



**FAPAC – FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANA CAROLINA LOPES MIRANDA**

**ALTERNATIVAS DE REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA REFORMA  
DA ESCOLA ESTADUAL CONCEIÇÃO BRITO NO MUNICÍPIO DE FÁTIMA – TO.  
ESTUDO DE CASO**

PORTO NACIONAL-TO

2019



**FAPAC – FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANA CAROLINA LOPES MIRANDA**

**ALTERNATIVAS DE REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA REFORMA  
DA ESCOLA ESTADUAL CONCEIÇÃO BRITO NO MUNICÍPIO DE FÁTIMA – TO.  
ESTUDO DE CASO**

Projeto de conclusão de curso de Engenharia Civil da FAPAC/ITPAC PORTO NACIONAL, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área: Construção Civil

Orientador: Fernando Antonio da Silva Fernandes.

PORTO NACIONAL-TO

2019

**ANA CAROLINA LOPES MIRANDA**

**GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO CANTEIRO DE OBRAS  
DA ESCOLA ESTADUAL CONCEIÇÃO BRITO NO MUNICÍPIO DE FÁTIMA – TO.  
ESTUDO DE CASO**

Projeto de pesquisa submetido ao Curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Monografia apresentada e defendida em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ pela Banca examinadora constituída pelos professores:

---

Professor: Fernando Antônio da Silva Fernandes  
Orientador

---

Esp. Diogo Luiz Quixabeira Camargo  
Examinador

---

Profº. Alesi Teixeira Mendes  
Examinador

**PORTO NACIONAL  
2019**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me iluminado ao longo de toda esta trajetória, desde à iniciação deste curso até a conclusão deste TCC.

Aos meus pais Antônio Pinheiro de Miranda e Terezinha Lopes dos Santos, que mesmo com todas as dificuldades, sempre estiveram presentes, me dando apoio financeiro e moral.

Aos meus irmãos Walas, Carla e Renato que sempre acreditaram em mim e também aos meus cunhados.

Ao motivo de toda a minha dedicação, o meu esposo Tiago, que sempre esteve ao meu lado, se mostrando paciente, me dando total apoio e companheirismo em todos os momentos.

E por fim, queria agradecer novamente a Deus, pois ele é o principal responsável por esta vitória em minha vida.

*"Nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte, passe por profundas transformações" (Carneiro)*

## RESUMO

Com o desenvolvimento urbano no estado do Tocantins, têm se identificado elevado aumento na geração de resíduos da construção civil e demolição, e estes quando não gerenciados causam grandes problemas de ordem social, ambiental e econômica. Com base nesses impactos à sociedade, foi elaborado a Resolução CONAMA 307/2002 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos viáveis para os resíduos da construção civil. A partir dessas informações esta pesquisa irá identificar no canteiro de obras da Escola Estadual Conceição Brito, localizada no município de Fátima - TO quais os tipos de resíduos estão sendo gerados a cada etapa, a causa de sua geração e as possíveis soluções, visando a princípio a sua não geração, a sua reutilização no canteiro de obras, reciclagem e destinação final. No entanto para que haja bom um sistema de gerenciamento dos resíduos da construção civil, deve-se influenciar a mudança cultural das pessoas, visando a efetiva compreensão e concordância das necessidades ambientais.

**Palavras-chave:** Construção. Resíduos. Impactos. Gerenciamento.

## **ABSTRACT**

With urban development in the state of Tocantins, a high increase in the generation of construction and demolition waste has been identified, and these, when unmanaged, cause great social, environmental and economic problems. Based on these impacts to society, CONAMA Resolution 307/2002 was prepared, which establishes viable guidelines, criteria and procedures for construction waste. From this information this research will identify at the construction site of the Conceição Brito State School, located in the municipality of Fátima - TO which types of waste are being generated at each stage, the cause of its generation and the possible solutions, aimed at the beginning its non-generation, its reuse at the construction site, recycling and final disposal. However, in order to have a good management of construction waste, it is necessary to influence the cultural change of people, aiming at the effective understanding and agreement of environmental needs.

Keywords: Construction. Waste. Impacts. Management.

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileiras de Normas Técnicas
PIB	Produto Interno Bruto
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduo de Construção e Demolição

## SUMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.2	Justificativa .....	10
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
2.1	Objetivo Geral .....	11
2.2	Objetivos Específicos .....	11
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEORICO</b> .....	<b>12</b>
3.1	O setor da construção civil .....	12
3.2	Resíduos da construção civil .....	14
3.3	Gerenciamento dos resíduos da construção civil .....	16
3.3.1	Etapas do projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil – PGRCC, com base na resolução CONAMA Nº 307/2002 .....	20
3.4	Formas de reutilização e reciclagem dos resíduos da construção civil e suas durabilidades .....	22
3.4.1	Gesso .....	23
3.4.2	Cerâmica e seus agregados .....	24
3.4.3	Tijolos Solo-Cal .....	24
3.4.4	Tintas, solventes e vernizes (Materiais Tóxicos) .....	25
3.4.6	Cimento .....	26
3.5	Produtos reciclados do RCD .....	27
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
4.1	Local da pesquisa .....	28
<b>5</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS</b> .....	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil sempre foi considerada muito importante para a economia do país e sua importância está vinculada a fatores tais como elevado emprego de mão-de-obra, o que representa umas das poucas saídas aceitáveis para um grupo de trabalhadores sub escolarizados, além de exercer grande participação na formação bruta de capital fixo e na geração do Produto Interno Bruto (PIB). (MELO, 2010).

