



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS VIII – PROFA. MARIA JOSÉ DA PENHA  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE  
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**MATHEUS DE ARAUJO AMORIM**

**DISPOSIÇÃO AMBIENTALMENTE INADEQUADA DE RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA URBANA DE PATOS-PB: Diagnóstico e plano de  
ação**

**ARARUNA  
2017**

**MATHEUS DE ARAUJO AMORIM**

**DISPOSIÇÃO AMBIENTALMENTE INADEQUADA DE RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA URBANA DE PATOS-PB: Diagnóstico e plano de  
ação**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba - Campus VIII, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Área de concentração:** Saneamento  
**Orientador:** Prof. Me. Igor Souza Ogata

**ARARUNA  
2017**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

**A524d** Amorim, Matheus de Araújo.

Disposição ambientalmente inadequada de resíduos da construção civil na zona urbana de Patos-PB [manuscrito] : diagnóstico e plano de ação / Matheus de Araújo Amorim. - 2017.

49 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2017.

\*Orientação : Prof. Me. Igor Souza Ogata, Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS.\*

1. Resíduos sólidos. 2. Construção civil. 3. Impacto ambiental. 4. Impacto ambiental.

21. ed. CDD 363.728 5

MATHEUS DE ARAUJO AMORIM

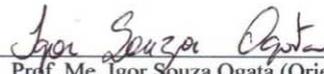
DISPOSIÇÃO AMBIENTALMENTE INADEQUADA DE RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA URBANA DE PATOS-PB: Diagnóstico e plano de ação

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba - Campus VIII, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

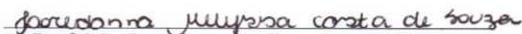
Área de concentração: Saneamento

Aprovada em: 14/12/2017.

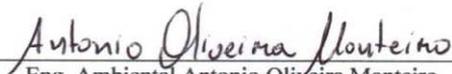
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Me. Igor Souza Ogata (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Loredanna Melissa Costa de Souza  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Eng. Ambiental Antonio Oliveira Monteiro  
Universidade Federal da Paraíba (UFCG)

Ao Senhor Deus Supremo e a minha mãe, pela  
dedicação, companheirismo e amizade, DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus inicialmente, por suas bênçãos e conforto nos momentos difíceis, pois ele que tudo nos permite.

A minha mãe, pelo amor, companheirismo, apoio e todo empenho destinado à minha educação.

Ao meu pai, mesmo distante, pelos conselhos e incentivos, cuja participação foi fundamental para concretização desse sonho.

Aos meus amigos Fábio, Petrovisk, Douglas e Segundo por terem seguido junto nessa caminhada árdua, mas muito proveitosa.

Ao meu caríssimo orientador e professor Igor Souza Ogata, pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação, pelos ensinamentos e incentivos transmitidos.

Aos professores e funcionários que fazem parte do Departamento de Engenharia Civil do Campus VIII da UEPB.

Aos colegas de classe pelos momentos de amizade e sonhos compartilhados.

## RESUMO

O setor da construção civil é responsável pelo consumo de grande parte dos recursos naturais do planeta, sendo ainda considerada, uma das maiores fontes geradoras de resíduos. Nesse contexto, tem-se que os Resíduos da Construção Civil (RCC) são compostos por restos de materiais provenientes da construção civil, reforma ou demolição, tais como concretos, tijolos, madeiras, cerâmicas ou tintas. Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho é realizar um levantamento, acerca dos locais que mais se concentram disposições inadequadas de RCC no município de Patos – PB, estabelecendo uma caracterização das áreas degradadas e dos possíveis impactos ao qual estas estão sujeitas, tendo em vista, a elaboração de uma proposta para recuperação das áreas, propondo mecanismos para remoção dos resíduos para locais ambientalmente adequados. Para realizar as estimativas de custo da proposta, foram feitas visitas *in loco* para coleta de dados e pesquisas bibliográficas a respeito do assunto, para assim sugerir uma proposta economicamente viável de acordo com as condições técnicas e econômicas do município. A proposta se apresentou viável, no entanto, com a condição que o município se responsabilize em atender as legislações vigentes e com a implantação de um aterro sanitário na cidade, já que o mesmo não possui. Por fim, essas ações devem ser completadas com medidas simples para reduzir as ocorrências de disposição inadequada, conscientizando a população sobre os impactos que estes podem ocasionar.

