



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO – CAMPUS CARAÚBAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

DOMILENE SARANNA DA SILVA NASCIMENTO

ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA SOBRE O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
DE ALGUNS ESTÁDIOS DA COPA DO MUNDO DE 2014

CARAÚBAS – RN
JULHO DE 2014

DOMILENE SARANNA DA SILVA NASCIMENTO

**ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA SOBRE O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
DE ALGUNS ESTÁDIOS DA COPA DO MUNDO DE 2014**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
UFERSA – Universidade Federal Rural do
Semi-Árido, como requisito básico para a
obtenção de título de graduação em
Bacharelado em Ciência e Tecnologia.

**ORIENTADORA: Dr^a. Érica Natasche de
Medeiros Gurgel Pinto.**

**CO-ORIENTADORA: Dr^a. Pollyanna
Freire Montenegro Agra**

CARAÚBAS – RN

JULHO DE 2014

O Conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seus autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Campus Caraúbas (BCC)

N244a Nascimento, Domilene Saranna da Silva.

Análise bibliográfica sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos de alguns estádios da copa do mundo de 2014 / Domilene Saranna da Silva Nascimento – Caraúbas, RN, 2014.
48f.: il.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Erica Natasche de Medeiros Gurgel Pinto.

Co-orientador(a): Dr^a. Pollyanna Freire Montenegro Agra.

Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de
Graduação.

1. Construção civil. 2. Resíduos sólidos. 3. Gerenciamento.
4. Alternativa sustentável. I. Título.

RN/UFERSA/BCC

CDD:624

Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues

CRB-15/700

DOMILENE SARANNA DA SILVA NASCIMENTO

ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA SOBRE O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
DE ALGUNS ESTÁDIOS DA COPA DO MUNDO DE 2014

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
UFERSA – Universidade Federal Rural do
Semi-Árido, como requisito básico para a
obtenção de título de graduação em
Bacharelado em Ciência e Tecnologia.

APROVADA EM 30 / 07 / 2014

BANCA EXAMINADORA


Profª. Drª. Érica Natasche de Medeiros Gurgel Pinto


Profª. Drª. Pollyanna Freire Montenegro Agra


Profº. Dr. Kleber Cavalcanti Cabral

DEDICATÓRIA

Aos meus avós maternos, Luiz Francelino e Regina Celeste, que sempre se fizeram presentes nesse percurso.

A minha mãe, Maria Jarcilene da Silva, por quem tenho tamanha gratidão e um amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me conceder a graça de estudar e conseguir, com garra, a conclusão de curso tão esperada.

A minha mãe, que tanto admiro por enfrentar as dificuldades do cotidiano com sorriso no rosto e por fazer tamanho esforço para me manter em Caraúbas.

Ao meu irmão, Arthur Paulo da Silva, que tanto demonstra carinho e amor, dando forças nessa minha jornada.

Aos meus avós maternos, Luiz Francelino e Regina Celeste, verdadeiros pais, que mesmo não gostando da ideia que eu morasse em outra cidade, aceitaram a condição e hoje me dão todo o apoio no que se refere aos estudos.

Aos familiares em geral que me encorajaram a sempre buscar meus sonhos.

As minhas companheiras de guerra, Jéssica Medeiros e Cristina Fernandes, que num conjunto como “Irmãs Cajazeiras” nos demos as mãos umas as outras e vencemos essa batalha.

A eles, Joatan Jonas, Hyago Saraiva, Pricila Mayara, Rodolpho Luiz, Aninha Dantas, Lylyane Andrade, David Gomes, Sara Campos, Rogério Florêncio, Ana Karolyne, Rômulo Lopes, Milton Luiz e tantos outros, que me fizeram rir e se demonstraram pessoas ternas, amáveis, confiáveis e companheiras durante os meus bons e maus momentos.

As minhas amigas, Priscila Bandeira, Glória Leite, Rose Maia, Larissa Fernandes, Márcia Silva, Kerolaynny Brenda, Larissa Martins e Letícia Ainoan que se fizeram presente durante esses seis períodos de faculdade.

Aos meus companheiros, Anderson Millano, Enilson Costa, Layon Acadias, Lucas Lessa, Lucas Emanuel, Lucas Barbosa, Luiz Freitas, Gilmar Vieira, Luiz Eduardo, Dário Silva, Ewerton Gurgel, Emerson Oliveira e Giovaninny Duarte que, mesmo por cima das desavenças, tornaram meu dia mais proveitoso e cheio de alegria.

Aos demais amigos que, em sinal de companheirismo, estiveram presentes em diversas situações.

Aos mestres que tanto colaboraram pra minha formação acadêmica.

A minha orientadora e co-orientadora, Dr^a Érica Gurgel e Dr^a Pollyanna Agra, pela paciência, dedicação e por cooperar pra realização desse trabalho.

Aos membros da banca, por contribuir para melhoria do trabalho em questão.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização desse sonho.

EPÍGRAFE

"A gente tem que parar com esse negócio de ter medo. Medo de dar passos maiores que a perna... Quem foi que disse que você não consegue? Quem foi que disse que não é pra você?"

Elenita Rodrigues

RESUMO

A geração de resíduos tem crescido muito nos últimos anos e essa origem mal planejada vem causando sérios problemas ambientais. O desequilíbrio ambiental causado pela deposição dos lixos em áreas impróprias e sua falta de gerenciamento pode atingir grande extensão territorial, causando um verdadeiro declínio no que condiz à saúde pública. O trabalho em questão trata-se de um estudo de caso voltado para a construção de alguns estádios da Copa do Mundo de 2014, sendo estes, o Arena das Dunas, Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha e Itaipava Arena Fonte Nova, e seu devido gerenciamento e reaproveitamento de resíduos gerados. A hipótese atuante é justamente identificar a quantidade de resíduos reaproveitados, além de enfatizar a utilização de alternativas sustentáveis dentro do estádio. Para tanto, o trabalho em questão fundamenta-se em uma Revisão Bibliográfica, trazendo conceitos diversificados em relação ao assunto estudado. Isto é, mostrará os diversos processos gerenciais tomados durante a construção dos estádios – reciclagem e reutilização. Todavia, apesar de ser um estudo de caráter abstrato, já que se fazia necessária a coleta e análise de dados em campo para melhoria e credibilidade dos resultados, o presente trabalho já serve de alerta no que concerne os potenciais riscos existentes e a falta de estudo sobre as grandes áreas de deposição irregular dos resíduos sólidos da Construção Civil.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos. Gerenciamento. Alternativas Sustentáveis. Construção Civil.

ABSTRACT

The generation of waste has grown tremendously in recent years and this poorly planned rise is causing serious environmental problems. The environmental imbalance caused by the deposition of waste in inappropriate areas and their lack of management can achieve large territory, causing a real decline in public health dismissive. The work in question is in a case study focused on the construction of some stadiums for the 2014 World Cup, the latter being the Arena das Dunas, National Stadium in Brasilia Mane Garrincha, and Itaipava Arena Fonte Nova, and its proper management and recycling of waste generated. The operative hypothesis is precisely to identify the amount of recycled waste, and emphasize the use of sustainable alternatives inside the stadium. Thus, the work in question is based on a literature review, bringing diverse concepts on the subject studied. That is, show the various management processes taken during the construction of the stadiums - recycling and reuse. However, despite being a study of abstract character, as the collection and analysis of field data for improvement and credibility of the results was necessary, this work already serves as a warning regarding the potential risks involved and the lack of study over large areas of uneven deposition of solid waste Construction.

KEYWORDS: Solid Waste. Management. Sustainable alternatives. Construction.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição média dos materiais de Resíduos da Construção Civil de obras no Brasil.....	27
Tabela 2. Estimativa média de fonte geradora de resíduos para municípios brasileiros	27
Tabela 3. Perda de material entre os componentes do entulho.....	28

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Tipos de resíduos oriundos da atividade construtiva e sua forma de coleta e remoção do canteiro de obra.	32
Quadro 2. Algumas prováveis soluções para os RCC's mais frequentes.	33
Quadro 3. Impactos ambientais potenciais e medidas atenuantes, do setor da construção civil.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Objetivos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos	22
Figura 2.2. Resíduos de Construção Civil – Classe A.....	24
Figura 2.3. Resíduos da Construção Civil – Classe B.	24
Figura 2.4. Resíduo de Construção Civil – Classe C.	25
Figura 2.5. Resíduo de Construção Civil – Classe D.	26
Figura 2.6. Etapas do gerenciamento de resíduos	29
Figura 2.7. Processo de Triagem.	30
Figura 2.8. Acondicionamento dos resíduos sólidos	31
Figura 2.9. Transporte de RCC.....	31
Figura 2.10. Sistema de produção da PL	38
Figura 2.11. Processos de reciclagem de entulho	40
Figura 2.12. Vista de dentro do Bank Of America, EUA.....	43
Figura 2.13. Vista externa da Clinton Presidential Library	44
Figura 2.14. Biblioteca Central de Seattle	44
Figura 2.15. Council House 2 na Austrália.	45
Figura 2.16. Complexo Comercial Rochaverá em São Paulo – Brasil.....	46
Figura 2.17. Eldorado Business Tower em São Paulo – Brasil.....	46
Figura 4.1. Esquema de metodologia adotada no decorrer do trabalho.	48
Figura 5.1. Arena das Dunas	49
Figura 5.2. Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha	51
Figura 5.3. Itaipava Arena Fonte Nova	52

LISTA DE SIGLAS

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

PNRS – Política Nacional dos Resíduos Sólidos

RCC – Resíduo da Construção Civil

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

RIMA – Relatório de Impacto do Meio Ambiente

PL – Produção Limpa

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

USBGC – *United States Green Building Council*

FSC – *Forest Stewardship Council*

MPDFT – Ministério Público do Distrito Federal e Territórios

COOCAMAR – Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis do Rio Grande do Norte

