



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UNICEUB**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**AFRÂNIO ROBERTO DE SOUZA NETO**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO  
DE CASO DA OBRA DO ESTÁDIO NACIONAL DE BRASÍLIA**

**Brasília/D.F.**  
**2013**

**AFRÂNIO ROBERTO DE SOUZA NETO**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO  
DE CASO DA OBRA DO ESTÁDIO NACIONAL DE BRASÍLIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção de bacharel em Engenharia Civil, do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais – FATECS do Centro Universitário de Brasília.

Orientador: Prof. M.Sc. Rodrigo Alexandre Ribeiro Ferreira.

**Brasília/D.F.  
2013**



## AFRÂNIO ROBERTO DE SOUZA NETO

Trabalho de Conclusão de Curso de autoria de Afrânio Roberto de Souza Neto, intitulado Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil: estudo de caso da obra do estádio nacional de Brasília, apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel, do curso de Superior de Engenharia Civil da Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais – FATECS do Centro Universitário de Brasília, defendida e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada.

Data da Banca \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_  
Titulação \_\_\_\_\_  
Instituição \_\_\_\_\_  
Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_  
Titulação \_\_\_\_\_  
Instituição \_\_\_\_\_  
Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_  
Titulação \_\_\_\_\_  
Instituição \_\_\_\_\_  
Assinatura \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiro a Deus, Ele que sempre me ouviu e me deu forças a cada momento que precisei durante toda jornada acadêmica, principalmente durante a elaboração deste trabalho.

A minha família, começando por meus pais Afrânio Roberto de Souza Filho e Maria Teresa Albuquerque de Souza, que me deram apoio, educação e direção para toda escolha e caminho que decidi fazer. Vocês são espelhos que terei por toda minha vida.

Minhas irmãs, Luciana Albuquerque de Souza e Isabela Albuquerque de Souza, que sempre me ajudaram em momentos de descontração e são verdadeiros exemplos na minha vida. Amo muito vocês duas.

Aos meus quatro pequenos príncipes André, Henrique, Gabriel e João Ricardo, que alegram a família e fazem com que todos se sintam crianças novamente, vocês são os melhores sobrinhos que existem.

Aos meus avós Afrânio e Edna, Lourdes e Luiz Cesar que ensinaram a todos nós a união e o amor entre as famílias. São pessoas que merecem toda minha admiração.

A Anna Clara Barros Regatieri, que me acompanhou, cobrou e sempre exigiu o melhor de mim, sempre pensando no meu melhor e no meu potencial. Fez momentos obnubilados se tornarem claros e simples. Guardo você no meu coração.

A todos os meus amigos que me acompanharam e seguem o mesmo caminho. Muito obrigado pela força.

Aos colaboradores da construção do Estádio Nacional de Brasília que me ajudaram em todo caminho de aprendizado prático.

Por fim, agradeço meu orientador o professor Rodrigo Ferreira que me guiou e ajudou durante uma fase complexa na vida acadêmica. Em nenhum momento

deixou de atender a um pedido e quando lhe foi preciso cobrar, cobrou com toda experiência e maestria de um mestre, obrigado por sua contribuição acadêmica.

## **RESUMO**

O trabalho demonstra um estudo de caso sobre a produção, manejo, tratamento e destinação dos resíduos sólidos na construção civil, ou seja, o gerenciamento como um todo deste resíduo, desde sua produção até sua destinação final na obra do Estádio Nacional de Brasília. Para desenvolver o trabalho foram realizados estudos bibliográficos sobre resíduo sólido e seus diferentes tipos, como classifica-los e o seu gerenciamento, além do estudo da legislação vigente dos resíduos sólidos na construção civil. O estudo de campo realizado entre os meses maio de 2011 e maio de 2013, obteve uma coleta de dados satisfatória, evidenciando o ganho ambiental e econômico que a obra do Estádio Nacional de Brasília conseguiu por meio de seu gerenciamento de resíduos da construção civil – RCC. No trabalho é apresentada uma análise das políticas envolvidas no processo de gerenciamento, uma verificação e finalidade das cartilhas de instrução e o resultado das políticas e cartilhas na prática, no estudo de caso é possível quantificar e analisar os dados obtidos.

Palavras Chave: Resíduos sólidos. Gerenciamento de Resíduos. Resíduos Sólidos na Construção Civil.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Deposição irregular na região oeste de Belo Horizonte - MG.....	20
Figura 4.1 - Projeção com corte do Estádio Nacional de Brasília. ....	29
Figura 4.2 - Palestra de conscientização dos aspectos e impactos ambientais da obra.....	30
Figura 4.3 - Maquinário limpando e prevenindo o espalhamento de partículas. ....	31
Figura 4.4 - Acesso ao canteiro com brita proveniente de reciclagem.....	32
Figura 4.5 - Área de trabalho com brita reciclada (lastro). ....	32
Figura 4.6 - Pista de atletismo em CBUQ sendo retirada.....	33
Figura 4.7 - Máquina organizando solo de escavação no depósito da NOVACAP...	34
Figura 4.8 - Solo proveniente de escavação deposto em lixão. ....	35
Figura 4.9 - Gramado sendo retirado para relocação em viveiro. ....	35
Figura 4.10 - Resíduo de concreto utilizado para bloquetes e tampas. ....	36
Figura 4.11 - Britagem sendo realizada dentro do canteiro.....	37
Figura 4.12 - Material ferroso a ser enviado a CENTCOOP. ....	38
Figura 4.13 - Estrutura metálica da antiga cobertura em transporte. ....	39
Figura 4.14 - Resíduo de madeira em transporte.....	40
Figura 4.15 - Caminhão da INCINERA transportando materiais perigosos. ....	40
Figura 4.16 - Colaboradores realizando a triagem de RCC. ....	43
Figura 4.19 - Caminhão sendo carregado diretamente no canteiro. ....	47

## LISTA DE FIGURAS (GRÁFICOS)

Figura 4.17 - Quantificação do RCC encaminhado para reciclagem em 2010 no ENB. .....	46
Figura 4.18 - Quantificação do RCC encaminhado para reciclagem em 2011 no ENB. .....	47
Figura 4.20 - Quantificação do RCC encaminhado para reciclagem em 2012 no ENB. .....	47
Figura 4.21 - Porcentagem de resíduos enviados para reciclagem em 2010, 2011 e 2012.....	48



## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Taxas de Desperdício na Construção Civil.....	19
Tabela 3.2 - Acondicionamento Inicial de RCC.....	22
Tabela 3.3 - Transporte Interno do RCC. ....	23
Tabela 3.4 - Destino Interno Final. ....	24
Tabela 3.5 - Dispositivos de Armazenamento. ....	25
Tabela 3.6 - Procedimentos e Cuidados por Tipo de Material. ....	26
Tabela 4.1 - Resíduos Sólidos Inertes Encontrados no ENB.....	41

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
2.1 Objetivos gerais .....	12
2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	12
2.3 Metodologia.....	12
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
3.1 Legislação pertinente .....	13
3.1.1 <i>Política Nacional dos Resíduos Sólidos</i> .....	13
3.1.2 <i>Resolução 307/2002 do CONAMA</i> .....	14
3.2 Conceitos e princípios relevantes .....	15
3.2.1 <i>A complexidade do PGRSCO</i> .....	15
3.3 Classificação dos Resíduos Sólidos na construção civil.....	17
3.4 Gerenciamento dos Resíduos Sólidos na construção civil .....	18
3.4.1 <i>Alternativas de disposição</i> .....	18
3.4.2 <i>Desperdício e deposição irregular</i> .....	19
3.4.3 <i>Manejo dos Resíduos Sólidos</i> .....	20
3.4.4 <i>Destino Final Interno</i> .....	23
3.4.4 <i>Reutilização e reciclagem</i> .....	25
3.4.5 <i>Riscos da reciclagem</i> .....	27
3.4.6 <i>Reciclagem Primária e Secundária</i> .....	27
3.4.7 <i>Viabilidade e Economia da Reciclagem</i> .....	27
3.4.8 <i>Métodos de reciclagem na construção civil</i> .....	28
<b>4 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>29</b>
4.1 Obra escolhida para o desenvolvimento do estudo de caso .....	29
4.2 Metodologia do estudo.....	29
4.3 Implementação do Programa de Gerenciamento .....	30
4.4 Plano de Prevenção e Controle de Poluição .....	31
4.5 Plano de Gestão de Resíduos Sólidos .....	33
4.5.1 <i>Reaproveitamento e deposição de solos</i> .....	34
4.5.2 <i>Reutilização de material após transformação</i> .....	36
4.5.3 <i>Material reciclado por terceiros</i> .....	38
4.5.4 <i>Destinação de resíduos perigosos</i> .....	40
4.6 Análise de dados e resultados obtidos .....	41
4.6.1 <i>Tipos de resíduos encontrados</i> .....	41

4.6.2 Triagem .....	42
4.6.3 Transporte do RCC .....	43
4.6.4 Destinação final do RCC .....	44
4.6.5 Monitoramento e quantificação dos resíduos.....	45
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>50</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO 1 – DECLARAÇÃO COMPROVANDO O ENVIO DO CBUQ AO DER – DF</b> <b>.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO 2 – COMPROVANTE DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em toda obra de construção civil, principalmente em grande escala, é possível reparar sua industrialização, em cada etapa do processo construtivo existem facilidades criadas, isso ocorre graças ao desenvolvimento tecnológico dos materiais. Com a mesma velocidade que aumentou o processo construtivo e o consumo de novos materiais, também aumentou o desperdício e o volume de descartes dentro da construção civil. O que não aumentou, mas já está mudando é a ideia de reaproveitar materiais ou reciclá-los, de forma a reduzir o custo produtivo através do material e entrar em uma nova tendência mundial de sustentabilidade.

