto. A questão do asfalto borracha é bem curiosa e polêmica, pois se discute muito o título de “material ecologicamente correto” dado a esse tipo de pavimento, que reaproveita um resíduo bastante prejudicial ao meio ambiente ao mesmo tempo em que contribui fortemente para o aquecimento global do planeta.

Enfim, há uma vastidão de trabalhos interessantes possíveis de serem desenvolvidos acerca do tema “gestão dos resíduos de canteiros de obras da COMARA”. E tratam-se de

questões reais presentes em nosso cotidiano e de resultados de elevada praticidade e aplicabilidade para a COMARA.

Referências Bibliográficas

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **O Guia Básico de Utilização do Cimento Portland**. 7ª Edição. São Paulo, 2002. 28 p.

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Sistemas construtivos à base de cimento**: Uma contribuição efetiva para a sustentabilidade da construção civil. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/desenvolvimento/arquivos_pdf/folder_sustentabilidade_A4.pdf> Acessado em 13 nov 2009.

ARQUITECTURAS DE TERRA. **Arquitecturas de Terra: KRAFTERRA**. Disponível em: <<http://arquitecturasdeterra.blogspot.com/2009/05/krafterraconferenciamarcio-buson.html>>. Acessado em 13 nov 2009.

1. BRASIL. Estado-Maior do Exército. T 9-1903: Armazenamento, conservação, transporte e destruição de munição, explosivos e artificios. 2ª Ed. Brasília: EGGCF, 2003.

BRASIL. Exército Brasileiro. **R-105: Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados**. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.dfpc.eb.mil.br/index.php?option=com_content&task=view&id=77>. Acessado em 18 nov 2009.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 19 (NR-19): Explosivos**. Brasília, 1978. Disponível em <http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentaDORAS/nr_19.pdf>. Acessado em 10 nov. 2009.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 21 (NR-21): Trabalhos a Céu Aberto**. Brasília, 1978. Disponível em <http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentaDORAS/nr_21.pdf>. Acessado em 10 nov. 2009.

DANIEL, Fernando. **Manual de Utilização de Explosivos em Explorações a Céu Aberto**. Lisboa, Portugal: Divisão de Minas e Pedreiras do IGM, 1999.

DFPC – Diretoria de Fiscalização de Produtos Controlados. **Instrução Técnico-Administrativa Nº 18/99**: Depósitos rústicos móveis. Ministério da Defesa, Brasília, 1999. Disponível em <<http://www.dfpc.eb.mil.br/>>. Acessado em 11 nov 2009.

DFPC – Diretoria de Fiscalização de Produtos Controlados. **Instrução Técnico-Administrativa Nº 22A/01**: Prestação de serviços de detonação a terceiros. Ministério da Defesa, Brasília, 2001. Disponível em <<http://www.dfpc.eb.mil.br/>>. Acessado em 11 nov 2009.

GOMES FILHO, Carlos V. **Levantamento do potencial de resíduos de borracha no Brasil e avaliação de sua utilização na indústria da construção civil**. Curitiba: IEP, 2007. Disponível em: <<http://www.lactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/CarlosVicente.pdf>> Acessado em 16 nov 2009.

GRIMBERG, Elizabeth; SOARES, A. P. M. **Coleta seletiva e o Princípio dos 3R's**. Porto Alegre: 1998. Disponível em: < <http://www.polis.org.br/publicacoes/dicas> > Acessado em 18 nov 2009.

IMBEL – Indústria de Material Bélico do Brasil. **Ficha de Informação de Segurança (FIS 02001): Pólvora negra**. Empresa Pública vinculada ao Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponibilizado em <<http://www.imbel.gov.br/>>. Acessado em 11 nov 2009.

J.P.S. COMERCIAL DE MADEIRAS E EMBALAGENS LTDA - PALLETS E ESTRADOS. **Site Comercial da Empresa**. Disponível em <<http://www.pallets.xpg.com.br/pallets.htm>>. Acessado em 13 nov 2009.

MURARO, C.; OLIVEIRA, F.; JUNIO, J.; ROBERTO, M.; KONISI, P. A tendência de utilização de embalagens retornáveis em indústrias – Um estudo exploratório no Brasil. **Revista Jovens Pesquisadores da Universidade Mackenzie**. v.3, n.5, dez., 2006.