Porém o volume de resíduos gerados por este setor desencadeou um desafio endereçado às administrações públicas municipais: o recolhimento e a destinação final do RCD.

Esse gerenciamento, no Brasil, está previsto na resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307 do ano de 2002, cabendo aos municípios a definição de uma política municipal para o Resíduo da construção e demolição. (ÂNGULO, 2005).

Uma montanha diária de resíduos constituída por argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc. – tornou-se um sério entrave ao cumprimento da Resolução 307/2004 do CONAMA.

### 1.2 JUSTIFICATIVA

Após uma análise observacional, percebemos que há uma grande geração de resíduos da construção e demolição (RCD) na reforma da Escola Conceição Brito no município de Fátima, resíduos que poderiam ser reciclados ou reutilizados, diminuindo assim a quantidade de entulhos no canteiro de obra.

Alguns desses resíduos possuem em sua composição materiais indesejáveis, tais como cimento amianto, gesso de construção e alguns resíduos químicos que se depositados inadequadamente, podem provocar graves impactos ao meio ambiente e prejuízos para a sociedade. (MOREIRA, 2010).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Apresentar algumas formas de reaproveitamento e utilização dos resíduos.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar as causas da geração dos resíduos;
- Sugerir uma alternativa viável para o reaproveitamento dos resíduos classe A;
- Classificar os resíduos da construção civil baseando-se na Resolução CONAMA 307/2002;

### 3 REFERENCIAL TEORICO

#### 3.1 O SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

No Brasil segundo dados do (IBGE 2011) 84,36% da população do país vivem em cidades. E com isso as construções de novas residências tendem a crescer a cada dia que passa, gerando assim uma grande quantidade de resíduos.

Conforme (MELO, 2001), no âmbito nacional, a construção civil foi considerada muito importante para a economia do país e sua importância está vinculada a fatores tais como elevados empregos de mão de obra o que representa uma das poucas saídas aceitas para um grupo de trabalhadores subscolorizados, além de exercer grande participação na formação bruto de capital fixo e na geração do Produto Interno bruto (PIB).

Esse setor é que mais consome matéria prima e o que mais gera grandes quantidades de resíduos, esse fato é o que mais preocupa os engenheiros e a sociedade. Esses resíduos são retirados das obras e jogados clandestinamente em rios, lagos, terrenos baldios, em ruas de periferia, causando assim um grande impacto ambiental e social, nesses entulhos pode se encontrar na maioria das vezes materiais químicos que produzem a poluição dos solos, como: gesso, tintas e solventes, facilitando a criação de insetos. (MENDES, 2004)

Lembrando que certos materiais como óleos e tintas possuem fortes odores que por sua vez acabam poluindo o ar e causando problemas respiratórios, a população que vive nas proximidades.

Estima-se que a construção civil utiliza entre 20 e 50% do total dos resíduos de recursos naturais consumidos pela sociedade. No caso da madeira cerca de 50% da quantidade extraída no mundo é consumida como material de construção (JOHN, 2000 apud SILVA, 2007).

A deposição inadequada do Resíduo da Construção e Demolição (RCD) compromete a paisagem do local; o tráfego de pedestres e de veículos; provoca o assoreamento de rios, córregos e lagos; o entupimento da drenagem urbana, acarretando em enchentes, além de servirem de pretexto para o depósito irregular de outros resíduos não-inertes, propiciando o aparecimento e a multiplicação de

vetores de doenças, tais como a dengue, arriscando a saúde da população vizinha. (Sinduscon-CE, 2011).

Estes resíduos possuem em sua composição materiais indesejáveis, tais como cimento amianto, gesso de construção e alguns resíduos químicos que se depositados inadequadamente, podem provocar graves impactos ao meio ambiente e prejuízos para a sociedade. (MOREIRA, 2010).

O engenheiro civil e sanitarista José Dantas de Lima, classifica no “Plano de gerenciamento de resíduos da construção e demolição do município de Fortaleza – CE.”, os problemas ocasionados por estes resíduos depositados de forma inadequada, como mostrado no Quadro a seguir:

<b>GÊNERO</b>	<b>PROBLEMAS</b>
Ambiental	Degradação de áreas hídricas, tais como: rios, riachos, lagos e mananciais, por aterramento; Destruição de fauna e flora; Poluição do ar, ocasionado por poeiras; Desvio de rios, riachos, etc., causando alagamentos e cheias; Deslizamentos provocados por entulhos em terrenos instáveis; Falta de sinalização adequada em obras públicas, onde os resíduos são colocados, causando riscos de acidentes.
Drenagem Urbana	Obstruções nas redes de drenagem e bocas-de-lobo, causando-se alagamentos; Aterramentos ou assoreamentos em canais abertos.
Saúde Humana	Habitat para roedores e insetos, principalmente se misturado com lixo doméstico, ocasionando doenças transmissíveis; Doenças pulmonares: gripes, resfriados, pneumonias, etc; Doenças alérgicas: rinites, sinusites, etc; Outras doenças.
Econômico	Custos de limpeza pública elevado, o peso específico dos entulhos é bem maior que do lixo doméstico; Elevados custos em horas de máquinas “pesadas”, pagas pela prefeitura municipal, para limpeza de terrenos baldios; Desperdício da indústria da construção civil, onde para cada 10 pavimentos construídos, um é desperdiçado no Brasil; Aumento do custeio na fiscalização pelo município, com o crescimento destes resíduos não monitorados; Crescimento nos custos de operação no aterro sanitário.

Demais problemas	<p>Diminuição da vida útil dos aterros sanitários;</p> <p>Quebra de equipamentos da coleta de lixo, como os compactadores e caminhões;</p> <p>Diminuição do fluxo turístico e bem estar da população, pela agressão visual na cidade.</p>
---------------------	---

Quadro 1 - Problemas ocasionados devido a deposição inadequada do RCC.  
Fonte: LIMA (2006).

### 3.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os resíduos da construção civil são um dos principais responsáveis pelo o esgotamento de áreas de aterros de cidades em média e grande porte, uma vez que eles correspondem a mais de 50% em massa dos resíduos sólidos urbanos. No Brasil estima-se que sejam gerados anualmente cerca de  $70 \times 10^6$  t/ano de RCD (ÂNGULO, 5005).

Os resíduos da construção e demolição (RCD), são gerados nas atividades de construção, reforma ou demolição e constituídos por um conjunto de materiais, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, madeiras e compensados, argamassa, gesso, entre outros (CONAMA, 2002; ÂNGULO 2005).

As disposições irregulares e os aterros clandestinos, ocasionados pela falta de gerenciamento, tornaram se uma realidade em território nacional. Em 2002, com a aprovação da Resolução 307, ficaram estabelecidos critérios e procedimentos para gestão de RCD no Brasil (CONAMA, 2002). Por esta Resolução são atribuídas responsabilidades tanto para o poder publico quanto para a iniciativa privada (PINTO etal 2005).

Empresas privadas de construção são grandes geradoras desses resíduos, portanto essas empresas devem desenvolver projetos de gerenciamento específicos, como: triagem em canteiros de obra, incluindo o uso de transportadores cadastrados e de áreas licenciadas para o manejo e reciclagem. Dentre a grande quantidade de fatores que contribuem para a geração dos RCC, estão os problemas relacionados ao projeto, sendo eles pela falta de definições, falta de precisão nos memoriais descritivos, baixa qualificação na mão de obra, armazenamento inadequado dos materiais de construção pela falta de processo de reutilização e reciclagem no canteiro (GADELHA 2012).

Dada a ausência de soluções adequadas, uma parcela significativa dos resíduos da construção civil é depositada e irregularmente (PINTO, 1999). Gerando assim altos custos para a administração pública.

Os resíduos da construção e demolição (RCD), são um dos responsáveis pelo o esgotamento de áreas de aterros, uma vez que eles correspondem a mais de 50% da massa /dos resíduos sólidos urbanos (ÂNGULO, 2013 apud MOREIRA, 2010).

Os resíduos abandonados em rios e lagos por sua vez acabam poluindo a água dependendo dos solventes tóxicos ali jogados pode até provocar a morte de peixes e causando infecção ao ser ingeridos por humanos e comprometendo o ecossistema ambiental. Já os resíduos deixados clandestinamente em terrenos baldios os proprietários tem que arcar com as suas despesas para fazer a remoção do entulho para outro lugar que na maioria das vezes são deixados novamente em lugares inapropriados. É preciso buscar saídas para resolver esse problema (MENDES 2004).

O descaso com esses resíduos é tão grande que até nos locais apropriados para fazer à triagem desses materiais a separação não ocorre de uma forma correta como deveria acontecer. O governo publico tem enfrentado grandes dificuldades e gastos para fazer a remoção desses resíduos e o numero de entulhos encontrados depositados em lugares inadequados só tendem a aumentar. Esses resíduos geram tantos problemas a saúde urbana e ao meio ambiente, e a melhor solução a ser tomada é mudar a visão desses resíduos para serem tratados como materiais que podem e devem ser reutilizados (OLIVEIRA 2005).

Avaliando a situação constata-se uma ausência política especifica para solucionar esse problema. Essa deficiência leva ao surgimento de aterros clandestinos e aterros sanitários, o que só aumenta o problema. (ÂNGULO e JOHN, 2004).

O impacto ambiental causado por resíduos da indústria da construção civil é um dos principais do país, seja pela quantidade descartada diariamente ou pelo o uso irracional das jazidas de recursos naturais. Grande parte dos resíduos da construção civil é decorrente da falta de planejamento e execução de obra, são muitos desperdícios de materiais, projetos mal feitos com especificações errôneas de materiais e de detalhes, resultando assim em improvisos indesejáveis

SINDUSCON-SP (2005).