Segundo pesquisadores como Hendriks (2000) e Pinto (1999) estudos demonstram que 40% a 70% da massa dos resíduos urbanos são gerados pelo processo construtivo e pode-se dizer que 50% dos entulhos são dispostos irregularmente sem qualquer forma de segregação.

Na engenharia civil, mais precisamente no ramo do meio ambiente, o cuidado com o resíduo não tinha sua devida importância até o início da década de 1980, quando comparado com a velocidade de produção ou o custo da obra. Como o gerenciamento de algo antes simplesmente dispensável, gera custo e não era atrativo ao olho do empreendedor, foi necessário o Estado intervir no processo. Esse custo e prática de sustentabilidade que antes era negado, agora passa a ser obrigatório graças a algumas legislações específicas.

“A legislação é um forte elemento, capaz de exercer uma grande influência no fortalecimento do sistema de aprendizagem da indústria da construção, ao exigir um padrão de comportamento ao longo de toda a cadeia produtiva desse segmento industrial” – Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras – PGRSCO –, a legislação ao qual o projeto refere é a resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA - de 05/07/2002.

Resíduos sólidos são definidos como: “sendo aqueles nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, de serviços, de varrição e agrícola.” (SCHALCH, 1992). Quanto aos resíduos oriundos da construção são aqueles gerados por novas edificações, reformas e demolição de edifícios ou obras de infraestrutura.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos gerais**

Analisar o gerenciamento dos resíduos sólidos na construção civil, por meio do estudo de caso da obra Estádio Nacional de Brasília – ENB –, desde sua concepção até seu destino final.

### **2.2 *Objetivos específicos***

Indicar os tipos de resíduos sólidos, como são gerados, coletados, separados, armazenados, reutilizados e por fim descartados. Evidenciar as principais problemáticas no processo de gerenciamento. Fazer uma análise de quantidade de resíduo gerado e o custo de seu gerenciamento.

Analisando o estudo de caso identificar, quantificar e qualificar o impacto do resíduo sólido.

### **2.3 Metodologia**

Para concluir o objetivo desse trabalho, a disposição acontecerá do seguinte modo:

- Pesquisa bibliográfica a respeito do tema, com a finalidade de demonstrar conceitos, práticas e programas voltado ao Resíduo da Construção Civil – RCC;
- Estudo de caso do ENB, quantificando e evidenciando erros e acertos;
- Análise das diferentes formas de proceder com o gerenciamento do RCC.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Legislação pertinente

Em primeiro lugar quando se trata de legislação tem de se levar em conta uma Lei Federal, para depois serem levadas em considerações outras legislações, muitas vezes derivadas desta primeira. O Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA – constitui todos os órgãos ligados ao meio ambiente, o Conselho do Governo Federal sendo o órgão máximo, com o apoio e suporte do CONAMA o órgão consultivo e deliberativo, o Ministério do Meio Ambiente – MMA – como órgão central e o executor é o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA – que ainda conta com as fiscalizadoras seccionais e locais, no caso do Distrito Federal existe o Instituto Brasília Ambiental – IBRAM.

##### 3.1.1 Política Nacional dos Resíduos Sólidos

Lei Nº 12.305 de Agosto de 2010 que é uma alteração da Lei Nº 9.605 de 12 de Fevereiro de 1998 institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Dito por (Brasil, Lei Nº 12.305, 2010):

Art. 9º. Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Ainda na Lei Nº 12.305 é deixado de lado os dejetos sólidos radioativos que é tratado pela sua própria legislação.

A importância de uma legislação para um assunto específico, como RCC, ainda mais sendo uma Lei federal, é de ter a capacidade de executá-la e fiscalizá-la de modo a tornar necessário seu cumprimento, fazendo empresas e responsáveis pela geração do RCC se conscientizarem e terem noção do transtorno que é causado ao meio ambiente e a sociedade.

Foi também concebida nesta Lei a necessidade de instituir Planos para o gerenciamento do RS, tais como, um Plano Nacional com metas, programas, medidas, normas e diretrizes para viabilizar a gestão regionalizada nos estados.

Segundo (Brasil, Lei Nº 12.305, 2010):

Art. 15º. A União elaborará, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos.

Inspirado no Plano Nacional e na Política Nacional dos Resíduos Sólidos foram criados Planos Estaduais e Municipais, só que de forma mais focada aos problemas pontuais de cada estado e município, levando em conta que os problemas são diferentes em cada ponto do país.

Por meio de todos os Planos criados, universidades e centros de pesquisa fizeram programas especializados em pontos pertinentes ao RCC, tendo a consideração que o resíduo gerado em indústrias diversas não é mesmo de um canteiro de obras portanto o presente trabalho segue a linha da construção civil, sendo sua principal influência o PGRSCO.

### *3.1.2 Resolução 307/2002 do CONAMA*

Criada em 5 de Julho de 2002 a resolução 307/2002 do CONAMA tem como principal função, estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (CONAMA, 307/2002, Art. 1º, p. 1).

A resolução 307/2002 do CONAMA segmenta um caminho a tomar na produção de cartilhas e manuais de gerenciamento, ajuda na elaboração de projetos de coleta e armazenamento, simplifica e focaliza a PNRS no meio da construção civil.

Considerando que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental (CONAMA, 307/2002, p. 2).

Esta última consideração citada é uma das primeiras no documento, isso pelo fato da importância da deposição de resíduos em local correto. Depósitos irregulares de resíduos podem causar prejuízo ao meio ambiente e a saúde de pessoas próximas a lixões, podendo contaminar rios e mananciais, reservas e solos. De toda

forma qualquer tipo de deposição em locais inadequados tem seu malefício e tem de ser avaliada o impacto causado.

Como já citado na introdução o percentual de resíduos sólidos criados na construção civil impressiona, dados de Hendriks (2000) e Pinto (1999) seriam de 40% a 70% do resíduo sólido produzido na área urbana é proveniente da construção civil. Uma única área de atuação é responsável por metade da produção de resíduo sólido de toda uma cidade, conscientizadas de seus atos as empresas desta área de atuação são as responsáveis pela destinação final adequada deste resíduo, seguindo as normas, leis e procedimentos necessários.

### **3.2 Conceitos e princípios relevantes**

Segundo a cartilha da PGRSCO e o Manual de Gestão de Resíduos Sólidos do Sinduscon – SP, alguns aspectos tem devem ser levados em consideração desde o início, como uma fase inicial ou um anteprojeto.

#### *3.2.1 A complexidade do PGRSCO*

Desafios a serem vencidos ou conquistados pelos programas feitos devem responder a duas questões:

Obtenção da melhor relação possível entre quantidade de resíduo gerado e os custos do seu tratamento; Definição da melhor combinação possível entre as varias alternativas de deposição. Se soluções para as duas questões forem obtidas teríamos um sistema ideal para o gerenciamento de RS, não se sabe de certo se existem soluções perfeitas para as perguntas, mas programas e tentativas de melhorias existem, são as cartilhas. (CHERMONT; MOTTA, 1996).

Segundo Sinduscon-SP (2005):

As soluções propostas devem, portanto, seguir estas diretrizes básicas:

- **Facilitar** a ação correta dos agentes;
- **Disciplinar** a ação dos agentes e os fluxos dos materiais;
- **Incentivar** a adoção dos novos procedimentos.

**Facilitar** a ação correta dos agentes implica criar os instrumentos institucionais, jurídicos e físicos para que possam, cada um de acordo com suas características e condições sociais e econômicas,



exercer suas responsabilidades dando aos resíduos que geram a destinação adequada.

**Disciplinar** a ação dos agentes significa estabelecer regras claras e factíveis que definam as responsabilidades e os fluxos de todos eles e dos materiais envolvidos, elaboradas a partir de processos de discussão com os interessados e que, considerando a diversidade de condições, garantam que os custos decorrentes de cada elo da cadeia operativa sejam atribuídos de forma transparente.

**Incentivar** a adoção dos novos procedimentos implica adotar medidas que tornem ambiental, econômica e socialmente vantajosa a migração para as novas formas de gestão e de destinação por parte do conjunto dos agentes. São resultados concretos desses incentivos a minimização da geração de resíduos e a reutilização e reciclagem dos materiais.

Os agentes citados no texto do Sinduscon – SP (2005) podem ser Pessoa Física ou Jurídica, contando que a legislação alcance a todos. A complexidade pode ser atribuída ao fato da cultura de sempre jogar o resíduo em lixões ou depositá-lo em locais indevidos, o que gera pouco custo e nenhuma responsabilidade pelo resíduo.

De um modo geral, a redução do impacto ambiental da construção civil é tarefa complexa, sendo necessário agir em várias frentes de maneira combinada e simultânea (KILBERT, 1994):

1. Minimizar o consumo de recursos (conservar)
2. Maximizar a reutilização de recursos (reutilizar materiais e componentes)
3. Usar recursos renováveis ou recicláveis (renovar / reciclar)
4. Proteger o meio ambiente (proteção da natureza)
5. Criar um ambiente saudável e não tóxico (utilizar não tóxicos)
6. Buscar a qualidade na criação do ambiente construído (aumentar a qualidade)

### 3.3 Classificação dos Resíduos Sólidos na construção civil

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – classifica os diversos tipos de resíduos sólidos quanto aos riscos que podem causar ao meio, por meio da (ABNT, NBR 10004,2004):

- Classe I - Perigosos: apresentam risco à saúde pública ou ao meio, caracterizando-se por possuir uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- Classe II – Não perigosos. Que subdividem em resíduos classe IIA (Não inertes) e resíduos classe IIB (Inertes).
- Classe IIA ou Não-inertes: são os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos a saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos Classe I – Perigosos – ou Classe IIB – Inertes.
- Classe IIB ou Inertes: são aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água.