CENTCOOP – Central das Cooperativas do DF

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição

USP – Universidade de São Paulo

GBC – *Green Building Council*

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1. SOBRE OS RESÍDUOS SÓLIDOS	19
2.1.1. Classificação dos resíduos	19
2.2. POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	21
2.3. RESÍDUOS DA DEMOLIÇÃO E CONSTRUÇÃO CIVIL	23
2.3.1. Classificação dos Resíduos da Construção Civil	23
2.4. RESÍDUOS MAIS FREQUENTES E SUA PROVÁVEL FONTE GERADORA	27
2.5. GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	28
2.5.1. Caracterização dos resíduos	29
2.5.2. Triagem do material	30
2.5.3. Acondicionamento do material	30
2.5.4. Transporte dos resíduos	31
2.5.5. Destinação dos resíduos	32
2.6. IMPACTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS A DEPOSIÇÃO IRREGULAR DOS RESÍDUOS	34
2.7. SOLUÇÕES PROVÁVEIS PARA A MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS	36
2.7.1. Produção Limpa	38
2.7.2. Redução	39
2.7.3. Reutilização	39
2.7.4. Reciclagem	39
2.8. SOBRE A CERTIFICAÇÃO LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN – LEED	41
2.9. EXEMPLOS DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS NO BRASIL E NO MUNDO	43
2.9.1. Bank Of America, Nova Iorque – EUA	43
2.9.2. Clinton Presidential Library, Little Rock, Arkansas – EUA	44
2.9.3. Biblioteca Central de Seattle	44
2.9.4. Council House 2, Melbourne – Austrália	45
2.9.5. Complexo Comercial Rochaverá, São Paulo – Brasil	45
2.9.6. Eldorado Business Tower, São Paulo – Brasil	46
3. OBJETIVOS	47
3.1. OBJETIVO GERAL	47
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	47
4. METODOLOGIA	48

5.	ESTUDOS DE CASO.....	49
5.1.	Arena das Dunas.....	49
5.2.	Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha	50
5.3.	Itaipava Arena Fonte Nova	52
5.4.	Considerações Finais.....	53
6.	CONCLUSÃO	55
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1. INTRODUÇÃO

A revolução industrial, no século XVII, modificou o comportamento da sociedade. A migração da população do campo para a cidade ocasionou um grande crescimento demográfico. Consequentemente, essa urbanização acelerada e o exagerado crescimento populacional, obrigou a construção civil a atender as necessidades de residências, hospitais e outros estabelecimentos (FREIRE e ROCHA, 2012).

Frequentemente, se veem notícias sobre a enorme quantidade de resíduos que a construção civil gera. A expansão das cidades, inovações tecnológicas e mudanças de costumes e hábitos são pontos que contribuem grandemente para essa questão. Isto é, desde o surgimento do planeta que essas mudanças ocorrem naturalmente. Porém, a partir da formação da humanidade, tais problemas se intensificaram, já que era preciso extrair matérias-primas a fim de suprir as necessidades naturais dos seres que existiam.

Essas transformações ocorridas ao longo da história ocorreram de forma desordenada, gerando resíduos que, por muitas vezes, não têm gerenciamento algum, ocasionando problemas à população e ao meio ambiente como um todo.

Visto a dificuldade com o manejo e a resolução ambientalmente segura e correta dos resíduos sólidos, é notória a importância de uma gestão para tal, a fim de controlar, tanto seu surgimento, quanto sua deposição final para que haja uma melhoria do bem-estar físico, social e mental da população.

A preocupação com a geração de tais resíduos ainda é relativamente recente. Ela foi intensificada com a publicação da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº307/2002, que deu início a criação de políticas públicas, focando a coleta, transporte e disposição desses resíduos. (SCHNEIDER, 2003 apud ROTH, 2008).

Indiscutivelmente, a construção civil é um dos principais e maiores geradores de resíduos urbanos. A indústria da construção civil produz rejeitos em todas as suas atividades, sendo estimada, no Brasil, uma produção de 850.000 t/mês de entulho. (CORRÊA, 2009). É por esse motivo que as construtoras e o Estado devem tornar as suas produções mais sustentáveis, implantando atividades que auxiliem na redução e na reutilização de resíduos. Ou seja, é preciso que as empresas se responsabilizem pela produção de seus resíduos, de modo a minimizá-los e tratá-los corretamente. Além disso, a conscientização da população diante a produção de lixo também ajudará a sociedade a se recuperar dessas patologias que, historicamente falando, persistem.

O Brasil passa, atualmente, por um processo de adaptação à novos monumentos. A Copa do Mundo 2014 está trazendo às cidades, construções que mudam todo um percurso e vivência de uma sociedade. A reforma/construção de estádios no país aborda, justamente, o tema em discussão: a geração de resíduos sólidos. Sabe-se que as técnicas de reciclagem se encontram bem aprimoradas, de modo a se obter um processo de construção sustentável, entretanto, estas ainda não são bem difundidas.

Tendo em vista a grande dificuldade de obtenção de dados que revelem a realidade dos procedimentos realizados no Brasil, a abordagem teórica e prática do gerenciamento dos resíduos sólidos dessas construções trazem pontos acerca da problemática em questão, assim como a imposição de um senso crítico e a abordagem ante a conscientização e responsabilidades a serem tomadas perante essas construções que tanto deslumbraram os brasileiros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O tópico em questão tem a finalidade de expor os conceitos, normas, leis, exemplos e procedimentos que se enquadram em posições sobre a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos.

2.1. SOBRE OS RESÍDUOS SÓLIDOS

O ramo da Construção Civil tem se desenvolvido consideravelmente. Todavia, o processo de execução de seus projetos ainda gera um alto índice de desperdício, isto é, resíduos.

Quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), pela Norma Brasileira Regulamentadora, NBR 10004/2004, refere-se aos resíduos como sendo,

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004)

Assim são classificados, de acordo com a sua periculosidade, *Perigosos* e *Não-Perigosos*, com fins voltados ao seu gerenciamento adequado.

2.1.1. Classificação dos resíduos

De acordo com a norma referida anteriormente, a identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem (ABNT, 2004).

Sua classificação fica, portanto,

- **CLASSE I – Perigosos:** São os resíduos que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas podem apresentar riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Ou, ainda, que apresentem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou qualquer patogenicidade.

- **CLASSE II – Não-Perigosos:** Resíduos que não apresentam qualquer tipo de periculosidade. São ainda classificados em *Não-Inertes* e *Inertes*.

- *Não-Inertes:* Podem apresentar propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;

- *Inertes:* Quaisquer resíduos que, quando submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

A composição dos resíduos dependerá essencialmente do meio ao qual pertence, assim como da situação socioeconômica e hábitos de vida da sociedade. Dessa forma, ainda em relação a sua classificação, também podem ser diferenciados de acordo com a sua origem:

- **Domiciliar:** originados da vida diária nas residências;
- **Comercial:** originados nos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços (Ex.: supermercados, bancos, etc.);
- **Público:** resíduos gerados nas vias públicas. Em geral, resultantes dos descartes da população, assim como provenientes da natureza;
- **Industrial:** provenientes das distintas atividades industriais. São resíduos diversificados que variam de acordo com a atividade produtiva da indústria;
- **Da Construção Civil:** gerados nas demolições, reformas e construções. Ou seja, todos aqueles relacionados à Construção Civil;
- **De Fontes Especiais:** resíduos que merecem destaque por conter características que enfatiza o seu gerenciamento, como é o caso dos radioativos, de portos, aeroportos, terminais rodoferroviários, agrícolas e de serviços de saúde.

Diante de sua classificação, os resíduos podem ser corretamente gerenciados sem que haja a possibilidade de uma disposição incorreta capaz de gerar danos ao meio ambiente e a sociedade como um todo. (CONSONI et al., 2000 apud MOURA, 2011)

2.2. POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305, estabelece diretrizes voltadas à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, levantando questões para o desenvolvimento econômico, social e manutenção da qualidade ambiental. Impõe, portanto, responsabilidade compartilhada no que se refere à produção, gestão e contribuição com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) do país.

Essa lei diferencia-se da NBR 10004/2004 somente na questão dos gases. Isto é, ela completa a definição da NBR dizendo que também é inviável o lançamento de recipientes que contém gases nos corpos de água e esgotos.

Segundo o Art. 7º da mesma Lei, os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos são dispostos como sendo,

- I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- V - redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;
- VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
- VII - gestão integrada de resíduos sólidos;
- VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;
- IX - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;
- X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007;

XI - prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:

- a) produtos reciclados e recicláveis;
- b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XIII - estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;

XIV - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;

XV - estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

(BRASIL, 2010)

Sucintamente, a Figura 2.1 mostra como os objetivos da PNRS podem ser classificados de acordo com sua relevância. Isto é, primeiramente é importante não gerar resíduos. Em segundo, reduzir estes. Terceiro, reutilizar o que for possível. Quarto, reciclar. Em quinto, tratar de acordo com a sua composição e, por último mas não menos importante, dispor adequadamente os que restaram.

Figura 2.1. Objetivos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos



Fonte: Elaborada pela autora (adaptado de BRASIL, 2010).

É importante salientar mais uma vez que essa preocupação da PNRS com o gerenciamento correto dos resíduos comporta um grande valor no que diz respeito às questões ambientais e sociais em âmbito nacional. Por exemplo, no Brasil, a geração de resíduos sólidos pode variar entre 230 kg/hab. Até 660 kg/hab. (JOHN et al., 2000). Todavia, se mal manejado, esses números podem se transformar em sérios impactos ambientais e de saúde pública.

2.3. RESÍDUOS DA DEMOLIÇÃO E CONSTRUÇÃO CIVIL

No caso dos resíduos da indústria da construção civil (RCC), quem rege a lei é o CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente através da Resolução nº 307/2002. Essa resolução define os resíduos de construção como sendo provenientes de construções e reparos de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos (BRASIL, 2002). Contudo, a adoção dessa Resolução não é frequente, já que não são muitas empresas geradoras que tem a preocupação de não gerar resíduos e priorizar a redução e reciclagem deles.

As diversas atividades realizadas pelo homem tornam a produção de resíduos sólidos inevitável. A constante alteração dos hábitos humanos, assim como as inúmeras inovações existentes, são quesitos que influenciam, significativamente, as alterações ocorridas com as características dos resíduos – quantidade, volume e composição.

Visto isso, é notória a influência dos resíduos sólidos nos problemas ambientais, pois, a não reutilização e não reciclagem dos materiais, por exemplo, acarretam a necessidade da retirada de matéria-prima para a fabricação de novos produtos, causando problemas como desmatamento e escassez dos recursos naturais. No entanto, analogamente a qualquer outro, os resíduos da construção civil também possuem sua classificação para que haja uma correta disposição deles e uma melhoria no quadro ambiental do país.