A deposição inadequada do Resíduo da Construção e Demolição (RCD) compromete a paisagem do local; o tráfego de pedestres e de veículos; provoca o assoreamento de rios, córregos e lagos; o entupimento da drenagem urbana, acarretando em enchentes; além de servirem de pretexto para o depósito irregular de outros resíduos não-inertes, propiciando o aparecimento e a multiplicação de vetores de doenças, tais como a dengue, arriscando a saúde da população vizinha. SindusCon-CE (2011.)

O poder público municipal deve exercer também um papel muito importante e decisivo para disciplinar o processamento dos resíduos. Utilizando instrumentos para regular, fiscalizar e criar condições de um tratamento correto, especialmente destinados para resíduos da construção civil SINDUSCON-SP (2005).

Do ponto de vista econômico segundo Marques Neto (2009), estão todos os custos de limpeza pública para remoção eficiente e disposição adequada dos resíduos sólidos que são serviços executados pelas prefeituras de forma corretiva. A gastos com saúde pública, devido a multiplicação de vetores de doenças na áreas de descartes inadequados de resíduos. Esses custos acabam refletindo em toda a sociedade pela utilização do dinheiro público para fins que poderiam ser evitados ou minimizados.

### 3.3 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O planejamento da obra, segundo (MATTOS, 2010) é um dos principais aspectos do gerenciamento. A deficiência no planejamento e no seu controle de acompanhamento, está entre as principais causas da baixa produtividade do setor da construção de suas elevadas perdas e da baixa qualidade de seus produtos, o que acaba trazendo consequências desastrosas para uma obra e por extensão para as empresas que a executam.

O conceito de gerenciamento refere-se aos aspectos tecnológicos operacionais e envolve fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e desempenho, como a produtividade e a qualidade. É a realização do que a gestão delibera, por meio de ação administrativa de planejamento e controle de todas as

etapas do processo, na qual a gestão pode ser definida como atividade relacionada a tomada de decisões estratégicas e a organização do setor para uma determinada finalidade, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios (LEITE, 1997).

Segundo O PMI (2008) o gerenciamento de projeto é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas as atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos, dividido em processo os quais compartilham diversas áreas de conhecimento.

Pode-se definir gestão como um conjunto de normas e diretrizes que regulamentam os arranjos institucionais, os instrumentos legais e os mecanismos de financiamento. O gerenciamento por sua vez é a realização do que a gestão delibera., por meio de ação administrativa de controle e planejamento de todas as etapas do processo (SCHALCH, CÓRDOBA, 2011).

O planejamento da obra, segundo Mattos (2010), é um dos principais aspectos do gerenciamento. A deficiência no planejamento, e no seu controle e acompanhamento está entre as principais causas da baixa produtividade do setor da construção, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade de seus produtos, o que acaba trazendo consequências desastrosas para uma obra e por extensão, para as empresas que a executam.

A geração dos resíduos da construção civil pode ser considerada com uma consequência dessas deficiências no planejamento, uma vez que a falta de definição de etapas e atividades gera desperdícios e perdas (GADELHA, 2012).

Devido à problemática ocasionada com a elevada geração dos resíduos provenientes das construções e reformas, o mesmo deve ser gerenciado. E a gestão vista de um modo amplo, envolve diversos fatores, tangíveis e intangíveis.

Os fatores tangíveis – técnicos – englobam as especificações necessárias, metodologias aplicáveis e informações importantes que possam influenciar nas tomadas de decisões.

Os fatores humanos, aqueles intangíveis, dependem da habilidade do gerente em liderar sua equipe com características e qualidades que podem vir a provocar divergências se não forem orquestradas da melhor forma (CHAGAS, 2008 apud MARTINS, 2012).

Toda obra deve ser definida como um projeto e se organizar ao máximo, para que todas as etapas de construção sejam executadas de forma eficiente e

eficaz. Segundo a Resolução CONAMA o intuito do gerenciamento dos resíduos de construção civil é reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos. Incluindo realizar o planejamento, definir as responsabilidades práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em planos e programas dos projetos em questão.

A engenheira Flávia Gadelha em sua dissertação de mestrado sobre a “Gestão e Gerenciamento de Resíduos da Construção civil em Obras de Grande Porte” , divide o gerenciamento da obra em cinco processos, sendo: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento.

A deficiência no planejamento e no seu controle e acompanhamento, está entre as principais causas da baixa produtividade no setor da construção de suas elevadas perdas e da baixa qualidade de seus produtos, o que acaba trazendo consequências desastrosas para uma obra e para as empresas que a executam (GADELHA, 2012).

O projeto baseia-se na elaboração do planejamento executivo da obra. Se as informações do projeto não guardarem um grau de precisão e detalhe coerentes com a execução, muitas variáveis incontroláveis são introduzidas no planejamento, no desempenho da produção, uma vez que ao planejar uma obra, o gestor adquire alto grau de conhecimento do empreendimento, permitindo-lhe ser mais eficiente na condução dos trabalhos (GADELHA 2012).