PEDREIRA TREMEBÉ. **Como se produz brita.** Disponível em <<http://www.pedreiratremembe.com.br/produção.htm/>>. Acessado em 10 nov. 2009.

PETROBRÁS – Petróleo Brasileiro S.A.. **Produtos e Serviços: Produtos Asfálticos.** Disponível em: <http://www2.petrobras.com.br/portal/frame.asp?pagina=/produtos_servicos/port/produtos/produtos_asfalticos/produtos_asfalticos.asp&lang=pt&area=produtos>. Acessado em 15 nov 2009.

RECICLOTECA – Centro de Informações sobre Reciclagem e Meio Ambiente. **Borracha e o Pneu.** 2009. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/Default.asp?Editoria=5&SubEditoria=19>> Acessado em 18 nov 2009.

RODRIGUES, Régis Martins. **Engenharia de pavimentos:** parte I – projeto de pavimentos. São José dos Campos: ITA, 2007. Apostila de curso. 220p.

SANDRA EMBALAGENS. **Bigbags – Contentores Flexíveis.** Disponível em <<http://www.sandraembalagens.com.br/bigbags.html>>. Acessado em 14 nov 2009.

SETOR RECICLAGEM. **Reciclagem e Coleta Seletiva.** 2008. Disponível em <<http://www.setorreciclagem.com.br/modules.php?name=News&file=article&sid=751>>. Acessado em 13 nov 2009.

SOARES, Jorge Barbosa. **AULA 1 – Introdução a Pavimentos.** Fortaleza: UFC, 2007. Apostila de curso. 18p.

SOARES, Jorge Barbosa. **AULA 2 – Introdução ao Asfalto.** Fortaleza: UFC, 2007. Apostila de curso. 9p.

TEPROCIL – Tecnologias e Produtos para a Construção Civil. **Produtos: Emulsão Asfáltica.** São Paulo, 2005. Disponível em <<http://www.teprocil.com/Produtos/Betuminosos/Emuls%C3%A3oAsf%C3%A1ltica/tabid/410/Default.aspx>>. Acessado em 15 nov 2009.

Anexo A – Resolução CONAMA Nº 307

RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002 Publicada no DOU nº 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96

Correlações:

· Alterada pela Resolução nº 348/04 (alterado o inciso IV do art. 3º)

*Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos
para a gestão dos resíduos da construção civil.*

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA, no uso das competências que lhe foram conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, e

Considerando a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, conforme disposto na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001;

Considerando a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil;

Considerando que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental;

Considerando que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas;

Considerando que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos;

Considerando a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil; e

Considerando que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental, resolve:

Art. 1º Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Art. 2º Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, calça ou metralha;

II - Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução;

III - Transportadores: são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

IV - Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

V - Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

VI - Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;

VII - Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;

VIII - Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo a operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;

IX - Aterro de resíduos da construção civil: é a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe “A” no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente;

X - Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos.

Art. 3º Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III - Classe C - são os 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;

~~IV - Classe D - são os 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.~~

IV - Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. *(nova redação dada pela Resolução nº 348/04).*

Art. 4º Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

§ 1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei, obedecidos os prazos definidos no art. 13 desta Resolução.

§ 2º Os resíduos deverão ser destinados de acordo com o disposto no art. 10 desta Resolução.

Art. 5º É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, o qual deverá incorporar:

- I - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e
- II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Art. 6º Deverão constar do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil:

I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores.

II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;

IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

V - o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;

VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Art. 7º O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil será elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

Art. 8º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos geradores não enquadrados no artigo anterior e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

§ 1º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de empreendimentos e atividades não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, deverá ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, em conformidade com o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

§ 2º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, deverá ser analisado dentro do processo de licenciamento, junto ao órgão ambiental competente.

Art. 9º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

- I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;
- III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
- IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Art. 10. Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

- I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
- IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Art. 11. Fica estabelecido o prazo máximo de doze meses para que os municípios e o Distrito Federal elaborem seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, contemplando os Programas Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil oriundos de geradores de pequenos volumes, e o prazo máximo de dezoito meses para sua implementação.