**Palavras-Chave:** Resíduos da construção civil. Geração. Disposição inadequada.

## **ABSTRACT**

The construction industry is responsible for consuming a large part of the planet's natural resources, and is still considered one of the largest sources of waste. In this context, it has been shown that Civil Construction Waste (CCW) consists of remnants of materials from civil construction, renovation or demolition, such as concrete, bricks, woods, ceramics or paints. In this perspective, the objective of this work is to make a survey about the places that most concentrate inadequate provisions of CCW in the city of Patos – PB, establishing a characterization of the degraded areas and the possible impacts to which they are related, aiming the elaboration of a proposal for the recovery of the areas, proposing mechanisms for the removal of the residues to environmentally adequate places. To carry out the cost estimates of the proposal, on-site visits were made for data collection and bibliographic research on the subject, in order to present an economically feasible proposal according to the technical and economic conditions of the city. The proposal was feasible, as long as the city is responsible for complying with the current legislation and with the implementation of a sanitary landfill, since it does not have it. Finally, these actions should be complemented by simple measures to reduce occurrences of inadequate disposal, making the population aware of the impacts they may have.

**Keywords:** Construction waste. Generation. Inadequate disposition of CCW.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Estimativa de RCC coletada nas diferentes regiões do Brasil (t/dia).....	19
Figura 2 –	Delimitação da área de estudo.....	26
Figura 3 –	Exemplo de Sistema de manejo e transporte mecanizado .....	29
Figura 4 –	Áreas com posicionamento adequado a receber um aterro sanitário em Patos-PB.....	32
Figura 5 –	Mapeamento das áreas localizadas com disposição irregular de RCC.....	33
Figura 6 –	Área superficial dos resíduos da construção civil .....	36
Figura 7 –	Registro fotográfico das áreas de disposição inadequada de RCC .....	38

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Classificação dos resíduos da construção civil .....	14
Quadro 2 –	Normas aplicáveis aos RCC .....	22
Quadro 3 –	Sistema para gestão sustentável dos RCC .....	25
Quadro 4 –	Impactos ambientais e sociais associados aos RCC.....	27
Quadro 5 –	Descrição das áreas e possíveis impactos ambientais.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Estimativa de RCC gerado pelos municípios brasileiros .....	17
Tabela 2 –	Estimativa de geração de RCC em alguns países .....	18
Tabela 3 –	Composição do RCC de alguns municípios brasileiros .....	20
Tabela 4 –	Estimativa da massa e volume de RCC encontrado nas áreas irregulares	39
Tabela 5 –	Roteiro para remoção dos resíduos.....	41
Tabela 6 –	Cálculo da distância percorrida e tempo de operação dos equipamentos	42
Tabela 7 –	Estimativa de custos.....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COOPERCON-CE	Cooperativa de Construção do Estado do Ceará
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
PGRCC	Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos da Construção Civil
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEBRAE	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEMADS	Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>14</b>
3.1	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	14
3.2	RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	14
<b>3.2.1</b>	<b>Definição.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Classificação.....</b>	<b>15</b>
3.3	ORIGEM E GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	16
3.4	COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	19
3.5	GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	20
3.6	NORMAS VIGENTES PARA MANEJO, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	22
3.7	REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	23
3.8	SISTEMA PARA UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	24
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	26
4.2	MAPEAMENTO E COLETA DOS DADOS .....	26
4.3	ANALISE DOS IMPACTOS E ESTIMATIVA DOS CUSTOS PARA RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS	27
<b>4.3.1</b>	<b>Estimativa do volume total de resíduos .....</b>	<b>28</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Escolha dos mecanismos para recuperação das áreas degradadas .....</b>	<b>28</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Seleção de locais adequados para disposição final dos resíduos da construção civil .....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
5.1	ESPACIALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS .....	33
5.2	ESTIMATIVA DOS CUSTOS .....	35
<b>5.2.1</b>	<b>Estimativa do Volume .....</b>	<b>35</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Estimativa de cronograma físico-financeiro para recuperação das áreas degradadas .....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nas ultimas décadas a construção civil tem tido um crescimento exponencial, estima-se que o setor seja responsável pelo consumo de 15 a 50 % dos recursos naturais extraídos, resultando em um consumo mundial que varia de um a oito ton/hab/ano (PAIVA; RIBEIRO, 2004). O tipo de matéria prima consumida varia de acordo com sua disponibilidade e técnicas empregadas no processo construtivo, de acordo com os autores, no Reino Unido, por exemplo, o setor consome cerca 2/3 da madeira natural, já no Brasil o consumo de agregados naturais tem sido expressivo principalmente na produção de concreto e argamassas. Neste contexto entende-se que o aumento do consumo de matéria prima resulta no aumento da geração de Resíduos da Construção Civil (RCC). Atualmente os RCC representam a maior parte do volume de resíduos produzidos na zona urbana.