Outra classificação ocorre pela Resolução 307/2002, onde podemos reparar a diferenciação quanto à finalidade do produto:

- Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
  - de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
  - de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;
  - de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fio, etc.), produzidas nos canteiros de obra.
- Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeira, entre outros;
- Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação;
- 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 publicação da resolução número 348/2004 do CONAMA, alterou a resolução número 307/2002 do CONAMA, com a inclusão do amianto na classe de resíduos perigosos (Classe D). Outra alteração ocorreu na resolução número 307/2002 do CONAMA, com a publicação da resolução número 431/2011 do CONAMA, os resíduos do gesso, antes enquadrados na Classe C (resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem/recuperação), passaram para a classe B, que engloba os materiais recicláveis para outras destinações.

### **3.4 Gerenciamento dos Resíduos Sólidos na construção civil**

#### *3.4.1 Alternativas de disposição*

- I. Redução da geração de resíduo na fonte;
- II. Reutilização de resíduo produzido;
- III. Reciclagem;
- IV. Recuperação de energia (incineração);
- V. Deposição de inertes.

Para compreender o mecanismo de geração de resíduos, é preciso analisar o processo construtivo (HENDRIKS, 2000). Desde sua fase inicial que seria a decisão de construir até a fase final de manutenção, em todas as fases é necessário pensar em formas de redução ou de erradicação de desperdícios.

Observando as alternativas de disposição, nota-se que até a deposição de inertes são quatro ações sustentáveis, onde a dispensa do material é a última alternativa, esta lista está presente em quase todas as cartilhas de manejo e gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – RCC. Culturalmente a deposição era feita no início, qualquer tipo de resíduo inerte ou não já era deposto antes mesmo de ser cotado como reutilizável ou reciclável. A madeira, por exemplo, é um item extremamente reutilizável que após diversos ciclos de uso, se torna fonte de recuperação de energia.

A reciclagem é a alternativa que gera matéria prima para constituição de novas áreas de mercado, onde um material indesejado no canteiro se torna o sustento de outras empresas. A terceirização deste mercado da reciclagem é a saída mais comum, onde o fornecimento de materiais recicláveis pode acontecer por grandes coletoras de modo a facilitar a logística ou cada empresa recicladora é responsável pela obtenção do seu material.

O RCC segundo a (ABNT NBR 10004/2004) é considerado material inerte, ou seja, um material que necessita uma atenção especial para ser deposto, pois não se decompõem, mas na maioria das vezes isso não ocorre. Dados da ABRELPE (2011) mostram que 71% dos resíduos sólidos provenientes da construção civil coletados são descartados em lixões, ou seja, somente 29% do montante total são reutilizados e reciclados.

### 3.4.2 Desperdício e deposição irregular

Redução de geração de resíduo na fonte é ligada diretamente à minimização de desperdícios.

**Tabela 3.1 - Taxas de desperdício por material.**

Materiais	Taxa de Desperdício (%)		
	Média	Minima	Máxima
Concreto Usinado	9	2	23
Aço	11	4	16
Blocos e Tijolos	13	3	48
Placas Cerâmicas	14	3	50
Revestimento Têxtil	14	14	14
Eletrodutos	15	13	18
Tubos para sistemas prediais	15	8	56
Tintas	17	8	24
Condutores	27	14	35
Gesso	30	14	120

Fonte: ESPINELLI (2005).

Enquanto que, em países desenvolvidos a média de resíduos proveniente de novas edificações encontra-se abaixo de 100 kg/m<sup>2</sup>, no Brasil este índice gira em torno de 300 kg/m<sup>2</sup> edificado. Em termos quantitativos, esse material corresponde cerca de 50% da quantidade em peso de resíduos sólidos urbanos coletados em

idades com mais de 500 mil habitantes de diferentes países, inclusive o Brasil (MONTEIRO et al., 2001).

Desperdício também observado no método construtivo, alternativas muitas vezes em busca de um melhor desempenho acaba gerando mais desperdício, como é o caso de máquinas regularizadoras de reboco em parede de alvenaria, a quantidade de reboco que a máquina desperdiça é bem maior em comparação a um pedreiro, porém a máquina faz o serviço em um menor tempo.

Para Santiago e Morais Júnior (2010), é necessário que haja uma intervenção nas áreas destinadas a receberem resíduos da construção civil, tanto as regulamentadas quanto as clandestinas, com intuito de buscar soluções ou alternativas para os problemas de disposição e, para propor novas práticas de redução e implementação de processos de reciclagem.

**Figura 3.1 - Deposição irregular na região oeste de Belo Horizonte - MG.**



Fonte: Pinto; Gonzáles (2005, p. 28).

### 3.4.3 Manejo dos Resíduos Sólidos

Com o surgimento dos programas e projetos de gestão dos resíduos sólidos em canteiros de obra e na construção civil como um todo, foi necessário um

cronograma e planejamento a ser apresentado aos donos de empresas, construtoras e aos engenheiros responsáveis pelas obras interessadas participantes.

A primeira fase é apresentação do projeto, explicando seu objetivo e sua finalidade, os princípios e o porquê da sua existência. Segunda fase é o planejamento, um levantamento de dados da obra e da região para situar-se quanto ao tipo de resíduo produzido, tamanho dos resíduos, classificação, quantidade, como será tratado, condicionamento no canteiro, armazenamento, transporte externo e destinação. A terceira fase é a execução do projeto, com palestras e minicursos aos agentes internos da obra, explicando como será feito na prática o planejamento já estudado, evidenciando os aspectos ambientais e sociais para ter fundamento aos que de fato vão tratar do entulho. A quarta e última fase, monitora o que já está sendo feito, de modo a avaliar e quantificar aspectos positivos e negativos do que está sendo executado, isso é feito para gerar relatórios, registros fotográficos e ações retificadoras em erros, construindo um quadro de evolução do sistema implantado, ajustando o planejamento anterior, interferindo e melhorando a prática de gestão dos resíduos (SINDUSCON – SP, 2005).

Seguindo o esquema citado nos dois parágrafos anteriores, a primeira ação feita na prática é o quadro organizacional do resíduo, com a geração de diferentes tipos e quantidades diversas, foi necessário um estudo segundo as normas legais de como organizar este material na obra para obter o manejo correto. Nas tabelas seguintes, será exemplificado o acondicionamento inicial, aquele gerado na fonte, o fluxo interno do material e o destino final interno do RCC.

**Tabela 3.2 - Acondicionamento Inicial de RCC.**

<b>Resíduo</b>	<b>Acondicionamento Inicial</b>
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados.	Em pilhas formadas próximas aos locais de geração, nos respectivos pavimentos.
Madeira	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de ráfia (pequenas peças) ou em pilhas formadas nas proximidades da própria bombona e dos dispositivos para transporte vertical (grandes peças).
Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações etc.)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de ráfia.
Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papéis (escritório).	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de ráfia, bags ou fardos.
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arame etc.)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de ráfia ou em fardos.
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arame etc.)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de ráfia ou em fardos.
Serragem	Em sacos de ráfia próximos aos locais de geração.
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos.	Em pilhas formadas próximas aos locais de geração dos resíduos, nos respectivos pavimentos.
Solos	Eventualmente em pilhas para imediata remoção ou deposição em caçambas estacionárias logo após a remoção dos resíduos de seu local de origem.
Telas de fachada e de proteção	Recolher após o uso e dispor em local adequado.
EPS (poliestireno expandido) – exemplo: isopor.	Baia para acúmulo dos sacos contendo o resíduo ou fardos.
Resíduos perigosos presentes em embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis, trinchas e outros materiais auxiliares como panos, trapos, estopas etc.	Em baias devidamente sinalizadas e para uso restrito das pessoas que, durante suas tarefas, manuseiam estes resíduos.
Restos de alimentos e suas embalagens, copos plásticos usados e papéis sujos (refeitório, sanitários e áreas de vivência).	Cestos para resíduos com sacos plásticos para coleta convencional.
Resíduos de ambulatório.	Acondicionar em dispositivos, conforme normas específicas.

**Fonte: Sinduscon – SP (2005).**

Após a prática do acondicionamento inicial, um aspecto importante de correlacionar é o Sistema Gestão Integrada (SGI) da obra, normalmente executado

e vistoriado pelos colaboradores da qualidade de serviços, onde a otimização do trabalho e dos materiais é ligada diretamente ao resíduo sólido, que será na próxima fase transportado depois de seu correto manejo na fonte.

**Tabela 3.3 - Transporte Interno do RCC.**

<b>Resíduo</b>	<b>Transporte Interno</b>
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados.	Carrinhos ou giricas para deslocamento horizontal e condutor de entulho, elevador de carga ou grua para transporte vertical.
Solos	Equipamentos disponíveis para escavação e transporte (pá-carregadeira, "bobcat" etc.). Para pequenos volumes, carrinhos e giricas.
Plástico, papelão, papéis, metal, serragem e EPS (poliestireno expandido, por exemplo, isopor).	Transporte dos resíduos contidos em sacos, bags ou em fardos com o auxílio de elevador de carga ou grua, quando necessário.
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos.	Carrinhos ou giricas para deslocamento horizontal e elevador de carga ou grua para transporte vertical.
Madeira	Grandes volumes: transporte manual (em fardos) com auxílio de giricas ou carrinhos associados a elevador de carga ou grua. Pequenos volumes: deslocamento horizontal manual (dentro dos sacos de rafia) e vertical com auxílio de elevador de carga ou grua, quando necessário.

**Fonte: Sinduscon – SP (2005).**

Um indispensável fator do transporte interno é lembrar aspectos de logística, o caminho mais curto até seu destino final interno do canteiro, estabelecido pelo planejamento. A cautela do transporte também tem de ser crítica, pois ocorrências de queda de materiais no caminho ou em caso de materiais nocivos o transporte se torna um transtorno na obra.