2.3.1. Classificação dos Resíduos da Construção Civil

Para efeito da Resolução citada no nível anterior, a classificação dos resíduos se dá segundo a sua reciclabilidade e da seguinte forma:

- **CLASSE A:** são os resíduos que podem ser reutilizados e reciclados como agregados para a construção de novos blocos a serem utilizados na própria obra. A Figura 2.2 mostra uma área de geração de resíduos Classe A.
 - Ex.: resíduos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; resíduos de componentes cerâmicos;

Figura 2.2. Resíduos de Construção Civil – Classe A.



Fonte: Fundação Vila Nova (2013) ¹

- **CLASSE B:** são resíduos recicláveis para outra destinação. A Figura 2.3 mostra exemplos desses resíduos.
 - Ex.: Plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.

Figura 2.3. Resíduos da Construção Civil – Classe B.



Fonte: PET Engenharia Civil (2012) ²

¹ Disponível em <http://materiaisvilanova.com.br/blog/classificacao-dos-residuos/>. Acessado em 22 jun. 2014.

² Disponível em <http://blogdopetcivil.com/2012/10/29/residuos-na-construcao-civil/>. Acessado em 22 jun. 2014.

- **CLASSE C:** são resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação. Na Figura 2.4 apresentam-se resíduos de gesso oriundos de construção.
 - Ex.: Produtos oriundos do gesso.

Figura 2.4. Resíduo de Construção Civil – Classe C.



Fonte: Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2011).³

- **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. A Figura 2.5 mostra alguns tipos de resíduos de Classe D.
 - Ex.: telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

³ VASCONCELOS, Crislayne Raiane Fernandes. **ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MOSSORÓ - RN**. 2011. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Departamento de Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.

Figura 2.5. Resíduo de Construção Civil – Classe D.



Fonte: Elaborada pela autora

Segundo Vasconcelos (2011), podem ser identificados dois tipos de resíduos formados durante uma construção:

- **Fragmentos** – provenientes de elementos pré-moldados, como materiais cerâmicos (telhas, tijolos, azulejos, cerâmicas, etc.), blocos de concretos, demolições localizadas, etc.
- **Restos** – oriundos dos materiais elaborados na obra, como concreto e argamassa, que contém cimento, cal, areia e brita.

Levando em consideração que a maioria dos Resíduos da Construção Civil (RCC) é classificada como sendo de classe II (Não-Perigosos) – AB, o seu estado de inércia os leva a serem tratados com pouca importância. Isso se dá devido à ideia errônea de provocar baixo impacto ambiental e pouco prejuízo à saúde pública. Significa dizer que a má disposição de tal pode fazer com que haja a geração e propagação de qualquer tipo de contaminação.

Em suma, a classificação dos resíduos deve ter em vista a disposição correta dele, a fim de que não venha a causar quaisquer danos à saúde ambiental.

2.4. RESÍDUOS MAIS FREQUENTES E SUA PROVÁVEL FONTE GERADORA

O setor de indústria da Construção Civil exhibe um número representativo de produção de resíduos sólidos, podendo chegar a 70% de todo o entulho gerado em uma cidade (JOHN et al., 2000). Por sua vez, a destinação destes resíduos traz tamanha importância para a sociedade, visto que tendem a ocasionar problemas socioambientais quando são dispostos em lugares inapropriados.

No entanto, dentro desse conjunto de resíduos, existem alguns que se apresentam em maior quantidade e os que têm uma maior reutilização no mercado de construção. Os resíduos de classe A e B, dentro do grupo de resíduos inertes, são os mais frequentes quando se trata de obras da construção civil, assim como são os mais reutilizáveis dentro do próprio canteiro de obras. A Tabela 1 mostra a composição média dos materiais presentes nas obras.

Tabela 1. Composição média dos materiais de Resíduos da Construção Civil de obras no Brasil

Componentes	Porcentagem (%)
Argamassa	63
Concreto e Blocos	29
Outros	7
Orgânicos	1
Total	100

Fonte: Silva Filho, (2005 apud SANTOS, 2009)

Além de avaliar os principais resíduos decorrentes das obras no Brasil, é de grande valia conhecer as suas principais fontes geradoras (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativa média de fonte geradora de resíduos para municípios brasileiros

Tipo de fonte geradora de RCC	Percentual (%)
Residências novas	20
Edificações novas (acima de 300m ²)	21
Reformas, ampliações e demolições.	59

Fonte: Tavares (2007 apud SANTOS, 2009).

Já em relação a perda do material, Pinto (1999) apresenta a seguinte relação mostrada na Tabela 3,

Tabela 3. Perda de material entre os componentes do entulho

Materiais	Quantidade (%)
Concreto	9
Aço	11
Bloco e Tijolo	13
Cimento	56
Cal	36
Areia	44

Fonte: PINTO (1999).

Diante do que foi posto em análise, é válido ressaltar que o conhecimento mais apurado da composição dos RCC auxilia no planejamento das ações de gerenciamento para cada um deles, bem como, incentiva a sua reciclagem.

2.5. GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Toda e qualquer atividade realizada pelos ser humano torna a produção de resíduo sólido inevitável. Com isso, o estudo sobre cada tipo de resíduo – o que inclui sua composição –, e como ele se comporta quando disposto ao meio ambiente é o principal fator de trabalho, já que isso levará ao conhecimento sobre as formas e o tempo de degradação que o mesmo causará.

O fato das estruturas possuírem uma vida útil limitada, leva à necessidade de manutenções e reparos, isto é, a uma contínua geração de resíduos. Dessa forma, a disposição desse material e o aumento da demanda por matéria prima para execução de novas obras, continuam a ser um problema.

Visando o aumento da produtividade e a redução dos desperdícios, o gerenciamento entra em voga. Segundo o CONAMA (2002), 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”. Ou seja, o gerenciamento dos resíduos engloba a parte de armazenamento, coleta e transporte, deposição e as devidas medidas a serem tomadas. Sendo reciclagem de resíduos, pra o último item, a solução mais viável que abrange as questões políticas, sociais, econômicas e ambientais.

De forma mais específica, o Art. 9º da Resolução 307/2002 diz que os planos 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 (CONAMA, 2002).

Resumindo, o gerenciamento dos resíduos respeita a seguinte ordem de ações (Figura 2.6):

Figura 2.6. Etapas do gerenciamento de resíduos



Fonte: Elaborada pela autora.

2.5.1. Caracterização dos resíduos

Nesta etapa, o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos para planejar qualitativa e quantitativamente as formas mais racionais de se reduzir o entulho gerado, reutilizar o máximo possível de resíduos e encontrar formas coerentes de fazer a reciclagem dos mesmos (VASCONCELOS, 2011).

O ideal, na verdade, seria que a caracterização fosse feita no próprio canteiro de obra para que o entulho não viesse a se misturar com outros tipos de resíduos, dificultando a segregação e reciclagem dele, pois isso alteraria as características do material.

Dessa forma, a caracterização dos resíduos deve seguir a Resolução nº 307/2002 do CONAMA – Classes A, B, C e D. E, se possível, feita por etapa da obra, isso proporcionará uma melhor leitura do momento de reutilização de cada classe e quantidade de resíduo.

2.5.2. Triagem do material

Deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador, no local de origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas pela resolução nº 307/2002 – CONAMA.

A Figura 2.7 mostra o trabalho de uma cooperativa de triagem de resíduos sólidos. Consiste, basicamente, na coleta, triagem, prensagem e comercialização dos resíduos separados por tipos. (FRAGA, SILVEIRA e VASCONCELLOS, 2007). Contudo, é importante que esses processos de tratamento sejam normalizados pelos correspondentes institutos regulamentadores, assegurando a qualidade dos resíduos e dos fardos para inserção nas indústrias recicladora.

Figura 2.7. Processo de Triagem.



Fonte: Moroz Comunicação⁴

2.5.3. Acondicionamento do material

É o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando as condições de reutilização e de reciclagem. Ou seja, é preparar os resíduos para o transporte de maneira sanitariamente adequada, como mostra a Figura 2.8. Essa etapa pode ser dividida em acondicionamento inicial – realizado o mais próximo possível da fonte geradora, e final – realizado de acordo com o resíduo, uma vez que exigirá tratamento específico dependendo do resíduo a ser acondicionado.

⁴ Disponível em <<http://amzcomunicacao.files.wordpress.com/2011/05/dsc01347.jpg>>. Acessado em 28 jun. 2014.

Figura 2.8. Acondicionamento dos resíduos sólidos

Fonte: Biovia⁵

2.5.4. Transporte dos resíduos

A ABNT, pela NBR 13221, especifica os requisitos para o transporte terrestre de resíduos, de modo a evitar danos ao meio ambiente e a proteger a saúde pública. Por complemento, diz que o transporte deve ser feito por meio de equipamento adequado, obedecendo às regulamentações pertinentes. (ABNT, 2003). Em sua maioria, o transporte é realizado por caminhão com equipamento poliguindaste (Figura 2.9), e caminhão com caçamba basculante. O Quadro 1 mostra as principais formas de remoção dos resíduos das obras.

Figura 2.9. Transporte de RCC.

Fonte: Notícias Votorantim⁶

⁵ Disponível em <<http://www.biovia.pt/gestao.php>>. Acessado em 28 jun. 2014

⁶ Disponível em <http://noticiasvotorantim.blogspot.com.br/2011/03/cacamba-lotada.html>. Acessado em 29 jun. 14.

Quadro 1 Tipos de resíduos oriundos da atividade construtiva e sua forma de coleta e remoção do canteiro de obra.

TIPOS DE RESÍDUOS	REMOÇÃO DOS RESÍDUOS
Bloco de concreto, blocos cerâmicos, outros componentes cerâmicos, argamassas, concreto, tijolos e assemelhados	Caminhão com equipamento poliguindaste ou caminhão com caçamba basculante, sempre coberto com lona.
Madeira	Caminhão com equipamento poliguindaste, caminhão com caçamba basculante ou caminhão com carroceria de madeira, respeitando as condições de segurança para a acomodação da carga na carroceria do veículo, sempre coberto com lona.
Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações etc.)	Caminhão ou outro veículo de carga, desde que os bags sejam retirados fechados para impedir mistura com outros resíduos na carroceria e dispersão durante o transporte.
Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papéis (escritório)	Caminhão ou outro veículo de carga, desde que os bags sejam retirados fechados para impedir mistura com outros resíduos na carroceria e dispersão durante o transporte.
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames etc.)	Caminhão preferencialmente equipado com guindaste para elevação de cargas pesadas ou outro veículo de carga.
Serragem e EPS (poliestireno expandido, exemplo: isopor)	Caminhão ou outro veículo de carga, desde que os sacos ou bags sejam retirados fechados para impedir mistura com outros resíduos na carroceria e dispersão durante o transporte.
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos	Caminhão com equipamento poliguindaste ou caminhão com caçamba basculante, sempre coberto com lona.
Solo	Caminhão com equipamento poliguindaste ou caminhão com caçamba basculante, sempre coberto com lona.
Telas de fachada e de proteção	Caminhão ou outro veículo de carga, com cuidado para contenção de carga durante o transporte.
Materiais, instrumentos e embalagens contaminadas por resíduos perigosos (exemplos: embalagens plásticas e de metal).	Caminhão ou outro veículo de carga, sempre coberto.