Lipsmeier e Gunther (2002) propõe a possibilidade de ser realizar uma estimativa inicial de quanto será gerada, por meio da descrição do tipo da construção e dos levantamentos quantitativos dos projetos executivos da obra, assim é possível realizar uma construção sustentável que visa otimizar a execução dos serviços de forma a maximizar a produtividade deles e minimizar a geração dos resíduos da construção.

De acordo com os princípios da construtibilidade, os projetos deverão ser formulados em concordância com os projetistas envolvidos e a equipe de execução, compatibilizando-as com intuito de obter o desenvolvimento de sequencias construtivas; padronização dos materiais; acessibilidade aos locais de trabalho, eliminação de embutimentos e sobreposições de elementos construtivos, uso de materiais convencionais; e o uso de materiais locais requerendo mão de obra facilmente encontrada (SILVA , GUIMARÃES, 2006).

A gestão tem por maior objetivo implantar um processo produtivo de

qualidade com a diminuição da geração dos RCC e os gerenciamentos adequados dos mesmos no canteiro de obra.

Júnior (2007) afirma que uma boa eficiência de gestão dos resíduos da construção civil deve respeitar a seguinte sequência:

1. Redução da geração de resíduos na fonte;
2. Reutilização dos resíduos;
3. Reciclagem;
4. Disposição final dos resíduos.

Para inserção desta metodologia é necessário que haja conscientização por parte dos agentes envolvidos, enfatizando a importância da preservação do meio em que vivemos.

Júnior (2005) também cita algumas diretrizes a serem alcançadas pelo setor e as desvantagens com a redução dos resíduos, as mesmas são listadas em ordem de prioridade da seguinte forma:

- Reduzir o volume de resíduos gerados e os desperdícios;
- Segregar os resíduos por classes e tipos;
- Reutilizar materiais, elementos e componentes que não requeiram transformações;
- Reciclar os resíduos transformando-os em matérias primas para a produção de novos produtos.

Com a implantação de gestão de resíduos no canteiro de obra, obtêm-se as seguintes vantagens:

- Diminuição da quantidade de recursos naturais e energia gastos;
- Diminuição de gastos com equipamentos pesados para limpeza de obra;
- Diminuição do custo de produção;
- Diminuição da contaminação do meio ambiente;
- Diminuição dos gastos com a gestão de resíduos;

Diversas leis e resoluções estão em vigor para disciplinar a prática de um manejo sustentável dos resíduos da construção civil.

A Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) elaborou critérios de definição e classificação dos resíduos sólidos, através da NBR 10.004 (ABNT, 2004), visando fornecer subsídios para seu gerenciamento a amenizar seus impactos ambientais: Resíduos no estado ou semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, domestica hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e varrição. Ficam incluídos nesta definição os lados provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviáveis o seu lançamento na rede publica de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face de melhor tecnologia disponível.

A Lei Federal nº 12-305 (BRASIL, 2010): não exime nenhum agente, dos processos de geração a disposição final dos resíduos, das responsabilidades pelos impactos ambientais durante o ciclo de vida do produto.

A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2002) estabelece diretrizes para uma redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades da construção civil.

### 3.3.1 Etapas do projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil – PGRCC, com base na resolução CONAMA Nº 307/2002

Com base no art. 9 da Resolução 307/2002, os projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil deveram contemplar as seguintes etapas:

I – caracterização: Nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos.

Em atendimento a primeira etapa de caracterização do resíduo, constante no art. 9 da resolução CONAMA nº 307, classifica os resíduos da seguinte maneira:

Classe A – São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

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

- b) De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimentos e etc.) argamassa e concreto;
- c) De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldados em concreto (blocos, tubos, meios fios), produzidos nos canteiros de obra;

Classe B – São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: Plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.

Classe C – São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações, tais como os produtos oriundos do gesso;

Classe D – São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolição, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

II – Triagem: Deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem a ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitando as classes de resíduos estabelecidos no art. 3 desta Resolução.

Uma boa gestão seguida de um gerenciamento adequado da obra, conduz a separação dos resíduos de construção civil, fator essencial para viabilizar a implantação de procedimentos de reutilização, reciclagem, conforme preconizado na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

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 como estabelecido na referida Resolução.

Conforme a Resolução CONAMA é de obrigação do gerador a destinação final dos resíduos, quanto maior a geração de resíduos maiores os custos com ele.

O processo de reciclagem de resíduos deve necessariamente iniciar-se na própria obra, com a retirada e recolhimento do material de demolição por etapas e separação de acordo com suas classes A, B, C e D, conforme a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

De acordo com o plano de gerenciamento de resíduos sólidos PGRS, as pessoas envolvidas nas operações de coleta, manuseio, acondicionamento, transporte, e destinação final de resíduos devem ser treinados de modo a estarem capacitados a desempenhar suas funções e cientes dos riscos que os resíduos representam para a saúde humana e o meio ambiente.