#### **3.4.4 Destino Final Interno**

A área final onde serão acomodados os RS deve ser pensada logisticamente em um local da obra, de modo a facilitar o transporte interno e a entrada e saída de caminhões para o transporte externo dos materiais. A localização dessa área tem de levar em consideração onde os RCC são gerados, como serão transportados facilitando a vida dos agentes envolvidos na obra. A viabilidade ambiental e social de



sua localidade também é pensada, por exemplo, se gerar mau cheiro seria digno local esse material em algum ponto sem moradias vizinhas.

**Tabela 1.4 - Destino Interno Final.**

<b>Resíduo</b>	<b>Acondicionamento Final</b>
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados.	Preferencialmente em caçambas estacionárias.
Serragem	Preferencialmente em baias sinalizadas, podendo ser utilizadas caçambas estacionárias.
Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações etc.)	Baia para acúmulo dos sacos contendo o resíduo.
Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papéis (escritório).	Em bags sinalizados ou em fardos, mantidos ambos em local coberto.
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames etc.).	Em bags sinalizadas.
Madeira	Em bags sinalizadas.
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos.	Em caçambas estacionárias, respeitando condição de segregação em relação aos resíduos de alvenaria e concreto.
Solos	Em caçambas estacionárias separadas dos resíduos de alvenaria e concreto.
Telas de fachada e de proteção.	Disponibilizar em local de fácil acesso e solicitar imediatamente a retirada ao destinatário.
EPS (poliestireno expandido) – exemplo: isopor.	Baia para acúmulo dos sacos contendo o resíduo ou fardos.
Resíduos perigosos presentes em embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis, trinchas, panos, trapos, etc.	Em baias devidamente sinalizadas e para uso restrito das pessoas que, durante suas tarefas, manuseiam estes resíduos.
Restos de uniformes, botas, panos e trapos sem contaminação por produtos químicos.	Em bags para outros resíduos.
Restos de alimentos e suas embalagens, copos plásticos usados e papéis sujos (refeitório, sanitários e áreas de vivência).	Cestos para resíduos com sacos plásticos para coleta convencional.
Resíduos de ambulatório.	Acondicionar em dispositivos, conforme normas específicas.

**Fonte: Sinduscon – SP (2005).**

Alguns dos dispositivos citados nas tabelas não são de linguagens corriqueiras, ficam exemplificados no quadro seguinte os dispositivos de armazenamento dos RCC.

**Tabela 3.5 - Dispositivos de Armazenamento.**

<b>Dispositivos</b>	<b>Descrição</b>	<b>Acessórios utilizados</b>
Caçambas estacionárias	Recipiente metálico com capacidade volumétrica de 3, 4 e 5m <sup>3</sup>	Recomendável o uso de dispositivo de cobertura, quando disposta em via pública.
Bags	Saco de ráfia reforçado, dotado de 4 alças e com capacidade para armazenamento em torno de 1m <sup>3</sup>	1-Suporte de madeira ou metálico 2-Plaquetas para fixação dos adesivos de sinalização 3-Adesivos de sinalização
Baias	Geralmente construída em madeira, com dimensões diversas, adapta-se às necessidades de armazenamento do resíduo e ao espaço disponível em obra.	1-Adesivos de sinalização 2-Plaquetas para fixação dos adesivos de sinalização (em alguns casos)
Bombonas	Recipiente plástico, com capacidade para 50 litros, normalmente produzido para conter substâncias líquidas. Depois de corretamente lavada e extraída sua parte superior, pode ser utilizado como dispositivo para coleta.	1-Sacos de ráfia 2-Sacos de lixo simples (quando forem dispostos resíduos orgânicos ou outros passíveis de coleta pública) 3-Adesivos de sinalização

Fonte: Sinduscon - SP (2005).

#### *3.4.4 Reutilização e reciclagem*

Deve haver atenção especial sobre a possibilidade da reutilização de materiais ou mesmo a viabilidade econômica da reciclagem dos resíduos no canteiro, evitando sua remoção e destinação.

O correto manejo dos resíduos no interior do canteiro permite a identificação de materiais reutilizáveis, que geram economia tanto por dispensarem a compra de novos materiais como por evitar sua identificação como resíduo e gerar custo de remoção.

Tabela 3.6 - Procedimentos e Cuidados por Tipo de Material.

Tipos de materiais ou resíduos	Cuidados requeridos	Procedimento
Painéis de madeira provenientes da desforma de lajes, pontaletes, sarrafos etc.	Retirada das peças, mantendo-as separadas dos resíduos inaproveitáveis.	Manter as peças empilhadas, organizadas e disponíveis o mais próximo possível dos locais de reaproveitamento. Se o aproveitamento das peças não for próximo do local de geração, essas devem formar estoque sinalizado nos pavimentos inferiores (térreo ou subsolos),
Blocos de concreto e cerâmicos parcialmente danificados	Segregação imediatamente após a sua geração, para evitar descarte.	Formar pilhas que podem ser deslocadas para utilização em outras frentes de trabalho.
Solo	Identificar eventual necessidade do aproveitamento na própria obra para reaterros.	Planejar execução da obra compatibilizando fluxo de geração e possibilidades de estocagem e reutilização.

Fonte: Sinduscon – SP (2005)

O entulho apresentado sob forma sólida apesar da diversidade de dimensões e formas dos materiais que o constituem, aproximadamente 90% apresenta potencial de reciclagem (LAURIZTEN, 1994).

O uso de materiais renováveis ou recicláveis é pouco comum na construção civil e uma exceção importante é o reuso do entulho de construção e demolição como agregado em camadas de sub-base de pavimentação e no concreto sem efeito estrutural, servindo como base de blocos de fundação. Em vários países 85% do entulho é reciclado desta maneira (CIB, 2000).

Zordan (2000) indica a potencialidade do uso de RCC como agregado para argamassa e concreto, respectivamente porém problemas de fissuração em argamassas executadas com agregado foram achados pelo efeito “*filler* ativo”, ou seja, pelo excesso de finos na porção miúda do agregado provocado pelo processo de trituração do entulho. Como solução para o problema, o aumento da dosagem de água para hidratação e adição de areia inerte fina, na mesma proporção de volume do agregado reciclado.

#### *3.4.5 Riscos da reciclagem*

A reciclagem de resíduos apresenta, também, dois tipos de risco. O primeiro é o risco associado a qualquer inovação tecnológica na construção civil, pois a natureza empírica do conhecimento e a falta de tradição em inovação tecnológica, aliadas à longa durabilidade requerida, têm significado desempenho inadequado de muitas novas tecnologias introduzidas no mercado (JOHN, 1995). A esse problema soma-se o segundo risco, o risco inerente à própria reciclagem, muitos resíduos são considerados perigosos, pois possuem elevadas concentrações de espécies químicas perigosas (JOHN, 2000).

#### *3.4.6 Reciclagem Primária e Secundária*

A reciclagem primária, definida como a reciclagem do resíduo dentro do mesmo processo que o originou, é muito comum e possui grande importância na produção do aço e do vidro, embora seja, poucas vezes e em casos isolados, técnica ou economicamente inviável. Já a reciclagem secundária, definida como a reciclagem de um resíduo em outro processo produtivo, diverso daquele que o originou, apresenta inúmeras possibilidades, principalmente no processo de várias indústrias que envolvem a construção civil (All, 1993).

#### *3.4.7 Viabilidade e Economia da Reciclagem*

A reciclagem também pode ser incentivada através de instrumentos legais que promovam o interesse econômico do uso do material reciclado. O governo da Dinamarca, por exemplo, elevou a taxa de deposição de material potencialmente reciclável em aterros controlados, tornando a reciclagem economicamente viável, transformando o aterro controlado em um ponto onde empresas terceirizadas possam buscar sua matéria prima (LAURITZEN, 1994).

A utilização de agregado reciclado permite produzir componentes de construção que, dependendo da sofisticação tecnológica, terão custos significativamente inferiores ao preço de componentes disponíveis no mercado. Em Belo Horizonte, por exemplo, verificou-se uma economia de 22% na execução da pavimentação asfáltica (PINTO, 1997).

No Brasil, a utilização de agregados reciclados, obtidos através de operação de britagem, por sua vez, vem demonstrando, na prática, a viabilidade técnica desse tipo de atividade. Estudos recentes desenvolvidos em várias universidades (Poli — USP, Escola de Engenharia de São Carlos, Unicamp) confirmam a potencialidade de uso do agregado reciclado na produção de materiais de construção (PINTO, 1997).

#### *3.4.8 Métodos de reciclagem na construção civil*

Alguns métodos de reciclagem já são bastante utilizados, por exemplo, a britagem que funciona na demolição de edificações em concreto. O processo pode ou não ocorrer dentro da obra, por meio de um britador onde os elementos de concreto são colocados em um lado e após segundos saem por uma esteira em pequenos fragmentos, de modo que possam ser reutilizados para funções diferentes da brita basáltica, já que a composição da brita proveniente de britagem não pode ser utilizada como agregado graúdo de concreto com finalidade estrutural. Finalidades dadas à brita proveniente de britagem de demolição: base de blocos de concreto para fundação, espalhamento em pisos para prevenir a elevação de material particulado no ar e elementos de concreto sem finalidade estrutural, por exemplo, pavimento intertravado de concreto ou pisos para tráfego leve.

O setor siderúrgico é também um grande reciclador. Boa parte do aço destinado a reforço de concreto armado produzido no país é proveniente do processo de arco elétrico, que utiliza como matéria prima quase que exclusivamente sucata. A reciclagem desta sucata permitiu economizar em 1997 cerca de seis milhões de toneladas de minério de ferro, evitou a geração de cerca de 2,3 milhões de toneladas de resíduos (ÂNGULO; ZORDAN; JOHN, 2002).