Fonte: SINDUSCON/SP (2005).

2.5.5. Destinação dos resíduos

A destinação é tida como a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. É, a princípio, o rumo que o resíduo terá após todos os passos citados acima.

A seguir, o Quadro 2, apresentado pela SINDUSCON-SP, permite a identificação de algumas das soluções de destinação para os resíduos, passíveis de utilização pelos construtores.

Quadro 2. Algumas prováveis soluções para os RCC's mais frequentes.

TIPOS DE RESÍDUO	DESTINAÇÃO
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados.	Áreas de Transbordo e Triagem, Áreas para Reciclagem ou Aterros de resíduos da construção civil licenciadas pelos órgãos competentes; os resíduos classificados como classe A (blocos, telhas, argamassa e concreto em geral) podem ser reciclados para uso em pavimentos e concretos sem função estrutural.
Madeira	Atividades econômicas que possibilitem a reciclagem destes resíduos, a reutilização de peças ou o uso como combustível em fornos ou caldeiras.
Plásticos (embalagens, aparas de tubulações etc.)	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Papelão (sacos e caixas de embalagens) e papéis (escritório)	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames etc.).	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Serragem	Reutilização dos resíduos em superfícies impregnadas com óleo para absorção e secagem, produção de briquetes (geração de energia) ou outros usos.
Gesso em placas acartonadas	É possível a reciclagem pelo fabricante ou empresas de reciclagem.
Gesso de revestimento e artefatos	É possível o aproveitamento pela indústria gesseira e empresas de reciclagem.
Solo	Desde que não estejam contaminados, destinar a pequenas áreas de aterramento ou em aterros de resíduos da construção civil, ambos devidamente licenciados pelos órgãos competentes.
Telas de fachada e de proteção	Possível reaproveitamento para a confecção de bags e sacos ou até mesmo por recicladores de plásticos.
EPS (poliestireno expandido. Exemplo: isopor).	Possível destinação para empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam, reciclam ou aproveitam para enchimentos.
Materiais, instrumentos e embalagens contaminados por resíduos perigosos (exemplos: embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis, trinchas e outros materiais auxiliares como panos, trapos, estopas etc.).	Encaminhar para aterros licenciados para recepção de resíduos perigosos.

Fonte: Adaptado de SINDUSCON/SP (2005)

Para melhor compreensão, podem-se exibir algumas soluções/destinações mais básicas e claras de acordo com a classificação dos resíduos.

- 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 sua utilização ou reciclagem futura.
- Classe B: Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.

- Classe C: Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
- Classe D: Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

2.6. IMPACTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS A DEPOSIÇÃO IRREGULAR DOS RESÍDUOS

A Resolução nº 001/1986, do CONAMA, além de exigir o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente (em obras da construção civil, por exemplo), dispõe critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação dos impactos ambientais. Conforme ela especifica em seu Art. 1º, impacto ambiental é,

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - e a qualidade dos recursos ambientais. (CONAMA, 1986).

Diante do que foi estudado até agora, a construção civil é um importante segmento da indústria brasileira sinônimo de crescimento social e econômico. Porém, se viu que toda e qualquer etapa do processo a ser realizada dentro de uma obra, gera resíduos, o que significa dizer que há uma alteração na paisagem no país e um intenso consumo de recursos naturais. Por sua vez, esses resíduos nem sempre são gerenciados corretamente, o que acaba contribuindo para a disseminação dos impactos que venham a ser causados.

O Art. 2º dessa mesma resolução aponta, ainda, a importância de se ter o licenciamento para obras de grande porte, obtidos após o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e a apresentação de um Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Esses artifícios destacarão os impactos gerados pela obra e buscarão promover medidas para redução desses impactos.

Um exemplo particular é mostrado no Estádio Arena das Dunas, onde as obras começaram sem licenciamento de instalação, mas isso não impediu a concessão do direito de demolição do antigo Estádio que ali permanecia por tantos anos, o João Machado. (ASSUNÇÃO, 2011). Já no Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha não houve licenciamento ambiental para o empreendimento e as normas de uso e ocupação do solo foram aprovadas por meio de Decreto Distrital e não por Lei Complementar. O governo se

explicou dizendo que não havia necessidade de estudo de impacto, uma vez que o novo estádio seria construído no mesmo local do antigo Mané Garrincha. No entanto, o Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT) tentou a paralisação das obras de demolição, reforma e ampliação do estádio baseados no fato de o empreendimento não ter sido submetido a estudo de licenciamento ambiental, mas o juiz autorizou alegando que traria prejuízos ante os recursos públicos já investidos (AGUIAR, 2011).

O fato de a Construção Civil ser uma das atividades que mais geram resíduos sólidos há a necessidade de pensar em alternativas de redução e de reaproveitamento.

Essa agravação dos impactos tem sido bastante notada ultimamente devido a uma diversidade de dificuldades existentes atreladas a disposição irregular desses artefatos. Alguns problemas frequentemente notados estão relacionados a seguir:

- **Presença de Catadores:** por terem contato direto com o entulho, o catador está exposto a acidentes e ao risco de adquirir qualquer tipo de contaminação;
- **Extração de Recursos Naturais:** a fase de extração de materiais ou matérias-primas para a Construção Civil ocasiona um aumento no volume de áreas degradadas, mas isso dependerá da quantidade de material retirado e dos rejeitos produzidos;
- **Degradação da Qualidade do Ar:** a poluição do ar devido à construção civil está basicamente ligada ao processo de fabricação de alguns materiais utilizados nas obras e isso contribui para emissão de CO₂, comprometendo a qualidade do ar;
- **Poluição Visual:** o depósito irregular acaba comprometendo a paisagem;
- **Enchentes:** com o depósito inadequado, há uma alteração no fluxo das águas devido à obstrução de rios, córregos e canais, assim, causando enchentes;
- **Desvalorização da área circunvizinha:** com o ambiente sujo e com um odor não muito agradável, a área é desvalorizada;
- **Desabamentos:** riscos decorrentes da instabilidade dos resíduos depositados em encostas ou áreas não estáveis, agravados em períodos de chuva;
- **Degradação da Biota:** há a ocupação de áreas naturais causando desmatamento, poluição e degradação do solo;
- **Queimadas:** ocasionadas por resíduos de alta combustão que podem ser depositadas junto aos entulhos;

- **Problemas Econômicos:** altos custos para a realização da gestão corretiva dos resíduos de construção e demolição.

Muitos dos resíduos descartados poderiam ser reaproveitados, os resíduos das classes A e B apresentam grande um grande potencial de uso, sendo o de classe A ainda reutilizável na própria obra onde foi gerado, por exemplo.

2.7. SOLUÇÕES PROVÁVEIS PARA A MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS

De acordo com Sánchez (2006), “o impacto ambiental é um desequilíbrio provocado pelo choque da relação do homem com o meio ambiente”. As medidas adotadas para essa questão pretendem inibir a disposição inadequada dos resíduos, já que grande parte deles ainda é depositada em aterros clandestinos, em terrenos baldios, calçadas ou bairros afastados.

Segundo o Manual de Impactos Ambientais do Banco do Nordeste do Brasil (2006), “os potenciais impactos ambientais negativos da construção civil podem ser divididos nas fases de planejamento da urbanização e da construção propriamente dita”. No Quadro 3 apresenta-se um resumo de impactos ambientais relacionados à construção civil e algumas medidas atenuantes.

Quadro 3. Impactos ambientais potenciais e medidas atenuantes, do setor da construção civil.

IMPACTOS AMBIENTAIS POTENCIAIS	MEDIDAS ATENUANTES
Alteração no fluxo das águas provocada pelos serviços de drenagem do terreno.	Manejar as águas superficiais (pluviais) considerando: minimização das áreas impermeáveis; implantar áreas de infiltração, manter espaços livres com vegetação; utilizar vegetação para estabilizar taludes e facilitar a infiltração de água; implantar retentor de água para retardar o lançamento nas galerias de águas pluviais.
Degradação da flora e da fauna em função da remoção da vegetação natural do local de implantação da obra.	Promover a reposição da vegetação, mediante o plantio de árvores no terreno ou na região.
Degradação dos horizontes do solo, geração de poeira, erosão e sedimentação.	Implantar medidas de controle durante os serviços de terraplenagem, com proteção às águas superficiais, umedecimento das vias de circulação interna e, se for necessário, implantar lagoa para sedimentação e remoção de sólidos suspensos antes do lançamento nas águas pluviais.
Danos à população pela geração de ruídos provocados por máquinas e equipamentos.	Implementar medidas de controle – horário específicos para funcionamento de equipamentos e máquinas ruidosas (bate-estaca, retroescavadeira, caminhões etc.) e medidas de isolamento de equipamentos (compressores, geradores de energia etc.).
Degradação da qualidade ambiental pelo aumento da geração de resíduos sólidos e de esgoto.	Estabelecer medidas de acondicionamento adequado dos resíduos sólidos para a coleta e tratamento em unidade do município (aterro, unidade de processamento) e adequar-se às exigências do sistema de coleta e tratamento de esgoto disponível ou implantar unidade de tratamento local.

Fonte: (BNB, 2006 apud COSTA FILHO, 2011).