#### 3.4 FORMAS DE REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUAS DURABILIDADES.

Para se ter uma ideia do quanto a reciclagem é importante a partir da construção de três prédios reunindo todos os resíduos da construção pode se construir mais quarto prédio apenas usando os restos de materiais. Hoje a engenharia se comprometeu a fazer projetos em fazer projetos e trabalhar com a reutilização desses resíduos e manter um respeito com o meio ambiente GADELHA (2012).

Uma forma bem viável de se aproveitar esses materiais é fazer o processo de reaproveitamento e transformando-os em brita, e possibilitando a construção de calçadas uma forma de se economizar e de maneira sustentável sem prejudicar o meio ambiente, uma solução bem viável. Mesmo com todas essas ideias de destinação dos resíduos para passar por tratamentos e serem reutilizados, ainda se encontra um descaso muito grande tanto na falta de apoio financeiro quanto na conscientização na parte das pessoas envolvidas. A participação da sociedade também é muito importante por que a um certo preconceito da sociedade em aceitar os materiais recicláveis em suas construções, é uma barreira que deve ser quebrada e superada (GADELHA 2012).

### 3.4.1 Gesso

A varias maneiras e formas de se reutilizar e fazer a reciclagem desses resíduos, o gesso por exemplo é um material bastante encontrado em entulhos devido a grande procura no mercado por ser um material com varias finalidades, as sobras do gesso não são considerados lixos por que podem ser reaproveitados de varias maneiras.

Os impactos dos resíduos de gesso no meio ambiente são acentuados: constituído de sulfato de cálcio di-hidratado, em contato com o oxigênio da água oxida-se e torna-se tóxico para o meio ambiente: a solubilização do material provoca a sulfurização dos solos e a contaminação dos lençóis freáticos. Sua disposição inadequada ou em aterros sanitários comuns pode provocar a dissolução dos componentes e torná-lo inflamável. O ambiente úmido, associado às condições aeróbicas e à presença de bactérias redutoras de sulfato, permite a dissociação dos componentes do resíduo em dióxido de carbono, água e gás sulfídrico, que possui odor característico de ovo podre. A incineração do gesso também pode produzir o dióxido de enxofre, um gás tóxico. As possibilidades de minimizar o impacto ambiental, portanto, são a redução da geração do resíduo, a reutilização e a reciclagem PINHEIRO (2013).

A Resolução 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA que disciplina a gestão e gerenciamento dos resíduos da construção civil – RCC que classificava os resíduos do gesso como Classe C para os quais não existiam tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para sua reciclagem ou recuperação, foi atualizada através da resolução 431/2011 que reclassificou o gesso como Classe B que são os resíduos de construção civil recicláveis como plásticos, papéis, metais, vidros e madeiras. Esta atualização é resultado das pesquisas citadas que possibilitaram novas tecnologias e usos para o gesso reciclado. Os resíduos de gesso devem ser armazenados separadamente dos outros RCC como madeiras, plásticos, papelões, restos de alvenarias como tijolos, blocos e argamassa, tintas e solventes. Como o gesso absorve muita umidade, é imprescindível que o local de armazenagem seja seco e arejado, protegido das chuvas e outras possibilidades de contatos com água ou líquidos.

### 3.4.2 Cerâmica e seus agregados

Cerâmicas vermelhas encontradas nos resíduos podem ser utilizados na fabricação de concreto. Essa reutilização na fabricação de concreto é mais viável por que economiza água, portanto é uma solução econômica ambientalmente viável. Essa produção de agregados de concreto ocorre por meio térmico e de moagem (NAGATAKI, et al, 2004; SHIMA et al, 2005).

Só que esse processo apresenta uma desvantagem, para fazer essa transformação de blocos cerâmicos vermelhos em concreto ocorre um uso extremo de energia e uma grande emissão de CO<sub>2</sub>, isso acontece quando ocorre o uso de combustíveis fósseis, no entanto existe outra maneira de se realizar esse processo com menos impacto ambiental que ocorre através da separação óptica, que não precisa do uso de energia e não necessita de água. Essa separação óptica se realiza por meio de compostos de um alimentador de partículas vibratório, esse alimentador faz a distribuição e examina as cores e faz as separações. Com o sucesso desse equipamento resultou em sua fabricação (MULLER; WIEKNKE, 2004).

### 3.4.3 Tijolos Solo-Cal

A Reciclagem e reutilização de tijolos solo-cal só é possível por que as propriedades cimentares desses resíduos apresentam depois de serem bem triturados e moídos.

O resíduo de toda construção representa cerca de 50% de todos os resíduos sólidos urbanos, uma grande quantidade. Além disso a construção civil é a área que mais consome recursos da natureza. Esse impacto ambiental pode ser visualmente percebido nas paisagens e em nosso ambiente. Devido a esses fatores esse tema é considerado de grande importância (FILHO, 2007).