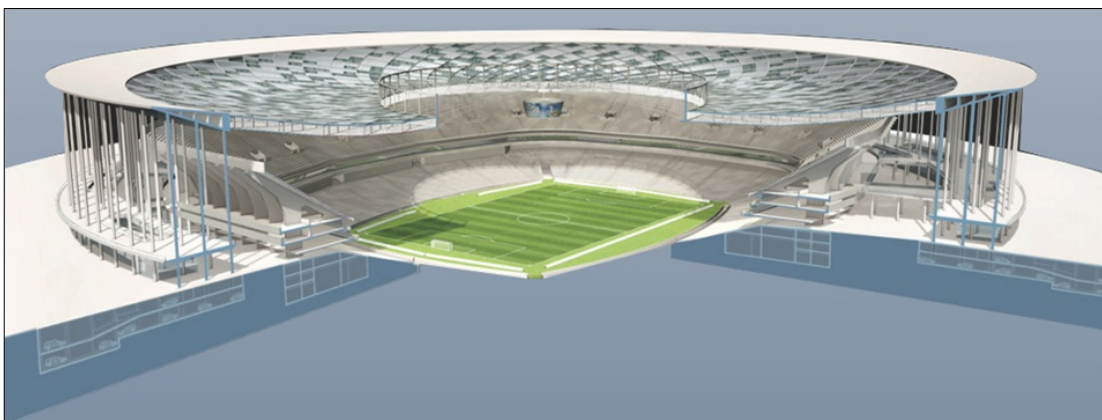
## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 Obra escolhida para o desenvolvimento do estudo de caso

Localizado no Setor Recreativo Poliesportivo Norte – SRPN – Asa Norte, Brasília, o Estádio Nacional de Brasília – ENB –, é uma obra que chama atenção pela sua desenvoltura, com uma área construída de 214.000m<sup>2</sup>, capacidade de público de 70.000 pessoas sentadas. Foram gastos em sua concepção 185.000m<sup>3</sup> de concreto, 22.500 toneladas de aço CA – 50, a obra foi gerenciada pelo Consórcio 2014 que é composto pelas empresas Andrade Gutierrez e Via Engenharia.

O ENB tem como finalidade ser a abertura da Copa das Confederações de Futebol da Federação Internacional de Futebol – FIFA – e sede de sete jogos da Copa do Mundo de Futebol FIFA, a obra teve início no dia 3 de Julho de 2010 e foi inaugurada em 18 de Maio de 2013.

**Figura 4.1 - Projeção com corte do Estádio Nacional de Brasília.**



Fonte: Projeto de Arquitetura da empresa Castro Mello (2010).

### 4.2 Metodologia do estudo

A metodologia do estudo foi obtida a partir da revisão de literatura, por meio de cartilhas, livros, trabalhos acadêmicos e leis. Já na parte de investigação foi levado em conta o Programa de Gestão Integrada – PGI – da empresa Andrade Gutierrez que é o programa de sustentabilidade usado na obra, evidenciando a eficácia de sua aplicação, o tipo de material encontrado na obra e qual era a procedência antes e após o seu uso.

Registros de imagem e dados foram obtidos com a Gerência de Qualidade e Meio Ambiente do Consórcio 2014.

### 4.3 Implementação do Programa de Gerenciamento

Dentro do PGI da Andrade Gutierrez existe o gerenciamento de resíduos, onde uma cartilha foi feita e divulgada amplamente entre os funcionários de qualquer setor produtivo, seja de escritório ou de campo.

No caso da construção do ENB o programa já existia, sendo necessária somente a introdução do assunto aos funcionários recém chegados a empresa. A integração é feita no primeiro dia de trabalho e aborda assuntos de toda política de boa convivência, segurança e meio ambiente da empresa, é apresentada através dos líderes dos assuntos abordados, sua duração é de 6 horas, todos os participantes são submetidos a um pequeno teste de avaliação dos conhecimentos apresentados.

**Figura 4.2 - Palestra de conscientização dos aspectos e impactos ambientais da obra.**



**Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).**

Documentos de liberação de locais de trabalho sobre limpeza e organização são preenchidos por encarregados, sendo vistoriados por técnicos de meio ambiente

e qualidade, podendo ter o resultado de não conformidade e uma ação corretiva posterior, tudo isso sendo regido pelo PGI.

#### 4.4 Plano de Prevenção e Controle de Poluição

O Plano de Prevenção e Controle de Poluição compõem o PGI, voltado para práticas funcionais no cotidiano do funcionário, visando à prevenção da geração de resíduo e prevenção de poluição de pequenas matérias, sua principal orientação é que uma obra deve interferir o mínimo possível no seu entorno.

Na Figura 4 fica evidente o uso de maquinário especializado na limpeza de vias públicas que cercam a obra. O uso do maquinário se justifica pela eficiência e rapidez minimizando a emissão de particulados e o impacto na vizinhança.

**Figura 1.3 - Maquinário limpando e prevenindo o espalhamento de partículas.**



**Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).**

Ainda sobre prevenção de elevação de material particulado, o funcionário também deve ser protegido da inalação deste material, principalmente se proveniente de cimento. A disposição de britas em áreas de circulação de pessoas e maquinário é uma alternativa de grande sucesso, pois evita a elevação do material particulado, diminuindo a inalação de partículas presente no ar.



Nas figuras 5 e 6 é possível perceber o uso deste processo. A figura 5 é um acesso aos escritórios do canteiro do ENB e a figura 6 é dentro da obra em uma área de grande movimentação de pessoas e maquinário.

**Figura 4.4 - Acesso ao canteiro com brita proveniente de reciclagem.**



Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).

**Figura 4.5 - Área de trabalho com brita reciclada (lastro).**



Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).

#### 4.5 Plano de Gestão de Resíduos Sólidos

Pertencente ao Programa de Gestão Integrada é o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, que rege toda prática dos resíduos na obra do ENB. O Plano está sendo utilizado durante toda a obra, pois desde sua concepção já estava prevista uma demolição do antigo estádio, tendo assim ainda mais importância à utilização do programa.

Foi necessário desde o início a atenção ao tipo de material retirado e a disposição que este material teria no processo construtivo.

**Figura 4.6 - Pista de atletismo em CBUQ sendo retirada.**



**Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).**

A Figura 4.6 foi captada em 29/07/2010, nela consta a antiga pista de atletismo composta de Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ –, depois de demolida o seu entulho foi enviado ao Departamento de Estrada de Rodagens do Distrito Federal – DER/DF – para que fosse reaproveitado todo o material. O CBUQ é considerado um material perigoso pela sua composição com produtos químicos, por isso a necessidade de uma deposição correta, com documentação atestando sua legalidade.

#### 4.5.1 Reaproveitamento e deposição de solos

O estádio teve de ser todo escavado, pois uma lei federal rege que o prédio do Senado Federal deve ser o mais alto de Brasília, sendo assim, as colunas externas do estádio ultrapassariam a altura da edificação do Senado, para estas colunas que sustentam a cobertura ficarem a uma altura suficiente para cobrir todos os assentos a escavação foi necessária, deslocando uma grande quantidade de solo, parte deste solo foi estocado no próprio canteiro para a reutilização em re-aterros, outra parte do solo foi levado para um canteiro da Companhia da Nova Capital – NOVACAP – e outra parte para um cada de solo para servir de recobrimento de resíduos no o lixão da Estrutural.

**Figura 4.7 - Máquina organizando solo de escavação no depósito da NOVACAP.**



**Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).**

Uma empresa terceirizada contratada pelo Consórcio 2014 era responsável por parte dos caminhões de retirada de solo da obra, no contrato era firmado que este solo seria depositado em outras obras ou regiões designadas, como pátios de solos. Após uma investigação feita por um motorista do consorcio foi verificado que a empresa de transporte estava depositando o solo no lixão da Estrutural.

Após o ocorrido o contrato foi encerrado e outra empresa foi contatada, fato que mostra que mesmo em grandes obras, com controle rígido e políticas e planejamento bem elaborado ainda podem estar sujeitas a irregularidades.

**Figura 4.8 - Solo proveniente de escavação depositado em lixão.**



**Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).**

O gramado que já existia no local foi retirado por funcionários da NOVACAP e enviado a um viveiro gerenciado pela própria companhia para utilização em canteiros e praças públicas.

**Figura 4.9 - Gramado sendo retirado para relocação em viveiro.**



**Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).**

Duas empresas fornecedoras de concreto foram locadas dentro do canteiro de forma a facilitar o transporte do material para o local de aplicação, em vista do volume que seria utilizado se entendeu como viável a implantação de duas usinas. Disposta em frente à entrada e saída de caminhões, uma equipe foi treinada para coletar o concreto residual que seria desperdiçado, com o material coletado esta mesma equipe era responsável pela produção de tampas e bloquetes para cobrimento de buracos e calçamento, respectivamente.

**Figura 4.10 - Resíduo de concreto utilizado para bloquetes e tampas.**



**Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).**

#### *4.5.2 Reutilização de material após transformação*

A forma de reutilização de material após transformação mais utilizada no ENB foi a britagem, todo concreto proveniente de demolição do antigo estádio e de peças demolidas durante a nova construção foram transformados em brita por uma empresa terceirizada. Parte da transformação ocorreu dentro do próprio canteiro por meio de britador móvel e parte transportada para a pedreira Areal Bela Vista, onde o britador utilizado é maior e mais eficaz.

**Figura 4.11 - Britagem sendo realizada dentro do canteiro.**



**Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).**

Parte do material é destinado para a pavimentação de áreas internas da obra, diminuindo o uso de materiais nobres como areia, brita basáltica e brita graduada simples diminuindo a emissão de material particulado no ar.

O restante de fração desse material foi usado como parte de agregados na composição de concretos, para os pisos de acesso ao público, fato importante a ser considerado, pois pretende-se que todo o material proveniente da britagem não deixe as imediações da obra, gerando um menor impacto ambiental e economia de recursos. Como a central de concreto era dentro do canteiro o transporte não era grande gerador de poluente.

O concreto produzido com o uso da brita proveniente da britagem possui baixo *fck*, dessa forma seu uso é bem restrito quanto ao local de aplicação. Esse concreto foi aplicado somente em áreas de tráfego unicamente de pedestres e nenhum tipo de maquinário pesado, devido aos seus índices de resistência a compressão, também foram feitos bloquetes.