Podem ser identificadas algumas ações que se direcionam para a redução da geração de menos resíduo na construção civil:

- mudanças de tecnologia para combater as perdas;
- aperfeiçoamento e flexibilidade de projeto;
- melhoria da qualidade de construção, de forma a reduzir a manutenção causada pela correção de defeitos;
- seleção adequada de materiais, considerando, inclusive, o aumento da vida útil dos diferentes componentes e da estrutura dos edifícios;
- capacitação de recursos humanos;
- utilização de ferramentas adequadas;
- melhoria da condição de estoque e transporte;
- melhor gestão de processos;
- incentivo para que os proprietários realizem modificações nas edificações e não demolições;
- taxação sobre a geração de resíduos;
- medidas de controle de disposição;
- campanhas educativas. (JOHN e AGOPYAN, 2000)

Como afirma Zordan (1997), “a forma mais simples de reciclagem do entulho é a sua utilização em pavimentação (...) na forma de brita corrida ou ainda em misturas do resíduo

com solo”. Isso vem sendo comprovado devido análise feitas no que diz respeito às administrações municipais as quais fazem uso de pontos contribuintes para a sustentabilidade

2.7.1. Produção Limpa

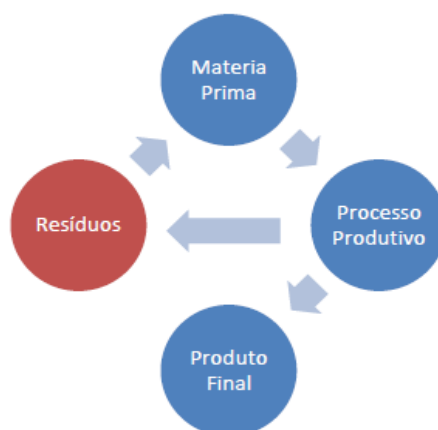
O objetivo da produção limpa (PL) está basicamente relacionado com o do desenvolvimento sustentável, onde o foco é a produção que minimiza os danos à natureza e não gera a escassez das fontes naturais de produção.

De acordo com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, Eco-92, consagrou o termo *desenvolvimento sustentável* como solução para modelos de desenvolvimento que conciliem a necessidade de crescimento econômico à conservação ambiental e inclusão social.

A PL tem a finalidade de maximizar eficiência do uso de matérias, água e energia e minimizar a geração dos resíduos ou encaminhá-los para a reciclagem.

Esse método possui um sistema de produção cíclica (mostrado na Figura 2.10.), isto é, os resíduos gerados no processo produtivo se transformam em matéria prima, levando a um novo processo produtivo que gerará os produtos finais e, novamente, resíduos e assim sucessivamente.

Figura 2.10. Sistema de produção da PL



Fonte: Adaptado de ROTH (2011).

Diz-se que PL é adequada à indústria da construção civil visto que se aplica a produção industrializada dos materiais, como também o planejamento e a orientação do setor produtivo. Isso minimizará os custos e fará com que todos os outros setores responsáveis por

partes da produção, tenham seus números de resíduos diminuídos. Além disso, também diminuirá o consumo de materiais não renováveis aumentando o ciclo de vida desses materiais.

2.7.2. Redução

A redução é o principal passo para que as outras etapas sejam realizadas mais satisfatoriamente. Nesse campo, reduzir visa principalmente a diminuição do desperdício de materiais que venha a se tornar escassos o quanto antes de modo a respeitar as condições ambientais. Reduzir é importante tanto para o bom funcionamento das finanças, como para conservação do meio ambiente.

2.7.3. Reutilização

Segundo a Resolução até agora referida, reutilizar é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo (CONAMA, 2002).

Muitos materiais podem ser reutilizados para outros fins. Fazendo isso, se garante uma economia na aquisição de materiais, além de ajudar o desenvolvimento sustentável do planeta. O RCC, por exemplo, pode ser reutilizado como agregado na execução de estruturas de edifícios, na base e sub-base de rodovias, em peças pré-moldadas, entre outras diversas finalidades.

2.7.4. Reciclagem

É o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação (CONAMA, 2002). Procura alcançar o beneficiamento na indústria para que os resíduos possam ser novamente comercializados no mercado consumidor. A reciclagem propicia a redução do volume destinado ao aterro sanitário, bem como a minimização da utilização dos recursos naturais, geração de emprego e renda, entre outros benefícios.

A reciclagem é quase uma obrigação nos dias de hoje, pois é uma atitude que alivia o meio ambiente da decomposição prolongada de materiais diminuindo, assim, a degradação do solo.

Segundo Côrrea (2009),

em alguns países europeus, Japão e nos EUA, o reaproveitamento de entulho para reciclagem já faz parte do processo construtivo, atestando totalmente a sua viabilidade tanto técnica como econômica. No Brasil, entretanto, o seu reaproveitamento é restrito praticamente à sua utilização como material para aterro e, em muito menor escala, à conservação de estradas de terra. (CORRÊA, 2009)

Na construção civil é muito mais comum e recomendável o reuso antes de qualquer processo, visto a viabilidade econômica que o cerca. O resíduo mais comum na construção são restos de alvenaria e revestimento – entulho, que é constituído de areia, cimento, concreto, aço, blocos e tijolos.

Ainda segundo Corrêa (2009), de modo geral o processo de reciclagem segue as etapas de limpeza e seleção prévia; homogeneização; extração de contaminantes e materiais metálicos através de um eletroímã; e, por fim, a britagem. O processo de britagem nada mais é que o fracionamento do entulho até um determinado diâmetro para resultar no produto final chamado de agregado reciclado, que apresenta propriedades físicas tão boas quanto as dos materiais originais e é apropriado para emprego como matéria prima na produção de material de construção. A Figura 2.11 mostra basicamente como funciona o processo de reciclagem de entulho.

Figura 2.11. Processos de reciclagem de entulho



Fonte: USP⁷

Em sua totalidade, sustentabilidade significa que, no processo como um todo, não se utiliza, em nenhuma hipótese, recursos naturais, como pedreiras, cascalhos ou terra. E, além dos benefícios ambientais, há também o retorno social. Convém dizer que ser sustentável garante ao setor um crescimento acima do esperado e ainda facilita as negociações com órgãos públicos, iniciativa privada e com potenciais parceiros.

De acordo com a ABRECON (2014) – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição –, uma comparação, feita em meados de 2008 com

⁷ Disponível em http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0221/Trabalhos_Finais_2006/A_Reutilizacao_de_Materiais_na_Construcao_Civil.pdf. Acessado em 29 jun. 14

técnicos e alunos da USP (Universidade de São Paulo), mostrou que o produto reciclado tem uma consistência igual ao produto convencional, ou seja, mesmas características de medida, peso e durabilidade.

Existe uma série de itens produzidos com agregados reciclados que merecem atenção: blocos de concreto para vedação, cascalhamento para pavimentação de ruas, contrapiso, material para drenagens e tantos outros. Todos eles contribuem para um processo de construção mais viável financeiramente, além de cooperar pra preservação do meio ambiente.

2.8. SOBRE A CERTIFICAÇÃO LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN – LEED

Segundo, Spitzcovsky apud USGBC (2012) – *U. S. Green Building Council*, uma organização sem fins lucrativos que tem o objetivo de promover a sustentabilidade ambiental de edifícios –, a certificação LEED, *Leadership in Energy and Environmental Design*, foi criada há mais de uma década, nos Estados Unidos. Atualmente, 40 quarenta empreendimentos brasileiros possuem a LEED. Ela orienta e atesta o comprometimento de uma edificação com os princípios da sustentabilidade para a construção civil antes, durante e depois de suas obras.

O selo é considerado a principal certificação de construção sustentável para os empreendimentos do Brasil. Existem oito selos diferentes:

- LEED NC: para novas construções ou grandes projetos de renovação;
- LEED ND: para projetos de desenvolvimento de bairro;
- LEED CS: para projetos na envoltória e parte central do edifício;
- LEED Retail NC e CI: para lojas de varejo;
- LEED Healthcare: para unidades de saúde;
- LEED EB_OM: para projetos de manutenção de edifícios já existentes;
- LEED Schools: para escolas;
- LEED CI: para projetos de interior ou edifícios comerciais.

Em seguida, a edificação cadastrada passa pelo processo de avaliação do *Green Building Council* (GBC) que, no Brasil, leva em conta sete quesitos:

- **Espaço Sustentável:** Encoraja estratégias que minimizam o impacto no ecossistema durante a implantação da edificação e aborda questões fundamentais de grandes centros urbanos, como redução do uso do carro e das ilhas de calor.
- **Eficiência do uso da água:** Promove inovações para o uso racional da água, com foco na redução do consumo de água potável e alternativas de tratamento e reuso dos recursos.
- **Energia e Atmosfera:** Promove eficiência energética nas edificações por meio de estratégias simples e inovadoras como, por exemplo, simulações energéticas, medições, comissionamento de sistemas e utilização de equipamentos e sistemas eficientes.
- **Materiais e Recursos:** Encoraja o uso de materiais de baixo impacto ambiental e reduz a geração de resíduos, além de promover o descarte consciente, desviando o volume de resíduos gerados dos aterros sanitários.
- **Qualidade ambiental interna:** Promove a qualidade ambiental interna do ar, essencial para ambientes com alta permanência de pessoas, com foco na escolha de materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, controlabilidade de sistemas, conforto térmico e priorização de espaços com vista externa e luz natural.
- **Inovação e Processos:** Incentiva a busca de conhecimento sobre Green Buildings, assim como, a criação de medidas projetuais não descritas nas categorias do LEED.
- **Créditos de Prioridade Regional:** Incentiva os créditos definidos como prioridade regional para cada país, de acordo com as diferenças ambientais, sociais e econômicas existentes em cada local.

Cada quesito desses tem um peso diferente na avaliação que proporcionará um nível de selo. Existem quatro níveis:

- **Selo LEED,**
- **Selo LEED Silver (prata),**
- **Selo LEED Gold (ouro),**
- **Selo LEED Platinum (platina).**

2.9. EXEMPLOS DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS NO BRASIL E NO MUNDO

As construções “ecologicamente corretas” são tendências mundiais que prometem reduzir o consumo de água, energia e resíduos sólidos, além de contribuírem para o desenvolvimento sustentável do planeta. Muitas delas exibem o certificado LEED – selo verde de alto reconhecimento internacional no setor da construção civil.

A construção civil é responsável por alto consumo de recursos naturais e utiliza energia em larga escala. De acordo com a SINDUSCON-GO, Hoje, o Brasil ocupa o quarto lugar entre os países que mais concentram edificações feitas a partir de critérios ambientalmente adequados. Os Estados Unidos reúnem o maior número de empreendimentos em análise, seguidos pela China e pelos Emirados Árabes Unidos.