Esse resíduo possui muitos benefícios por que, não precisa de mão de obra especializada para fazer o manuseio, bem diferente do gesso que já por sua vez necessita, possui simplicidade na produção que além de tudo, a produção é feita com simples equipamentos e ainda possui depois de transformados uma durabilidade resistente a compressão parecida com a do tijolo convencional. Um fato

interessante é que esse tijolo pode ser produzido no mesmo local da obra, em qualquer solo e ainda dispensa cozimento, assim é possível evitar impactos ambientais. Mais para que esses materiais sejam aceitos é necessário que apresentem características e as mesmas qualidades ou superiores aos materiais convencionais. Esta questão torna-se essencial nesta avaliação, avaliar a durabilidade desse material é fundamental. Pode-se avaliar a durabilidade como um dos itens considerados de maior importância, na avaliação do material reciclado ou transformado para que seja utilizado novamente KRISHNAIAH e REDDY (2008).

#### 3.4.4 Tintas, solventes e vernizes (Materiais Tóxicos)

Esses produtos quando entram em contato com o solo já ocorre a contaminação do solo e até mesmo de águas subterrâneas. E a quantidade desses materiais jogados em lugares inadequados representam um índice muito grande, quando depositados em pias, tanques e bueiros acabam sendo levados aos esgotos e dos esgotos chegam as águas fluviais ocorrendo novamente a contaminação . O pior disso tudo é que hoje não existe uma forma de se reaproveitar esses resíduos, a solução encontrada até o momento é que as pessoas fazem a coleta desse material, colocando em tambores e depois de um certo período de acumulo fazem um processo chamado incineração, no entanto essa solução não é satisfatória, portanto como não temos uma solução eficaz e que beneficie o meio ambiente o melhor a ser feito é usar esses produtos com cautela, para que não haja o desperdício desses materiais PAULO (2012).

Para as águas contaminadas não existe um tratamento adequado para esse tipo de contaminação, as providencias a serem tomadas é não deixar esses resíduos chegar em suas proximidades de rios e lagos. Fazer o deposito desses resíduos em lugares adequados é a solução mais viável para proteger o meio ambiente desse mal e prevenir a sociedade de contaminação interna e externa que ocorre na pele PAULO (2012).

### 3.4.5 Cimento

O cimento é um material considerado de grande importância no ramo da construção civil. Para que não ocorra desperdícios é necessário fazer uma avaliação da quantidade necessária a ser utilizada no projeto para que não haja desperdícios, por que a demanda procura por esse produto é grande e a sua fabricação é liberada o gás carbônico que afeta o meio ambiente e é um dos gases responsáveis pelo efeito estufa.

Com esse fator preocupante gerou uma nova forma de se fabricar o cimento sem afetar tanto o meio ambiente, mais o que mais chama atenção é que essa fabricação é feita a partir de resíduos sólidos da construção civil, essa medida leva um grande sucesso para a sustentabilidade, esse processo de transformação de resíduos de construção, reforma ou demolição desses cimentos ocorrem a obtenção de frações finas desses mesmos resíduos, esse projeto recebeu um grande investimento para a sua fabricação desse novo cimento que é conhecido como cimento pozolônico é um processo inédito mais que nos últimos três anos recebeu um grande apoio financeiro, por ser uma medida sustentável de reutilização e inovadora esse novo projeto não emite gás carbônico o que já se torna mais viável do que o cimento tradicional que por sua vez já não se trata de uma forma de produção sustentável. Além desse novo projeto outros meios de transformação de resíduos vem sendo pesquisado e estudado tudo para benefício do meio ambiente SindusCon-SP (2012).

O lançamento desse novo produto que é o cimento pozolônico será lançado no mercado se a sua produção for lançada em grande escala, a empresa responsável será a *Inter Cement* considerada entre as vinte maiores do mundo na produção de cimentos e agregados (NUNES, 2013).

### 3.5 PRODUTOS RECICLADOS DO RCD

Nos resíduos de classe A o maior obstáculo para a reciclagem reside no grau de pureza conseguido no processo de segregação. O uso bruto de entulho como material é então a maneira mais barata e primária, mais está condicionada a distancia de aplicação, com o transporte muitas vezes encarecendo e desencorajando seu uso. Os principais produtos reciclados são o pó de concreto, pedrisco, brita e bica corrida para a aplicação em reforço de subleitos e sub bases para pavimentação de estradas e estacionamentos, cobertura de estradas vicinais, passeios para ciclistas e pedestres com camadas de drenagem, base para trabalhos de terraplanagem, concertos não estruturais, agregados para produção de materiais de construção etc.

Quanto aos resíduos de classe B, já se dispõe de uma ampla cadeia de reciclagem instalada, com depósitos alimentados por catadores de papelão, vidros, metais, plásticos e madeiras que os revendem para posteriores reutilização pela indústria.

Em relação aos resíduos da classe C, até Maio de 2011 fazia parte desse grupo o gesso, quando então foi alterado o art. 3 da Resolução nº 307 da CONAMA (BRASIL, 2002a), classificando doravante como material de classe B.

Os resíduos da classe D, são classificados como perigosos e nocivos a saúde, necessitam de uma licença especial de transporte para serem quimicamente reprocessados por empresas devidamente licenciadas pelos os órgãos competentes.