#### 4.5.3 Material reciclado por terceiros

Todo resíduo de escritório como papel, plásticos, papelão, copos descartáveis, metal e até mesmo matéria orgânica é coletado seletivamente, a triagem é feita dentro do canteiro e tudo é enviado a Central de Cooperativas – CENTCOOP – essa central repassa o material às cooperativas responsáveis, menos a matéria orgânica que é coletada pelo Sistema de Lixo Urbano – SLU.

**Figura 4.12 - Material ferroso a ser enviado a CENTCOOP.**



**Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).**

O montante total de aço residual da demolição do antigo estádio e de sobras das novas edificações foi enviado ao CENTCOOP. Por ser um material de alto valor de mercado, a sucata de aço se transformou uma moeda de troca por outros materiais reciclados, como é o caso dos prensados de madeira reciclada, uma boa alternativa de tapume de obra ou edificações provisórias. Praticamente todo tapume interno, caixotes de ferramentas, bloqueio de portas e biombos de informação da obra foram produzidos por prensados de madeira trocados por sucata de aço.

A cobertura do antigo estádio era composta de uma liga metálica diferente do CA-50, montada por soldas e pinos, a cobertura foi toda desmontada e foi encaminhada ao CENTCOOP.

**Figura 4.13 - Estrutura metálica da antiga cobertura em transporte.**



**Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).**

A madeira é um material bastante usual em obra, obtendo diversas funções em métodos construtivos, conseguindo ser reutilizada por diversas vezes por meio de cortes e montagens com outros pedaços de madeira, quando a fragmentação já é grande essa madeira não tem mais utilidade no canteiro sendo a última alternativa o descarte. O resíduo de madeira do ENB foi enviado para a cooperativa Sonho de Liberdade na cidade Estrutural, onde o material foi totalmente reutilizado. A serragem era utilizada na própria obra, pois ajudava a compor o kit de mitigação de resíduos fluidos.



**Figura 4.14 - Resíduo de madeira em transporte.**



Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).

#### *4.5.4 Destinação de resíduos perigosos*

Obras com grande número de funcionários necessitam de um posto médico e enfermaria, com isso a geração de resíduos perigosos aumentou, pois resíduo hospitalar é Classe D segundo a resolução 307/2002 do CONAMA. Todo material hospitalar coletado no ENB foi somado aos resíduos de construção classe D e enviados a empresa INCINERA de Goiânia, que ficou com a responsabilidade de fazer a triagem do material e incinerar o que pode ser incinerado.

**Figura 4.15 - Caminhão da INCINERA transportando materiais perigosos.**



Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).

## 4.6 Análise de dados e resultados obtidos

### 4.6.1 Tipos de resíduos encontrados

A quantidade de resíduos encontrados é tão importante quanto a sua classificação quantitativa. Ao longo de dois anos de obra no ENB e diversas etapas da obras, com processos construtivos diferentes, foi possível realizar uma tabela com todos os RCC encontrados, mantendo o foco nos resíduos sólidos inertes da construção civil. A classificação utilizada na tabela é regida segundo a resolução 307/2002 do CONAMA. Apesar da importância de alguns materiais o foco é o RCC, sendo assim alguns materiais encontrados não são citados, como por exemplo materiais de limpeza de escritório e resíduo hospitalar.

**Tabela 4.1 - Resíduos Sólidos Inertes Encontrados no ENB.**

<b>Resíduo</b>	<b>Classe</b>
Aço de Construção	B
Alumínio	B
Arame	B
Areia	A
Argamassa	A
Asfalto a quente	B
Brita	A
Cabo de Aço	B
Concreto	A
Cabo ou Fio de Cobre	B
Tubulações com Ferro Galvanizado	B
Gesso Acartonado	B
Madeira Comum, Compensada ou Serrada	B
Papel, Papelão e Plástico	B
Poliuretano Expansivo	D
PVC	B
Resíduo Cerâmico	B
Rolo, Pincel, Trincha (sujo ou residual)	D
Solo	A
Vidro	B

**Fonte: Estádio Nacional de Brasília, entre 2011 e 2013.**

A primeira conclusão a ser tirada é a predominância de resíduos das classes A e B, materiais que são reutilizáveis ou recicláveis, grande parte desse material obteve o acondicionamento correto tanto dentro da obra, quanto no seu acondicionamento final.

Outro problema identificado foi o retrabalho realizado na coleta e acondicionamento dos resíduos, por exemplo, quando um tipo de material era coletado pelas giricas e acondicionado em caçambas, como é o caso dos restos de bloco de concreto, outros tipos de resíduos eram depositos na mesma caçamba gerando um retrabalho para a triagem dos resíduos, em alguns casos materiais perigosos classe D como solventes foram misturados a materiais recicláveis impossibilitando seu uso.

Mesmo com um número de somente 10% dos tipos de resíduos encontrados serem classificados como classe D, resíduos perigosos ou ofensivos, seu gerenciamento deveria ter recebido atenção especial. Encontrar brochas ou pincéis sujos em caçambas era corriqueiro na obra, mas todo funcionário era instruído para depositar este material em uma lixeira separada, de materiais ofensivos e perigosos. Os resíduos classe D que foram coletados no canteiro foram tratados da mesma forma que materiais hospitalares, porém não se pode afirmar que 100% deste material teve seu destino final correto, já que grande parte estava sendo deposita junto com outros RCC.

#### *4.6.2 Triagem*

A grande maioria dos RCC coletados na obra do ENB tiveram sua triagem feita dentro do canteiro, com os operários responsáveis utilizando o Equipamento de Proteção Individual – EPI – com toda segurança necessária para tal finalidade. Após a triagem o material foi acondicionado em um local as margens do canteiro com um acesso exclusivo dos transportadores externos que buscam o material para sua destinação final externa.

A triagem era feita de forma contínua e quase que diária, para que não existisse acúmulo de material ou falta de limpeza na frente de serviço, ainda que a eficácia da limpeza não fosse cumprida como manda as normas internas da empresa o resíduo não ficava mais que 36 horas no seu local de geração.

**Figura 4.16 - Colaboradores realizando a triagem de RCC.**



**Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).**

#### *4.6.3 Transporte do RCC*

O principal cuidado no transporte foi a preocupação com o não acúmulo no acondicionamento inicial, principalmente na fase de elevação de alvenaria, onde a geração de resíduos era constante e de grande volume. O turno noturno da obra era grande responsável pela limpeza, transporte e acondicionamento dos resíduos, como já dito no trabalho nem sempre a eficácia era o forte deste turno já que muitas vezes nem todo material era transportado.

O modo de transporte interno foi atendido de forma correta, com giricas e bags. Devido ao tamanho do canteiro e obra e o grande volume de resíduos gerados a etapa do acondicionamento interno final era pulada em alguns casos, isso quer dizer que a caçamba era locada perto da frente de serviço e relocada diretamente para a recicladora, lembrando que isso também gerava um problema, já que muitos colaboradores não obedeciam o fato da caçamba ser usada somente para um tipo de resíduo, depositando classes e tipos diferentes de RCC.

O transporte de destinação externa foi de corresponsabilidade do gerador, neste caso o ENB e dos fornecedores, variando de acordo com o fornecedor. Algumas empresas não arcavam com o custo do transporte do resíduo gerando assim um custo extra ao estádio, em contrapartida a CENTCOOP buscava o

material sem custo e ainda gerava um comprovante alegando que o resíduo obteve uma destinação correta e de acordo com a legislação.

#### *4.6.4 Destinação final do RCC*

A empresa INCINERA foi a responsável pela coleta e destinação de todo material classe D do ENB, o que para os geradores já era uma grande colaboração, pois o material com mais dificuldade de destinação é o classe D, considerado perigosos e ofensivos, como já citado, existem inúmeras formas de destinar esse material mas poucas obedecendo a legislação e com certo tratamento, no caso da INCINERA a incineração do material.

A escolha da destinação final foi feita por meio do tipo do resíduo e sua quantidade gerada, outro pensamento foi de fortalecer a geração de empregos ficando assim a disposição da destinação final:

- Material Ferroso – CENTCOOP
- Material proveniente de CBUQ – DER/DF
- Gramado do antigo estádio – NOVACAP
- Plástico, papéis e papelões – Empresa Capital de Recicláveis
- Resíduos Classe D – INCINERA/GO
- Madeira – Cooperativa Sonho de Liberdade
- Concreto demolido não reutilizado – Areal Bela Vista

A ajuda recebida pela CENTCOOP foi a mais notada diferença do ENB para outras obras, isto se deve a atenção que os colaboradores do gerenciamento de RCC deram também para a cooperativa. Foi proporcionado a diferentes tipos de cooperativas o mesmo alcance ao material, tendo em vista o volume obtido, pois uma única cooperativa não conseguiria suprir a demanda de resíduo.

Quanto ao resíduo de uso doméstico, no ENB é o material de escritório, foi utilizada a coleta seletiva onde a triagem sofreu grande auxílio, já que o material é

separado pelo próprio gerador do resíduo facilitando o trabalho dos colaboradores da triagem que ficaram responsável somente de somar este material ao resíduo igual gerado no canteiro.