Art. 12. Fica estabelecido o prazo máximo de vinte e quatro meses para que os geradores, não enquadrados no art. 7º, incluam os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento dos órgãos competentes, conforme §§ 1º e 2º do art. 8º.

Art. 13. No prazo máximo de dezoito meses os Municípios e o Distrito Federal deverão cessar a disposição de resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de “bota fora”.

Art. 14. Esta Resolução entra em vigor em 2 de janeiro de 2003.

JOSÉ CARLOS CARVALHO
Presidente do Conselho

Este texto não substitui o publicado no DOU, de 17 de julho de 2002.

Anexo B – Capítulo III da R-105

Art. 223. Poderão ser destruídos por combustão, desde que não haja possibilidade de detonarem durante o processo:

- I - pólvoras;
- II - altos explosivos;
- III - acessórios de explosivos;
- IV - artifícios pirotécnicos;
- V - munições de armas de porte e portáteis; e
- VI - agentes químicos de guerra, desde que seja garantida sua total conversão química em produtos cuja toxidez seja baixa o suficiente para permitir a sua liberação na atmosfera.

Art. 224. A destruição a "céu aberto" pelo processo de combustão de pólvoras, altos explosivos, acessórios de explosivos e artifícios pirotécnicos deverá satisfazer às seguintes condições mínimas de segurança:

- I - o local deverá distar mais de setecentos metros de habitações, ferrovias, rodovias e depósitos;
- II - o local deverá estar limpo de vegetação e de material combustível num raio de setenta metros;
- III - o material que aguarda a destruição deverá ficar protegido e afastado mais de cem metros do local de destruição;
- IV - todo o material a ser destruído por combustão deverá ser retirado de sua embalagem;
- V - deverão ser usados locais diferentes para cada combustão, para evitar acidentes pelo calor ou resíduos em combustão da carga anterior;
- VI - a iniciação da combustão deverá ser feita por processo seguro e eficaz, de largo emprego e aceitação, e tecnicamente aprovado pela fiscalização militar;
- VII - os equipamentos e materiais usados na iniciação da combustão ficarão sob guarda de elemento designado pelo responsável pela destruição;
- VIII - o acionamento da carga de destruição, feito obrigatoriamente a comando do responsável pela destruição, somente poderá ocorrer após todo o pessoal estar abrigado e a uma distância segura, fora do raio de ação da combustão;
- IX - trinta minutos após o término de cada combustão verificar-se-á se todo o material foi destruído;
- X - o material não destruído em uma primeira combustão não deverá ser removido, sendo destruído no local;
- XI - o pessoal empregado na destruição deverá estar treinado e equipado com meios necessários e suficientes para combater possíveis incêndios na vegetação adjacente ao local da destruição; e
- XII - os locais de destruição deverão ser molhados no fim da operação.

Parágrafo único. Quando a distância a que se refere o inciso I deste artigo não puder ser obedecida, a quantidade de material a ser destruído ficará limitada àquela correspondente à distância de segurança prevista no Anexo XV.

Art. 225. Na destruição de pólvoras por combustão deverá ser observado o seguinte:

- I - a pólvora será espalhada em terreno limpo, sem fendas ou depressões, em faixas de aproximadamente cinco centímetros de largura para pólvora negra e composites, e dez

centímetros para pólvoras químicas, afastados entre si de uma distância mínima de três metros; e

II - para as quantidades superiores a dois mil quilogramas, a combustão deverá ser feita em pequenas valas abertas no terreno.

Art. 226. Na destruição de altos explosivos a granel e dinamites por combustão deverá ser observado o seguinte:

I - a quantidade máxima a ser destruída, de cada vez, será de cinquenta quilogramas para dinamites e duzentos e cinquenta quilogramas para os demais;

II - serão espalhados em camadas pouco espessas, com dez centímetros de largura sobre outras de material combustível, como papel, serragem, etc.; e

III - os líquidos inflamáveis não devem ser derramados sobre as camadas de explosivos, pelo aumento da probabilidade de ocorrência de detonações.