## 4 METODOLOGIA

Fazer o levantamento de dados em campo buscando identificar locais de reutilização de alguns resíduos gerados na própria obra.

A partir de análise tátil identificar e classificar os resíduos conforme resolução CONAMA 307/2002, para posteriormente buscar aplicações para cada classe de resíduos gerado.

Fazer uso de internet, revistas, dentre outros meios a fim de identificar formas viáveis de reutilização dos principais resíduos gerados. Fazer mensuração com trenas em campo, relatórios fotográficos.

### 4.1 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa será realizada no Canteiro de obras da Escola Estadual Conceição Brito, localizado no endereço nº 04, Setor Central, Município de Fátima, CEP: 77.555-000, estado do Tocantins.

Da execução e dados da obra: 15 salas de aulas, 2 banheiros coletivos masculinos, 2 banheiros coletivos femininos, 2 banheiros femininos pne para alunos, 2 banheiros masculinos pne para alunos, um bloco biblioteca.

Um bloco refeitório composto de: Dml, área de serviço, wc, vestiário, depósito de alimentos, área de preparo dos alimentos, distribuição de alimentos, higienização, depósito de panelas, área refeitório.

Um bloco composto por sala de informática, sala dos professores, wc professores, sala de música/rádio, sala de recurso.

Bloco administrativo e pedagógico composto de sala de ciências, sala multiuso, secretaria, arquivo, 2 wc, coordenação pedagógica, financeiro, sala do diretor, uma guarita de acesso.

2 quadras cobertas existentes, passarela, paisagismo.

Área existente: 3.378,08,00m<sup>2</sup>

Área a demolir: 1.442,62 m<sup>2</sup>

Área a reformar: 914,95 m<sup>2</sup>

Área a ampliar: 1.501,06 m<sup>2</sup>

Área de intervenção: 3.436,52m<sup>2</sup>

Área do terreno: 6.697,98m<sup>2</sup>

## **5 RESULTADOS ESPERADOS**

Espera-se deste Projeto de Pesquisa, minimizar a geração de resíduos da construção civil e informar aos profissionais do ramo da construção civil acerca da importância da gestão do RCC e RCD, incentivar as empresas da construção civil a incorporar alternativas saudáveis em seus projetos, melhorando o conforto ambiental, dando prioridade à ventilação e a iluminações naturais, com sombreamento e orientação geográfica adequada, gestão racional das águas da chuva e reaproveitamento dos resíduos visto que se todas as empresas deste ramo realizassem a gestão dos seus resíduos, estaríamos mais próximos da tão almejada sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angulo, Sérgio Cirelli; John, Vanderley Moacyr; Ulsen, Carina; Kahn, Henrique; Mueller, Anette **Optical triagem do material cerâmico de construção mista e de resíduos de demolição agregados** . Ambiente construído, 2013, vol.13, n. 2, ISSN 1678-8621.

Angulo, Sérgio Cirelli et al. **Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação**. *Eng. Sanit. Ambient.*, Set 2011, vol.16, no.3, p.299-306. ISSN 1413-4152

AMARO, Ana, PÓVOA, Andreia e MACEDO, Lúcia. **A arte de fazer questionários**. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Porto, Portugal. 2005.

Baptista Junior, Joel Vieira; Romanel, Celso **Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para a reciclagem de resíduos de pequenas obras** . Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana de 2013, vol.5, n. 2, ISSN 2175-3369.

Figueiredo, Suélen Silva; Silva, Cibelle Guimarães; Neves, Gelmires A. **Durabilidade de tijolos solo-cal incorporados com resíduos de demolição da construção** . Rem: Revista Escola de Minas, 2011, vol.64, n. 3, ISSN 0370-4467.

IBGE. **Pesquisa anual da indústria da construção**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2007/default.shtm>> Acesso em: 02 de Novembro de 2013.

MARTINS, Flávia Gadelha apud CHAGAS, L. R. B. **Gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil em obras de grande porte – estudos de caso**. São Carlos: EESC/USP, 2012, p. 26.

OLIVEIRA, Edielton Gonzaga e MENDES, Osmar. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: estudo de caso da resolução 307 do CONAMA**. Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO - SINDUSCON-SP. **Gestão ambiental da resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon - SP**. 2005.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO CEARÁ - Sinduscon, CE. **Manual sobre resíduos sólidos da construção civil**. Fortaleza, 2011.

JOHN, V. M. apud SILVA, Alex Fabiane Fares. **Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/02 - Estudo de caso para um conjunto de obras de pequeno porte**. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, MG. 2007.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

MARTINS, Flávia Gadelha apud CHAGAS, L. R. B. **Gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil em obras de grande porte – estudos de caso**. São Carlos: EESC/USP, 2012, p. 26.

MOREIRA, L.H.H. **Avaliação da influência da origem e do tratamento dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição no desempenho mecânico do concreto estrutural**. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

PINTO, T. P. **Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. EPUSP. São Paulo, 1999.

SCHNEIDER, D. M. apud SILVA, Alex Fabiane Fares. **Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/02 - Estudo de caso para um conjunto de obras de pequeno porte**. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, MG. 2007