A seguir, apresentam-se algumas construções sustentáveis de âmbito nacional e mundial.

2.9.1. Bank Of America, Nova Iorque – EUA

Foi o primeiro edifício a receber a certificação LEED. A maior parte das matérias-primas utilizadas em sua construção é proveniente de fontes renováveis e recicláveis. Ela opera com o reuso das águas pluviais e a maximização da energia do sol e da luz natural para iluminar os interiores, graças à transparência do vidro e de seu isolamento, isso faz com que os custos com energia elétrica reduzam. A Figura 2.12 expõe a vista do Bank Of America, EUA.

Figura 2.12. Vista de dentro do Bank Of America, EUA



Fonte: Atitudes Sustentáveis¹

2.9.2. Clinton Presidential Library, Little Rock, Arkansas – EUA

Apresenta cobertura verde - onde também estão os painéis solares, além da maior capacidade de reciclagem, limpeza verde, redução do desperdício através do abastecimento local e compensação de carbono de toda a energia não renovável utilizada. Foi pensada para absorver carbono, reduzir escoamento pluvial e regular a temperatura. Pode-se destacar também o fato de seu piso ser feito de pneu reciclado (Figura 2.13).

Figura 2.13. Vista externa da Clinton Presidential Library



Fonte: Atitudes Sustentáveisⁱ

2.9.3. Biblioteca Central de Seattle

A Biblioteca de Seattle possui certificação LEED do USGBC. Sua fachada em vidro possui uma tela entre as lâminas de vidro para que a luz não incida diretamente causando ofuscamento para os usuários. Além disso, possui um sistema de controle de ar. A Figura 2.14 é uma imagem interna da Biblioteca.

Figura 2.14. Biblioteca Central de Seattle



Fonte: ARANTES, 2008.

2.9.4. Council House 2, Melbourne – Austrália

Possui arrefecimento de massa térmica, células fotovoltaicas, turbinas eólicas, reciclagem de esgoto, tetos refrigerados e venezianas de madeira reciclada, equipadas com células fotovoltaicas, que acompanham o sol, promovendo um ambiente interno mais saudável. A Figura 2.15 exibe a vista externa do Council House na Austrália.

Figura 2.15. Council House 2 na Austrália.



Fonte: Inhabitat⁸

2.9.5. Complexo Comercial Rochaverá, São Paulo – Brasil

Promove redução do consumo de energia e dos custos operacionais e de manutenção, diminuição do uso de recursos ambientais não renováveis, melhoria na qualidade do ar interno do edifício, melhoria da qualidade de vida e da saúde dos usuários, qualificando o ambiente construído. Atende, portanto, a todos os requisitos para aliar o máximo aproveitamento dos recursos naturais com a redução do impacto ambiental durante a obra e no período de operação. (Figura 2.16).

⁸ Disponível em <http://inhabitat.com/ch2-australias-greenest-building/>. Acessado em 29 jun. 14.

Figura 2.16. Complexo Comercial Rochaverá em São Paulo – Brasil.



Fonte: Fórum da Construção⁹

2.9.6. Eldorado Business Tower, São Paulo – Brasil

Por apresentar 33% de economia no consumo de água potável, comparado ao padrão norte-americano, 100% de economia de água potável para irrigação, 18% de economia no consumo de energia, 74% de todo resíduo gerado na obra desviado de aterros, 30% de todo material empregado ser de origem reciclada, 50% de todo material adquirido ser de origem local, 95% de toda madeira certificada pelo FSC (Forest Stewardship Council), 25% de redução da vazão e volume de água lançada na rede pública durante as chuvas; este foi o primeiro empreendimento que obteve o LEED – Platinum na América Latina. (Ver Figura 2.17).

Figura 2.17. Eldorado Business Tower em São Paulo – Brasil



Fonte: Rotas Estratégicas – Setor Energia¹⁰

⁹ Disponível em <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=613>. Acessado em 29 jun. 14.

¹⁰ Disponível em <http://rotaenergia.wordpress.com/2011/05/19/confira-as-10-construcoes-sustentaveis-no-brasil-e-no-mundo/>. Acessado em 29 jun. 14.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Reconhecendo a necessidade preeminente de reduzir a geração de resíduos e de dar destinação final ambientalmente adequada, o presente estudo tem por finalidade obter informações dos resíduos das obras feitas em alguns estádios da Copa 2014 - Estádios Mané Garrincha, Arena das Dunas e Fonte Nova –, e, por meio de pesquisas, estudar e apresentar todo o seu processo de gerenciamento, desde a sua geração até a disposição final, verificando a realização de técnicas de reciclagem e/ou reutilização destes entulhos para que se apresente uma melhoria no que diz respeito à política ambiental.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar dados sobre o processo de gerenciamento dos resíduos da construção civil e as leis que os regem;
- Realizar um levantamento dos impactos frequentemente causados pela construção civil;
- Pesquisar sobre exemplos de construções sustentáveis;
- Pesquisar sobre a construção dos estádios e os resíduos gerados;
- Obter dados sobre a destinação oferecida aos resíduos da construção dos estádios;
- Verificação de ações que atendam aos princípios da sustentabilidade nos estádios estudados.

4. METODOLOGIA

Foi realizado um estudo de Caso, de natureza qualitativa e teor descritivo, acerca da problemática da construção dos estádios para Copa 2014 e os resíduos por eles gerados. O procedimento metodológico aplicado nesta pesquisa consistiu basicamente na coleta de dados ante os resíduos sólidos da construção civil e seus devidos gerenciamentos denotando as questões políticas, sociais, econômicas e ambientais.

É conveniente ressaltar que trabalho em análise se baseou em pesquisas feitas em função de pesquisa exploratória e explicativa e, principalmente, pesquisa bibliográfica.

A priori, a revisão bibliográfica baseada em cartilhas, legislações e normas, caderno de diagnóstico, entrevistas, monografias e, principalmente, em artigos científicos, possibilitando um conhecimento concreto perante a geração, gestão e as etapas de gerenciamento dos resíduos sólidos das construções civis. Depois, foi feita a escolha dos estádios a serem abordados.

Em contrapartida, existe uma dificuldade em estabelecer qualquer estimativa que rodeia a caracterização e a geração dos RCC's: as informações aqui dispostas foram obtidas por meio de metodologias e embasamentos diferentes, consequentemente, isso exhibe a falta de controle ante as formas de geração de RCC, dificultando a classificação particular de cada resíduo que compõe o campo de estudo, assim como o devido destino a ser tomado.

O esquema da Figura 4.1 mostra o passo-a-passo do estudo em questão.

Figura 4.1. Esquema de metodologia adotada no decorrer do trabalho.



Fonte: Elaborada pela autora.

5. ESTUDOS DE CASO

5.1. Arena das Dunas

A cidade de Natal, capital do Rio Grande do Norte, é reconhecida por suas belas praias e dunas que atraem turistas de todo o mundo. Com referência a essas atrações naturais impressionantes, surge o projeto de uma ousada construção ondulada que reproduz as dunas de areia presentes na região, o Estádio Arena das Dunas. Porém, para tamanho investimento, a solução encontrada foi demolir completamente o Estádio João Cláudio de Vasconcelos Machado, o Machadão, e também o ginásio anexo Humberto Nesi, conhecido como Machadinho.

O antigo Machadão abrigou os maiores jogos da capital norte rio-grandense. Com a proposta lançada de a tal capital norte rio-grandense tornar-se uma das 12 sedes da Copa do Mundo de 2014, se fez necessário a implementação de uma estrutura maior e mais moderna. (FIFA, 2012).

No entanto, desde o início de sua inserção na sociedade natalense, o projeto vem sendo recriminado, desde a licença ambiental dada precipitadamente, em 2011, que liberava o uso de areia de uma área de proteção ambiental – perto das dunas de Jenipabu –, para ser utilizada nas obras; até o atraso na construção. A Figura 5.1 mostra algumas imagens do Arena das Dunas.

Figura 5.1. Arena das Dunas



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/arenadasdunas>

O Estádio contou com práticas de sustentáveis em sua construção. As medidas ambientalmente corretas vão desde o reaproveitamento de resíduos das obras até a captação de água da chuva, que é usada no gramado e nos sanitários do estádio.

De acordo com a Redação EcoD (2014), Charles Maia, diretor da Arena das Dunas, explicou ao jornal Zero Hora que quase 100% do material da demolição foi reutilizado no próprio estádio. Fez-se um processo de seleção dos materiais e teve-se um convênio com catadores, o que ajudou na destinação final desses resíduos. O material localizado abaixo do antigo gramado, por exemplo, supriu a falta do piçarro na obra, dessa forma o recebimento do piçarro das empresas mineradoras foi reduzido. Já em relação aos resíduos produzidos durante a construção, o material foi recolhido e enviado a Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis do Rio Grande do Norte (COOCAMAR) para que pudesse ser feita uma reciclagem e destinação correta (Redação EcoD, 2014).

Dentro das atividades sustentáveis realizadas nesse projeto está a terraplenagem, realizada com material e entulho retirado do próprio canteiro de obras e a cobertura do estádio, que possui a presença de calhas capazes de coletar a água das chuvas, onde é levada para reservatórios abaixo da arquibancada inferior, filtrada e reutilizada no gramado e nos sanitários. (Redação AEC)

Além do mais, a atitude de implantação de seu próprio setor de reciclagem e reutilização forneceram ao Arena das Dunas a característica de ser um ótimo balizador no setor construtivo. Ou seja, a questão de criar o seu próprio canteiro de resíduos com as classificações adequadas para que pudessem ser reutilizados, reciclados ou, até mesmo, ter o seu destino correto, deu ao Estádio uma função importantíssima: equilibrar e dar sustentação ao campo da Construção Civil dentro do Rio Grande do Norte.

5.2. Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha

Localizado na cidade de Brasília, Distrito Federal, o Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha é um dos mais imponentes. O antigo Mané Garrincha foi demolido para dar lugar a uma arena de fachada nova com cobertura em estrutura metálica. O seu projeto ecologicamente correto é voltado à emissão zero de carbono e à reciclagem e reuso dos resíduos, que acabou deixando um legado importantíssimo para os demais setores locais da construção civil: a consolidação da capital como referência mundial em planejamento sustentável. (FIFA, 2012).