Art. 227. Na destruição ao ar livre por combustão, de munições completas de armas de porte e portáteis e espoletas, deverá ser observado o seguinte:

I - as munições deverão ser lançadas em fosso com profundidade mínima de um metro e cinquenta centímetros por dois metros de largura;

II - um tubo metálico com dez centímetros de diâmetro ou mais deverá ser fixado, com inclinação necessária ao escorregamento da carga, de modo que uma das extremidades fique no centro do fosso, próximo ao fundo e sobre o material em combustão, e a outra protegida por uma barricada;

III - a abertura do fosso deverá ser protegida com grades ou chapas de ferro perfuradas, que evitem projeção de fragmentos ou estilhaços e que permita apenas a oxigenação para manter a combustão;

IV - o material a ser destruído deverá ser lançado em cargas sucessivas, pelo tubo, ao fundo do fosso; e

V - qualquer carga somente poderá ser lançada no fosso depois de destruída a anterior.

Art. 228. A destruição por combustão, de munições completas de armas de porte e portáteis, e de espoletas, poderá ser feita em forninho especialmente projetado para isso, aprovado pela fiscalização militar, que impeça o lançamento de projéteis e fragmentos, decorrente da deflagração da carga de projeção pelo calor.

Art. 229. Na destruição por combustão ao ar livre, de artifícios pirotécnicos, exceto os iluminativos com pára-quedas, deverá ser observado o seguinte:

I - os artifícios pirotécnicos serão lançados em fosso de sessenta centímetros de profundidade e trinta centímetros de largura, e de comprimento compatível com a quantidade a ser destruída; e

II - uma grade de ferro ou tela de arame deverá cobrir o fosso para evitar projeções do material em combustão.

Parágrafo único. Tratando-se de artifício pirotécnico provido de pára-quedas, os elementos a serem destruídos serão colocados de pé, distanciados um do outro de um metro e cinquenta centímetros, não havendo necessidade da grade sobre os mesmos.

Art. 230. A destruição, por combustão, de agentes químicos de guerra, somente será executada em dispositivo projetado ou apropriado para este fim e aprovado pela DFPC.

Art. 231. Os explosivos e artefatos a seguir enumerados, suscetíveis de detonarem quando sujeitos a outro processo de destruição, deverão ser destruídos por detonação:

- I - cabeças de guerra carregadas com altos explosivos;
- II - dispositivos de propulsão;
- III - granadas;
- IV - minas;
- V - rojões;
- VI - bombas de aviação;
- VII - altos explosivos;
- VIII - acessórios de explosivos; e
- IX - artifícios pirotécnicos.

Art. 232. A destruição por detonação deverá satisfazer às seguintes condições mínimas de segurança:

- I - a destruição deverá ser feita em locais que distem mais de setecentos metros de depósitos, estradas, edifícios e habitações;
- II - o local deverá estar limpo de vegetação e de material combustível num raio de setenta metros;
- III - o material que aguarda a destruição deverá ficar protegido e afastado mais de cem metros do local de destruição;
- IV - o material a ser destruído deverá estar em fosso que limite a projeção lateral de estilhaços;
- V - deverão ser usados locais diferentes para cada detonação, para evitar acidentes pelo calor ou resíduos em combustão da carga anterior;
- VI - a iniciação da detonação deverá ser feita por processo seguro e eficaz, de largo emprego e aceitação, e tecnicamente aprovado pela fiscalização militar;
- VII - os equipamentos e materiais usados para detonar a carga a ser destruída ficarão, permanentemente, sob a guarda de elemento designado pelo responsável pela destruição;
- VIII - o acionamento da carga a ser destruída, obrigatoriamente a comando do responsável pela destruição, somente poderá ocorrer após todo o pessoal estar abrigado e a uma distância segura, fora do raio de ação do efeito de sopro e de lançamento de entulhos e estilhaços;
- IX - o pessoal empregado na destruição deverá estar equipado e treinado com meios necessários e suficientes para combater possíveis incêndios na vegetação adjacente ao local da destruição;
- X - trinta minutos após cada detonação verificar-se-á se todo o material foi destruído;
- XI - o material não destruído em uma primeira detonação deverá ser destruído, preferencialmente, no local onde se encontrar;
- XII - os locais de destruição deverão ser molhados no fim da operação.