#### *4.6.5 Monitoramento e quantificação dos resíduos*

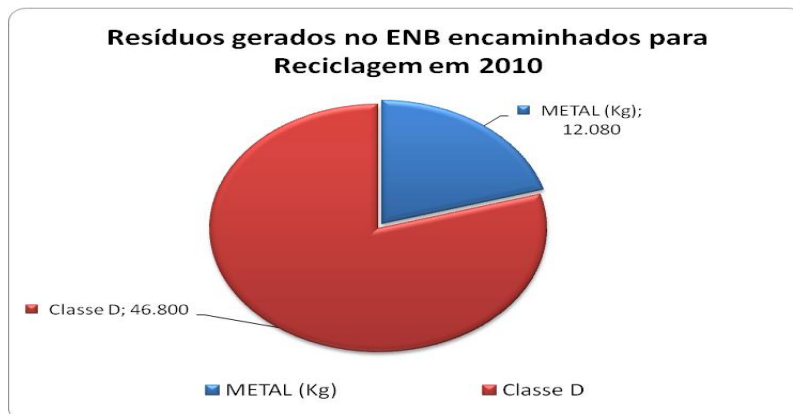
Para o monitoramento do gerenciamento do RCC o consorcio designou um líder dos colaboradores e um gerente responsável por toda área de sustentabilidade e meio ambiente da obra, que gerencia técnicos que andam pela obra observando o trabalho dos coletores de resíduos, em algumas fases da obra este serviço foi feito durante a noite para facilitar o trabalho dos colaboradores e não intervir na produção do estádio.

Uma cadeia de ações foi elaborada para monitorar melhor o gerenciamento, funcionando como uma corregedoria. Um técnico avaliava os técnicos executivos responsáveis pela coleta, transporte e acondicionamento interno. Dessa forma evitava a acomodação dos colaboradores, já que premiações e reconhecimento público na obra eram dadas às melhores equipes da obra.

Em certa etapa da demolição foi discutido qual método de quantificação a usar, por volume ou por peso dos resíduos. A decisão tomada foi medir por peso, pois todas as cooperativas e empresas recicladoras recebiam o material medindo por peso, como forma de quantificar e algumas vezes pagar de volta o ENB pelo resíduo entregue.

Como a obra sofreu uma grande demolição antes do início do novo estádio os materiais mais reutilizados ou reciclados foram metais, materiais ferrosos e concreto proveniente de demolição, posteriormente separado do metal e material britado.

**Figura 4.17 - Quantificação do RCC encaminhado para reciclagem em 2010 no ENB.**



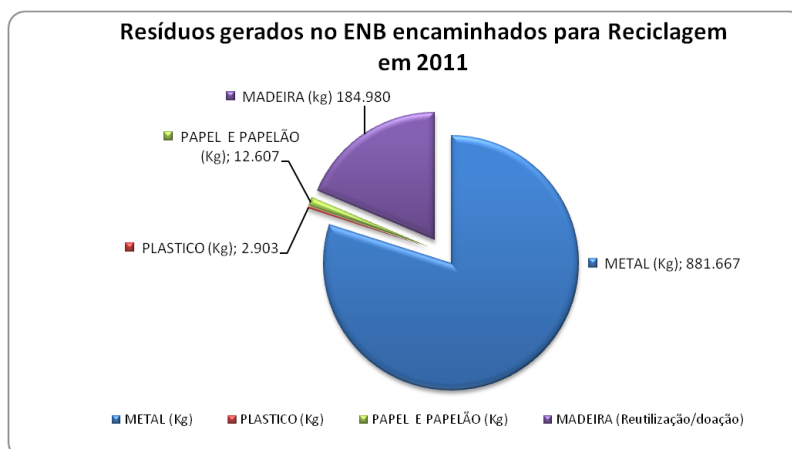
Fonte: Equipe de Coleta do ENB (2011)

Com o início da obra em 2010 a primeira ação feita foi o plano de demolição, que começaria do centro do canteiro até as margens e posteriormente a estrutura de concreto existente. Os 46.800 quilogramas descritos como classe D no gráfico 1 é referente a pista de atletismo e elementos com CBUQ, todos enviados ao DER/DF para seu devido reaproveitamento. No anexo 1 está demonstrado o documento que o DER/DF emite para a obra que entregou o resíduo. O volume de metal no ano de 2010 é baixo pois muito pouco da estrutura foi demolida ainda neste ano, contribuindo mais para o peso, alambrados e cercas.

As árvores existentes no local foram retiradas e doadas para a cooperativa Sonho de Liberdade, e como compensação o ENB teve de plantar cinco mil novas mudas em todo DF, fato comprovado por documento emitido pela NOVACAP, neste trabalho o anexo 2.

Já no ano de 2011 é observado pelo gráfico 2 que não é significativa a produção de resíduos classe D, sendo que o mesmo não chega a 0,3% da produção em quilogramas comparado ao somatório total de resíduos produzidos pela obra. Também fica evidente o aumento exponencial do peso de aço enviado para reciclagem isso é reflexo da etapa de demolição da estrutura das arquibancadas. Novos materiais aparecem neste gráfico em decorrência do início da fundação e da edificação, da instalação dos escritórios, e da geração de resíduos que este escritório é responsável, materiais como plástico, papel e papelão.

**Figura 4.18 - Quantificação do RCC encaminhado para reciclagem em 2011 no ENB.**



**Fonte: Equipe de Coleta do ENB (2011).**

Com o aumento do volume e peso de metal não foi possível somente a CENTCOOP continuar recebendo o material, participando também do processo uma cooperativa de proprietários de ferro-velho, onde caminhões dessa cooperativa buscavam o material na obra, pesavam e transportavam para o pátio da cooperativa. O material enviado a estas empresas foi pago por quilo para o ENB.

Neste momento da obra foram criadas as baias e a área responsável por receber os RCC gerados no canteiro. Metal e concreto não tinham acondicionamento interno, pois eram relocados diretamente para sua reciclagem.

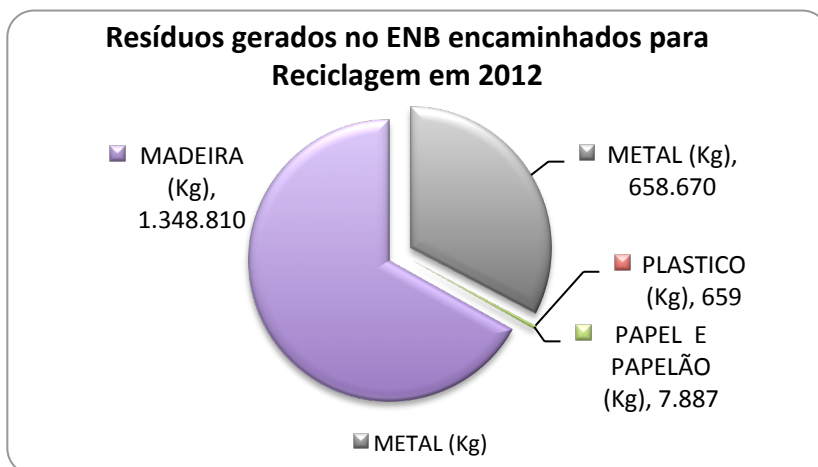
**Figura 4.19 - Caminhão sendo carregado diretamente no canteiro.**



**Fonte: Acervo da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília (2011-2012).**



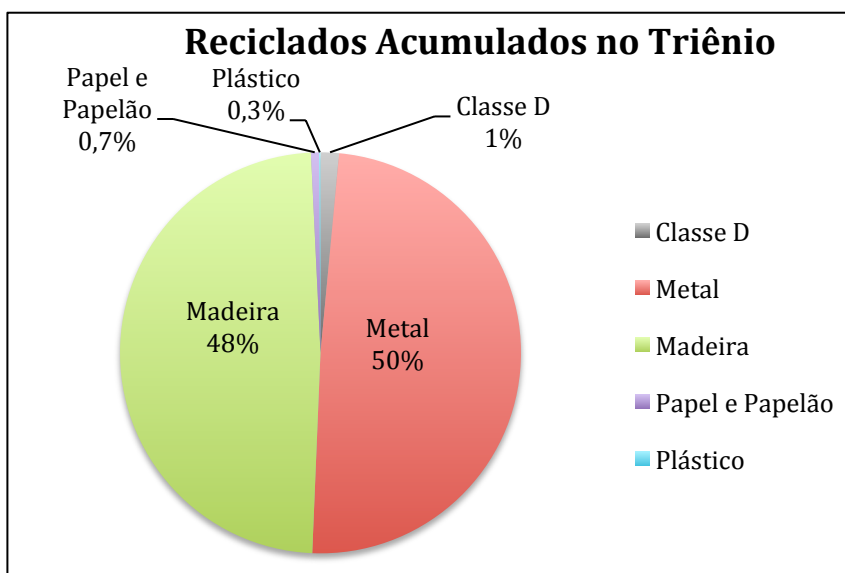
**Figura 4.20 - Quantificação do RCC encaminhado para reciclagem em 2012 no ENB.**



**Fonte: Equipe de Coleta do ENB (2012).**

A maior mudança em relação aos outros anos é a elevação da quantidade de madeira enviada para reciclagem. Como a obra atinge sua finalização a madeira é quase que dispensável, deste modo o volume de saída aumentou consideravelmente.

**Figura 1.21 - Porcentagem de resíduos enviados para reciclagem em 2010, 2011 e 2012.**



**Fonte: Equipe de Coleta do ENB (2012).**

O gráfico 4 demonstra a porcentagem de cada material enviado para reciclagem de acordo com o peso total obtido de todos os resíduos reciclados somados. Importante que tenha em mente que o concreto de produção de britagem

não entra nesta conta pois em nenhum momento houve a preocupação ou até mesmo necessidade de realizar a pesagem deste concreto de demolição, já que grande parte foi reutilizada no próprio canteiro e outra parte relocada para o Areal Bela Vista. A alvenaria e acabamentos, compostos por blocos de concreto, cerâmicas, argamassa e gesso, não foram reutilizados e também não passaram por reciclagem, no canteiro foram acondicionados em caçambas e não há relato de seu destino final, fato de sério comprometimento do gerenciamento de resíduos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No gerenciamento dos resíduos sólidos no ENB foi adotado o programa da empresa Andrade Gutierrez, um programa de gestão atualizado e equalizado com a legislação atual, bem elaborado e de fácil entendimento, um trabalho completo no ponto de vista de elaboração, mas que durante seu processo executivo encontrou alguns problemas durante algumas fases da obra. Não somente na execução houveram problemas mas em todo processo de gerenciamento. Problemas que podem ser enumerados como:

- Falta de sinalização dentro do canteiro sobre cuidados com os resíduos;
- Falta de divulgação da CENTCOOP e de todas as outras cooperativas;
- A desatenção quanto alguns resíduos, principalmente na fase de acabamento, tais como: alvenaria, reboco e cerâmicas;
- Falta de uma coletora de materiais perigosos, classe D no DF;
- Falta de mão de obra especializada em gerenciamento de resíduos sólidos;
- Pouca comunicação entre a produção da obra e os agentes do gerenciamento dos resíduos.