No começo das obras, o Ministério Público questionou o licenciamento e impacto ambiental que ela causaria. Porém, o juiz negou o pedido de paralisação e declarou que a sua realização sem o prévio estudo ambiental poderia trazer prejuízos sim, mas a paralisação dela seria ainda mais prejudicial visto que o custo investido foi consideravelmente alto.

Em relação à sustentabilidade, o Mané Garrincha (Figura 5.2.) não deixa a desejar. Seu processo sustentável começou desde o treinamento com os trabalhadores da obra que aprendem a lidar com acidentes químicos que possam contaminar o solo. O estádio conta com a geração de energia por meio da instalação de placas fotovoltaicas, com capacidade para gerar 2,5 megawatts de energia por hora, correspondente a toda energia necessária para o seu funcionamento. (FIFA, 2012).

Figura 5.2. Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha



Fonte: <http://www.estadionacionaldebrasil.com.br/portal/o-estadio/galeria-de-fotos/galeria-de-fotos/>

É interessante destacar que a cobertura é um instrumento importante no quesito sustentabilidade. Isso porque a membrana da cobertura é revestida de politetrafluoretileno com dióxido de titânio. Este último libera moléculas de dióxido de oxigênio quando exposto ao sol e à água da chuva. Significa dizer que, “quando a membrana entrar em contato com o sol ocorrerá a decomposição da sujeira. Desta forma, a cobertura do Estádio Mané Garrincha retirará da atmosfera gases poluentes do ar, o equivalente ao produzido por cerca de mil veículos por dia.” (FEITOSA, 2014)

Por último, mas não menos importante, os resíduos: muitos dos materiais utilizados na obra são recicláveis ou foram reciclados na construção. Tudo o que saiu do antigo estádio foi reaproveitado na própria obra ou em cooperativas de reciclagem do Distrito Federal.

O entulho retirado do estádio foi encaminhado a uma área licenciada pelo IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis –, capaz a receber entulho de obras, em Sobradinho-DF. Lá, o material foi transformado em brita e aproveitado em outras áreas da capital federal. Já o entulho obtido da derrubada da última arquibancada

foi transformado em brita no próprio estádio e reutilizado na concretagem do piso da obra. Todo o material metálico foi enviado à Central das Cooperativas do Distrito Federal (CENTCOOP), uma cooperativa de reciclagem do Distrito Federal. A areia e o cascalho que estavam debaixo do gramado, por sua vez, foram reaproveitados na obra do novo estádio. (FEITOSA, 2014)

Analogamente ao Arena das Dunas, o Mané Garrincha também faz a captação e o reaproveitamento da água da chuva para os sanitários e gramado. Só que, além da cobertura, tem o piso permeável que procede com essa mesma função.

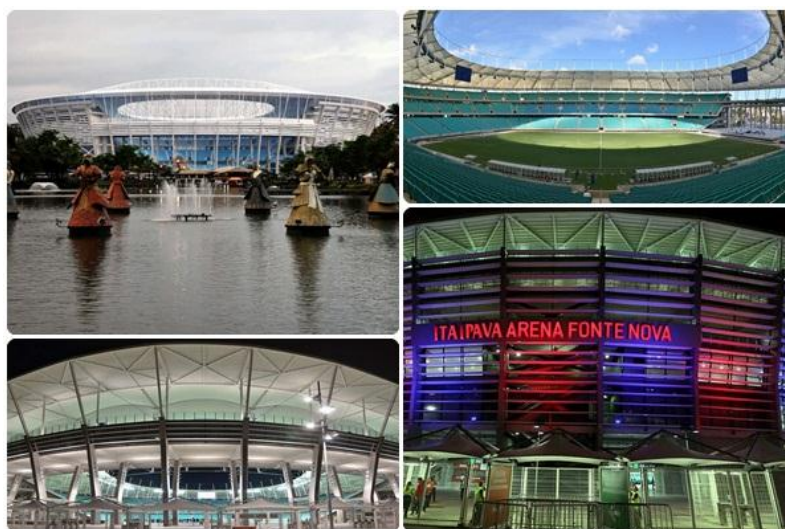
O Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha é o único a buscar a mais alta certificação do LEED e exibe ao mundo sua grande chance de conseguir a certificação *Platinum*.

5.3. Itaipava Arena Fonte Nova

Palcos dos grandes confrontos futebolísticos da Bahia, o Complexo Esportivo Cultural Octávio Mangabeira, mais conhecido como Fonte Nova, foi totalmente implodido em 2010. Porém o projeto do novo estádio preservou a originalidade que tinha: seu formato de ferradura e a abertura para o Dique Tororó.

O volume de concreto utilizado na construção ainda chegou a 45.000 m³, mesmo com todo o material da antiga Fonte Nova sendo reutilizado. A nova estrutura (Figura 5.3.) também permite a coleta de água da chuva para reaproveitamento nos sanitários e gramado.

Figura 5.3. Itaipava Arena Fonte Nova



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/arenafontenova/sets/>

Sem se aprofundar na questão da economia de água, reuso do esgoto tratado, sustentabilidade energética, ventilação e iluminação natural; cita-se o uso de um equipamento de britagem de concreto utilizado na obra para separar o metal da madeira e transformar o concreto em agregado a fim de obter característica de reuso.

De acordo com o *site* oficial da Itaipava Arena Fonte Nova (<http://www.itaipavaarenafontenova.com.br>), durante a fase de obras, todo o concreto do estádio implodido, cerca de 80 mil toneladas, foi reaproveitado no próprio canteiro, em atividades como pavimentação e acessos, além de ter sido encaminhado a outras obras realizadas em Salvador. A argila retirada do gramado foi destinada a cobrir aterros sanitários.

É interessante destacar que alguns pequenos pedaços do concreto viraram souvenir. Além de tudo, durante as obras foi realizado um programa de reutilização de papel, canos de PVC e reciclagem de óleo de cozinha os uniformes descartados também não ficaram de fora, serviram para a confecção de sacolas ecológicas, aventais, etc.

Em entrevista a EcoD, arquitetos responsáveis pelo projeto afirmam que “mais de 70% dos quase 30 mil m³ de concreto que foram retirados no antigo estádio serão aproveitados na construção da nova arena e em outras obras de Salvador e Região Metropolitana”. O aço e demais metais retirados dos entulhos também foram encaminhados como matéria-prima para a indústria siderúrgica. (EcoD, 2010).

Tendo em vista essas inúmeras aplicações sustentáveis, a Itaipava Arena Fonte Nova foi a primeira arena do Brasil a conquistar o nível prata da certificação internacional LEED – *Certificação Silver*.

5.4. Considerações Finais

Pela primeira vez na história, estádios brasileiros tiveram forte preocupação com a sustentabilidade. Depois de ter analisado três importantes monumentos destinados a mover a economia brasileira com seus mais variados confrontos esportivos e atrativos culturais, pode-se afirmar que, identicamente, as arenas da Copa visam o uso/reuso racional da água por meio de iniciativas que objetivam reduzir o seu consumo e estimular a adoção de novas atitudes e comportamentos no que condiz à sustentabilidade, assim como também a sua própria eficiência energética.

As empresas responsáveis pela construção desses estádios relataram projetos que vão desde a captação de energia solar até a transformação do entulho de demolição em material aproveitável na construção.

No geral 80% das demolições dos estádios são reaproveitáveis. Dessa forma, seria possível evitar que os materiais fossem depositados em aterros, isto é, onerar aterro; como também evitar que fossem depositados irregularmente com o encaminhamento destes para cooperativas, gerando benefícios e retorno para elas.

6. CONCLUSÃO

No decorrer deste trabalho, procurou-se avaliar essa geração de resíduos e seus devidos impactos, em âmbito nacional, tanto quanto regional, de modo que envolvesse um plano de gerenciamento dos resíduos da construção e demolição dos Estádios da Copa do Mundo de 2014, sem abandonar a questão da necessidade de um licenciamento ambiental – pois se relaciona diretamente ao estudo dos impactos causados e os meios tecnológicos que ajudem a minimizá-los.

As arenas multiuso representam hoje, marcos de desenvolvimento socioeconômico. Essa preocupação com a sustentabilidade reconhecida no projeto delas, bem como as iniciativas verdes é hoje de extrema importância para a sociedade.

Os desafios para o Brasil alcançar os patamares da sustentabilidade ambiental são enormes, porém, a busca incessante por essa característica marcante está cada vez maior. Os estádios que foram construídos/reformados recentemente para a Copa do Mundo 2014, são exemplos de obras que contam com uma ampla estratégia de sustentabilidade. Isto é, o fato dos resíduos serem reutilizados na própria obra ou transportados para outras obras com a finalidade de servir de aterramento para a construção do piso, a captação da água das chuvas e aproveitamento para sanitários e gramado, a forma de produzir sua própria energia, são pontos que merecem destaque no campo de reconhecimento da sustentabilidade – a *Certificação LEED*. De um modo geral, essas certificações se fundamentam exatamente no princípio de eficiência energética, uso racional de água, coleta seletiva, qualidade ambiental interna da edificação etc.

A concretização desse trabalho possibilitou a verificação do grande e eficiente processo de reciclagem e reutilização de materiais, levando a uma redução no orçamento das obras, além de diminuir os problemas de poluição. No entanto, essa afirmação colide com a falta de total transparência em todas as obras da Copa, sendo ela baseada somente em pesquisas bibliográficas aprofundadas. Mas isso não reprime o fato do desperdício e geração de resíduos impactarem o custo de uma obra e o meio ambiente.

Diante disso, aponta-se que a solução para reduzir esses problemas ambientais relacionados à Construção Civil está em transformar os profissionais da área catalisadores de atitude, ou seja, educá-los a trabalharem não somente o conceito de reciclagem, reutilização e reaproveitamento do material descartado, mas também procurar as mais novas tecnologias que forneçam benefícios no que condiz com a redução tanto da produção de rejeitos, como do próprio impacto ambiental. É simples, prático e, ainda melhor, é sustentável.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ⁱAS 10 construções mais sustentáveis do mundo. ¹ Disponível em <http://www.atitudessustentaveis.com.br/mundo/as-10-construcoes-mais-sustentaveis-do-Mundo/>. Acessado em 29 jun. 14

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Mercado do RCD**. Disponível em: <<http://abrecon.com.br/>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2010.