Parágrafo único. Quando a distância a que se refere o inciso I deste artigo não puder ser obedecida, a quantidade de material a ser destruído ficará limitada àquela correspondente à distância de segurança prevista no Anexo XV.

Art. 233. A quantidade máxima de material a ser destruído por detonação, de cada vez, deverá ser compatível com a segurança da operação, de forma que:

- I - não cause a iniciação do material que aguarda a destruição por onda de choque, irradiação ou por arremesso de resíduos quentes sobre este;
- II - não ponha em risco a integridade daqueles que realizam a destruição devido a onda de choque, efeito de sopro, irradiação, arremesso de estilhaços ou gases tóxicos;

III - não haja possibilidade de arremesso de estilhaços ou explosivo não detonado além da distância de segurança, estabelecida no projeto do local de detonação; e

IV - não haja possibilidade de causar danos a obras limítrofes à região de destruição.

Art. 234. Poderão ser destruídos por conversão química:

I - pólvoras;

II - explosivos; e

III - agentes químicos de guerra.

Art. 235. No processo de destruição por conversão química a matéria-prima deverá ser totalmente convertida em produtos cuja toxidez seja baixa o suficiente para permitir o seu emprego civil.

Parágrafo único. É proibida a armazenagem de produtos intermediários ou subprodutos do processo de conversão química cuja toxidez seja alta o suficiente para impedir seu emprego civil.

Art. 236. Os processos de conversão química serão submetidos à aprovação da DFPC.

Art. 237. Os casos omissos serão resolvidos pela DFPC.

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

^{1.} CLASSIFICAÇÃO/TIPO <p style="text-align: center;">TC</p>	^{2.} DATA 24 de novembro de 2009	^{3.} REGISTRO N° CTA/ITA/TC-172/2009	^{4.} N° DE PÁGINAS 65			
^{5.} TÍTULO E SUBTÍTULO: Propostas para Gestão de Alguns Resíduos de Canteiros de Obras da COMARA						
^{6.} AUTOR(ES): Thiago Araújo Fiorio						
^{7.} INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA						
^{8.} PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: 1. Resíduos da Construção Civil. 2. COMARA. 3. Resíduos explosivos.						
^{9.} PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Tratamento de rejeitos; Construção civil; Gestão ambiental; Reciclagem; Desenvolvimento sustentável; Engenharia sanitária						
^{10.} APRESENTAÇÃO: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">X Nacional</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Internacional</td> </tr> </table> ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Prof. Dr. Emmanuel Antonio dos Santos (ITA); co-orientador: 1º Ten. Eng. Luís Mauro Moreira de Sá (COMARA). Publicado em 2009.					X Nacional	Internacional
	X Nacional	Internacional				
^{11.} RESUMO: Questões relacionadas aos impactos ambientais e ao conceito de desenvolvimento sustentável têm ganhado bastante destaque e espaço em âmbito mundial e a COMARA encontra-se inserida neste contexto. A preocupação com o tratamento a ser dado aos resíduos produzidos em seus canteiros de obras de infra-estrutura na Região Amazônica foi ponto chave na elaboração do tema deste trabalho de graduação. Motivado pela inexistência de um manual prático de procedimentos para a gestão dos resíduos, este trabalho propõe diretrizes a serem aplicadas no trato de alguns resíduos importantes recorrentes nos canteiros de obras da COMARA. São eles: resíduos explosivos; resíduos de embalagens de cimento Portland e cimento asfáltico de petróleo (sacos multifoliados de papel Kraft); resíduos de embalagens de emulsão asfáltica (tambores metálicos); pneus usados e óleo queimado. Como resultados apresentam-se propostas e idéias tanto de soluções técnicas, inclusive com reaproveitamento dos resíduos em processos de construção civil, como de soluções alternativas, em que são empregados métodos artesanais e criativos para o reaproveitamento desses materiais em outras finalidades. É dado um enfoque maior aos resíduos explosivos por se tratar de um interesse mais urgente assinalado pela COMARA.						
^{12.} GRAU DE SIGILO: (X) OSTENSIVO () RESERVADO () CONFIDENCIAL () SECRETO						