Num ponto de vista global o gerenciamento dos resíduos foi feito de forma consciente e contribuiu positivamente para a obra e para a sociedade, mas de acordo com a propaganda que vinha sendo feita sobre sustentabilidade da construção não atingiu as expectativas, ficou um pouco a quem se comparado com o marketing promovido.

A necessidade dos programas de gestão e gerenciamento de RCC fica cada vez mais evidente em empresas e construtoras, mostrando que a destinação correta dos materiais causa impacto positivo para a obra, para a empresa, sociedade, colaboradores e usuários. O ganho em qualidade e sustentabilidade é alto, como

demonstrado no trabalho muitas vezes com um retorno financeiro, mesmo que um investimento seja feito, no mínimo ele se paga pelos ganhos que se obtêm.

Também é preciso enumerar aspectos positivos do programa, pois mesmo com todos os problemas mais de 2 milhões de quilos de RCC foram reciclados, sem contar com reutilizados. O ganho em organização e limpeza do canteiro foi muito positivo, a parcela de compensação com a sociedade por estar utilizando recursos naturais também é um aspecto importante de ressaltar. Os resultados dos documentos coletados em obra não possuem uma escala levando em consideração de que um lugar está apto ao serviço somente se estiver totalmente de acordo com a metodologia aplicada, sem margens de erro ou descumprimento das normas.

Como alternativa de melhoria o principal problema observado foi o tempo de limpeza dos resíduos na frente de serviço, restos de argamassa e blocos de concreto ficavam espalhados de um a três dias perto do local de execução, até uma equipe limpar o local, a velocidade de limpeza e organização neste ponto seria algo fácil de realizar e aumentaria a eficiência.

A cultura sobre o gerenciamento de RCC vem se alterando, formando cada vez mais pessoas com a consciência e importância do certo manejo. Fato que começa dentro do escritório de obra e levado ao processo executivo, com universidades e empresas se ajudando e cooperando numa nova forma de lidar com problemas antes, 15 a 20 anos atrás, pouco tratados. O Engenheiro Civil e todos que o cercam só tem a ganhar respeito e credibilidade com essa nova cultura.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABN AMBRO BANK. **Guias de boas práticas na construção civil**. São Paulo, 2007.

**ACERVO da equipe de meio ambiente do estádio nacional de Brasília**, 2011-2012. No prelo.

**ALL that remains**: a survey of waste and the environment. The Economist, n. 29, May 1993.

ÂNGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Edurado; JOHN, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. PCC - Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica. São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos o Brasil**. São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)-NBR ISO 9000: **Sistema de Gestão da qualidade**: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)-NBR 10004: **Resíduos sólidos**: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves (Org.). **Projeto de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras**. Brasília: Universidade de Brasília e Sinduscon – DF, 2007.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República do Brasil, Brasília, DF, nº 136, 17 de julho de 2002.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004**. Altera a resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial da República do Brasil, Brasília, DF, nº 158, 17 de agosto de 2004.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011**. Altera a resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, estabelecendo nova classificação para o gesso. Diário Oficial da República do Brasil, Brasília, DF, nº 99, 25 de maio de 2011.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal Nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

CHERMONT, L. S.; MOTTA, R. S. **Aspectos econômicos da gestão integrada de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IPEA, 1996.

CIB. **Agenda 21 para construção sustentável.** Tradução de I. São Paulo: [s.n.], 2000.

ESPINELLI, U. A gestão do consumo de materiais como instrumento para geração de resíduos nos canteiros de obras. In: **Seminário de gestão e reciclagem da construção e demolição: avanços e desafios.** São Paulo. PCC USP, 2005.

GRIGOLI, Ademir S. et al. Entulho de obra: reciclagem e consumo na própria obra que o gerou. In: **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, VI; 2000, Salvador. ANTAC, 2000.

GRUPO ESPAÑOL DEL HORMIGON (GEHO). **Recomendaciones y manuales técnicos: demolición y reutilización de estructuras de hormigón.** Madri, 1997.

HENDRIKS, Ch. F. **Durable and sustainable construction material.** Netherlands, 2000.

\_\_\_\_\_. **The building Cycle.** AeneasTechnical Publishers. Netherlands, 2000.

JOHN, V. M. **Cimentos de escória ativada com silicatos de sódio.** 1995. 200f. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

\_\_\_\_\_. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000. 120f. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

KILBERT, C. Establishing principles and a model for sustainable construction. Sustainable Construction. **Proceedings:** Tampa. Florida. nov., 6-9, 1994.

LAURITZEN, E. K. Economic and environmental benefits of recycling waste from the construction and demolition of buildings. **Industry and Environment**, Paris, v. 17, n.2, abr./jun. 1994. p. 26-31.

MONTEIRO, J.H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

PESSOA, Elizabeth Vieira. **Gestão de resíduos de construção civil: alternativas adotadas para segregação, coleta e destinação de resíduos de construção de edificações com base em um estudo de casos.** Salvador, 2006.

PINTO, T. P. Resultados da gestão diferenciada. *Téchne*, São Paulo, n. 31. p. 31-34, nov./dez., 1997.

\_\_\_\_\_. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999.

PINTO, T. P; GONZÁLES, Juan Luis Rodrigo. **Manejo e gestão de resíduos na construção civil**. Brasília: Caixa, 2005.

**PROJETO de Arquitetura da empresa Castro Mello, 2010**. No prelo.

SCHALCH, V. **Análise comparativa de dois aterros sanitários semelhantes e correlações dos parâmetros do processo de digestão anaeróbia**. São Paulo, 1992, 219 f. Tese de Doutorado, Departamento de Hidráulica e Saneamento - Escola de Engenharia de São Carlos - USP.

SINDUSCON-SP. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: a experiência do SindusCon – SP**. SindusCon-SP: São Paulo, 2005.

SANTIAGO, M. A. de M.; MORAIS JÚNIOR, J. de. A. Implantação do plano de gestão de resíduos da construção civil e demolição em dois canteiros de obra da cidade de João Pessoa. In: **2º SEMINÁRIO DA REGIÃO NORDESTE SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS**. João Pessoa: 2010.

ZORDAN, Sérgio E. **A Utilização do Entulho como Agregado na Confecção do Concreto**. 1997. 140 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

**ANEXO 1 – DECLARAÇÃO COMPROVANDO O ENVIO DO CBUQ AO DER – DF**

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL  
SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DER/DF

Ao  
CONSÓRCIO BRASÍLIA 2014  
A/C Roberto Xavier de Castro Junior

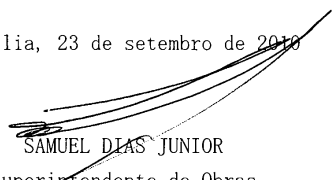
**DECLARAÇÃO**

Declaro que o DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL – DER/DF, irá receber o **material de Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ**, removido da pista de atletismo e oriundo da reforma do Estádio Nacional de Brasília.

O material será transportado sob responsabilidade do Consórcio Brasília 2014 e será depositado no pátio de estocagem do 2º Distrito Rodoviário do DER/DF, localizado no Parque Rodoviário do DER/DF (DF-001 km 0 da BR-020 Sobradinho-DF CEP: 73.001-970).


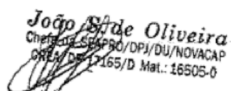
Declaramos ainda, que todo o material será utilizado em vias Vicinais e outros pontos necessários do SRDF.

Brasília, 23 de setembro de 2010

  
SAMUEL DIAS JUNIOR  
Superintendente de Obras  
DER/DF



## ANEXO 2 – COMPROVANTE DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

		<b>Estimativa de Preços</b>		Data: 28/09/2010 Página: 1		
<b>Nº do orçamento:</b> DPJ152/2010		<b>Data-Base:</b> 1/4/2009				
<b>Interessado:</b> ROBERTO XAVIER DE CASTRO JÚNIOR (SISPROT 182.394)						
<b>Objeto:</b> COMPENSAÇÃO AMBIENTAL						
<b>Local:</b> ESTÁDIO NACIONAL DE BRASÍLIA - DF						
<b>1 - COMPENSAÇÃO AMBIENTAL</b>						
<b>1.1 - ARVORES (Porte 1,00 A 1,50 m)</b>						
Item	Código	Descrição	Unid.	Quant.	Custo unitário	Custo Total Item
0001	4610	ABERTURA E ADUBAÇÃO DE COVAS DE 0,60 x 0,60 x 0,60 m	un	820	R\$5,13	R\$4.206,60
0002	-	MUDAS	un	820	R\$5,80	R\$4.756,00
0003	-	TRANSPORTE/MD	un	820	R\$0,75	R\$615,00
0004	-	TUTOR	un	820	R\$1,50	R\$1.230,00
0005	4607	PLANTIO / ÁRVORE	un	820	R\$0,61	R\$500,20
<b>Total</b>						<b>R\$11.307,80</b>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>Total Final do Orcamento</b> </div>						<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>R\$11.307,80</b> </div>
DATA	ASSINATURA		VISTO			
28/9/2010	 <b>João Siqueira</b> Chefe de Serviço / DPJ/DU/NOVACAP ORLA/D... 165/D Mat.: 16505-0					