AGUIAR, Caroline. **Mané Garrincha em dia, apesar dos problemas**. 2011. Disponível em: <<http://www.portal2014.org.br/noticias/7981/MANE+GARRINCHA+EM+DIA+APESAR+DOS+PROBLEMAS.html>>. Acesso em: 06 jul. 2014

ANDREA DIP. Agência Pública. **Arena das Dunas: Não podemos dizer que a obra é 100% regular**”, diz procurador. 2012. Disponível em: <<http://apublica.org/2012/04/arena-das-dunas-nao-podemos-dizer-obra-e-100-regular-diz-procurador/>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

ANTUNES, J. **A construção civil e suas perspectivas em relação à sustentabilidade**. 2011. Disponível em: <<http://www.sustentabilidadecorporativa.com/2011/07/construcao-civil-e-suas-perspectivas-em.html>>. Acesso em: 05 mai. 2014.

ARANTES, Luciana Coelho. **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: Oportunidades de negócio para a empresa Bautech Construções & Incorporações Ltda.**. 2008. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração de Empresas, Complexo de Ensino Superior de Santa Catarina, Florianópolis, 2008

ARENA das Dunas. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/arenadasdunas>>. Acesso em: 06 jul. 2014.

ARENA Fonte Nova será inaugurada na sexta-feira pela presidente Dilma. Disponível em: <<http://www.ouvidoriageral.ba.gov.br/2013/04/02/arena-fonte-nova-sera-inaugurada-na-sexta-feira-pela-presidente-dilma/#sthash.UMNZry2W.dpuf>>. Acesso em: 06 jul. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10.004: resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro, 2004.71p.

_____. **NBR 13.221: Transporte terrestre de resíduos – classificação**. Rio de Janeiro, 2003.4p.

ASSUNÇÃO, D. **Obras da Arena das Dunas começaram sem licença ambiental**. 2011. Disponível em <<http://nominuto.com/noticias/cidades/obras-da-arena-das-dunas-comecaram-sem-licenca-ambiental/75188/>>. Acesso em: 03 jul. 2014.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL – BNB. **Manual de Impactos Ambientais:** Orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas. S.l: s.n.2006

BRASIL. GBC BRASIL. . **CERTIFICAÇÃO INTERNACIONAL LEED**. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/?p=certificacao#>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n° 001**, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

_____. **Resolução n° 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. In: BRASIL. MMA. CONAMA. Resoluções do CONAMA. Brasília: MMA - Secretaria Executiva - CONAMA, 2006.

BRASIL. Presidência da República. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei no. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui apolítica nacional dos resíduos sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 22 mai. 2014.

CAMARGO, Guilherme Pessoa Franco de. **A sustentabilidade ambiental sob o enfoque da Copa do Mundo de 2014 e dos Jogos Olímpicos de 2016**. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=8591>. Acesso em: 26 jun. 2014.

CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/residuos/res07.html>>. Acesso em: 22 jun. 2014.

COPA do Mundo no Brasil, em 2014, será a primeira em estádios verdes: Das 12 arenas que sediarão jogos, dez já pleitearam o selo LEED. 2012. Disponível em: <http://www.rio20.gov.br/sala_de_imprensa/noticias-nacionais1/copa-do-mundo-no-brasil-sera-a-primeira-em-estadios-verdes/index.html@searchterm=None.html>. Acesso em: 26 jun. 2014.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil**. 2009. 70f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2009. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/sustentabilidade%20na%20constru%e3o%20civill.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2014

COSTA FILHO, Francisco das Chagas da. **Deposição Irregular de Resíduos da Construção e Demolição na Cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte**. 2011. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Departamento de Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011

EcoD. **Fonte Nova é demolida para dar espaço à futura arena sustentável.** 2010. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/fonte-nova>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

ESTÁDIO Sustentável. Disponível em: <<http://www.copa2014.df.gov.br/estadio-sustentavel/4975-estadio-sustentavel>>. Acesso em: 11 jul. 14

FEITOSA, Jussara. **Custo dos estádio da Copa 2014 dispara e chega a R\$ 8 bilhões.** 2014. Disponível em: <<http://copajussara.blogspot.com.br/2014/05/verba-gasta-nos-estadios-da-copa-do.html>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

FELIPE, Pedro. **Licença para drenagem da Arena das Dunas deve sair até o fim do dia:** Novo estudo adiou emissão de licença. 2013. Disponível em: <<http://portalnoar.com/licenca-para-drenagem-da-arena-das-dunas-deve-sair-ate-o-fim-do-dia/>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

FIFA. **Estádio Nacional de Brasília - Brasília.** 2012. Disponível em: <<http://pt.fifa.com/worldcup/destination/stadiums/stadium=5002284/index.html>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

FIFA. **Estádio das Dunas - Natal.** 2012. Disponível em: <<http://pt.fifa.com/worldcup/destination/stadiums/stadium=5025116/index.html>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

FIFA. **Arena Fonte Nova - Salvador.** 2012. Disponível em: <<http://pt.fifa.com/worldcup/destination/stadiums/stadium=5002308/index.html>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

FIFA. **Estratégia de sustentabilidade da Copa do Mundo da FIFA 2014 é apresentada na Rio+20.** 2012. Disponível em: <<http://pt.fifa.com/worldcup/news/y=2012/m=6/news=estrategia-sustentabilidade-copa-mundo-fifa-2014-apresentada-rio-1652723.html>>. Acesso em: 26 jun. 2014.

FONTE Nova. Portal da Copa 2014 – Governo Federal. Disponível em: <<http://www.copa2014.gov.br/pt-br/sedes/salvador/arena>>. Acesso em: 07 jul. 2014.

FONTES, Maria Thereza Macieira. **A gestão dos resíduos sólidos da Construção Civil na cidade de Salvador e a implementação da resolução CONAMA no 307/2002.** 2008. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

FRAGA, Lais; SILVEIRA, Ricardo; VASCONCELLOS, Bruna. **O Engenheiro Educador.** Artigo Científico. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. 2007.

FREIRE, Allan Galvão.; ROCHA, Felipe de Souza Ferrucio da. **Resíduos Sólidos da Construção: Demolição Seletiva ou Desconstrução.** 2012. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Universidade Potiguar, Natal, 2012.

FUNDEP (Rio Grande do Norte). Secretaria Municipal de Planejamento Fazenda e Tecnologia da Informação – Sempla. **RELATÓRIO AMBIENTAL SIMPLIFICADO – RAS: ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO**. Natal: Fundação para o Desenvolvimento Sustentável da Terra Potiguar - Fundep, 2009. 492 p.

GALERIA de fotos. Disponível em: <<http://www.estadionacionaldebrasil.com.br/portal/o-estadio/galeria-de-fotos/galeria-de-fotos/>>. Acesso em 11 jul. 14

ITAIPAVA Arena Fonte Nova. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/arenafontenova/sets/>>. Acesso em: 11 jul. 14.

JOHN, Vanderley; AGOPYAN, Vahan. Reciclagem de Resíduos da Construção. In: SEMINÁRIO DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, 2000, São Paulo. **Anais**. São Paulo: USP, 2000.

MARTIN, Eduardo San. **Resíduos Sólidos**: São Paulo: CIESP; FIESP, [200-]. 24 slides, color.

MELLO, F. F. **Copa Verde**. 2010. Disponível em: <<http://www.revistabrasileiros.com.br/2010/09/28/copa-verde/#.U8CcG5RdUz4>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

MOURA, Girlene Suelly Souza de. **Análise do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de Mossoró - rn**. 2011. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Departamento de Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011

OBRAS da Copa. 2013. Disponível em: <http://www.tc.df.gov.br/web/tcdf1/obras-da-copa/-/asset_publisher/3R2n/content/tcdf-atua-para-evitar-desperdicio-de-recursos-em-obra-do-estadio-nacional-de-brasil?redirect=/web/tcdf1/obras-da-copa>. Acesso em: 04 jul. 2014

PIMENTEL, Lilian de Jesus. A IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. In: CONGRESSO DE LOGÍSTICA DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA DO CENTRO PAULA SOUZA, 3., 2012, Carapicuíba. **Anais...**. Guaratinguetá: Congresso de Logística das Faculdades de Tecnologia do Centro Paula Souza, 2012. v. 10, p. 3 - 8.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

RAIO X dos estádios da Copa do Mundo. 2012. Elaborada por Redação AECweb. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/m/rdo/raio-x-dos-estadios-da-copa-do-mundo_5367>. Acesso em: 26 jun. 2014.

Redação EcoD. **Arena das Dunas é exemplo de reaproveitamento de resíduos e captação da água da chuva**. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2014/arena-das-dunas-e-exemplo-de-reaproveitamento-de>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

ROSSO, Silvana. **Sustentabilidade:** As dez obras sustentáveis mais emblemáticas do mundo. 2010. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/sustentabilidade/as-dez-obras-mais-sustentaveis-do-mundo-184801-1.aspx>>. Acesso em: 29 jun. 2014.

ROTH, Caroline das Graças. **Resíduos Sólidos da Construção de Edificações:** A solução pela gestão urbana. 2008. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Urbana, Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.

SANTOS, A.L. **Diagnóstico ambiental da gestão e destinação dos resíduos de construção e demolição (RCC):** análise das construtoras Associadas ao SINDUCON/RN e empresas coletoras atuantes no município de Parnamirim – RN. 2009. 107 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal Rio Grande do Norte. 2009.

SILVA FILHO, Alcides Fernandes e. **Gestão dos Resíduos Sólidos das Construções Prediais na Cidade do Natal - RN.** 2005. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção Civil. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil:** A experiência do SindusCon-SP. São Paulo: Sinduscon, 2005. 48 p.

SPITZCOVSKY, Débora. **Certificação LEED:** tudo sobre o principal selo de construção sustentável do Brasil. 2012. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/certificacao-leed-o-que-e-como-funciona-o-que-representa-construcao-sustentavel-675353.shtml>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

SUSTENTABILIDADE. Disponível em <<http://www.itaipavaarenafontenova.com.br/sustentabilidade/>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

TRIBUNA DO NORTE. **OAS NÃO CONTRATOU NOVA MINERADORA.** Repórter: Marco Carvalho. Natal, Rn, 24 nov. 2011.

VASCONCELOS, Crislayne Raiane Fernandes. **ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MOSSORÓ - RN.** 2011. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Departamento de Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.

ZORDAN, S.E. A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto. Campinas. 1997. 140p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP. Disponível em <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm>. Acesso em: 01 jun. 2014.