Devido a grande quantidade de resíduo gerado, ocorre o surgimento de disposições irregulares em logradouros públicos, rios e vias, tornando-se cada vez mais perceptível ao redor do mundo, ocasionando em impactos ambientais e sanitários (CRUZ JUNIOR, 2011). A presença destes resíduos em locais inadequados compromete a paisagem e dificultam a drenagem urbana, resultando na degradação das áreas afetadas, prejudicando a qualidade de vida da população. Tal cenário é visualizado em muitos municípios brasileiros, devido à falta de planos de gestão ou ineficiência dos mesmos (ABRELPE, 2016). Por tanto surge à necessidade de se estabelecer soluções para reverter os problemas ocasionados pela má gestão dos RCC.

De acordo com o portal de noticias Patos online (2007) *apud* Sinduscon – JP, a construção de prédios residenciais está migrando da capital para o interior, isso se deve ao crescimento populacional e econômico dessas regiões interioranas, representando em crescente demanda por moradias e centrais de atendimento a saúde e educação. Segundo pesquisa realizada pelo portal de noticias, municípios como Patos, Pombal e Guarabira tem tido crescente demanda por empreendimentos verticais, em consequência disso, é evidenciado o aumento da geração de RCC nos canteiros de obras, devido aos grandes volumes gerados, tais resíduos muitas das vezes tomam destinos desconhecidos. Portanto obras de pequeno e médio porte driblam a fiscalização e recorrem a práticas ilícitas de disposição dos resíduos, prejudicando assim o meio ambiente e bem estar da sociedade.

Devido à ineficiência dos planos de gestão, surgem as necessidades de estabelecer medidas corretivas, identificando os pontos de disposição inadequada e criando medidas de recuperação das áreas afetadas, objetivando a solução do problema.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho teve por objetivo geral, propor medidas para recuperação das áreas de disposição inadequada de RCC na região urbana do município de Patos – PB.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Mapear os pontos de disposição inadequada de RCC;
- Caracterizar as áreas degradadas e analisar os possíveis impactos ambientais e sanitários associados a cada uma;
- Quantificar os RCC;
- Estimar os custos para recuperação das áreas degradadas.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 10004/2004 os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são definidos da seguinte forma.

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade 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 seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviável, em face à melhor tecnologia disponível (NBR 10004, 2004, p. 7).

Como bem nos assegura Lima (1995) pode-se dizer que os resíduos sólidos são todo ou qualquer refugo, sobra ou detrito resultante da atividade humana, excetuando os dejetos, pode-se apresentar em estado sólido ou semi-sólido. Deste modo é visto por meio da definição que os RSU são originários de atividades domésticas em residências urbanas e os resultantes da limpeza de logradouros e vias públicas.

#### 3.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

##### 3.2.1 Definição

RCC são resíduos resultantes do processo construtivo, reforma, escavação ou demolição de uma obra, o “entulho” como é normalmente chamado são compostos por restos de materiais decorrentes da sobra de materiais da construção, reforma ou demolição de obras já existentes (ABRECON, 2014).

Segundo o Art. 2º da Resolução 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) os RCC são definidos de acordo com o inciso I.

I - Os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002, p. 1).

Com a publicação da referida resolução, se fez possível um entendimento mais esclarecedor a respeito do assunto, pois até então, não existia legislação que tratasse especificamente dos RCC, que devido à variedade de materiais presentes em sua composição necessitam de uma classificação mais criteriosa, de modo que facilite o processo de gerenciamento evitando à contaminação do meio ambiente e agravos a sociedade.

### 3.2.2 Classificação

Segundo o Art. 3º da Resolução 307/2002 do CONAMA, os resíduos provenientes da construção civil são classificados de acordo com suas características em função do seu aproveitamento, uso e sua identificação quanto à saúde pública conforme mostrado no Quadro 1. A diferenciação dos RCC nessas quatro classes distintas possibilita ao gerador realizar um melhor manejo e segregação dos resíduos.

**Quadro 1- Classificação dos resíduos da construção civil**

<b>CLASSE</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
<b>A</b>	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.
<b>B</b>	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.
<b>C</b>	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.
<b>D</b>	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: amianto, tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

**Fonte: Adaptado da Resolução Nº 307/2002 (CONAMA, 2002).**

Essa resolução já sofreu por algumas alterações nos itens Classe B, C e D, conforme estabelecidos nas Resoluções 431/2011 e 348/2004 do CONAMA. A partir de 2004 através da alteração do parágrafo IV da Classe D, adicionou o amianto como resíduo perigoso, portanto devendo ser armazenado, transportado e destinado em conformidade com as normas técnicas específicas.

O CONAMA classifica os resíduos segundo suas características, que em conjunto com a NBR 10004/2004 define os resíduos sólidos segundo a identificação do processo ou a atividade que lhes deu origem e ainda seus constituintes, possibilitando a caracterização dos resíduos sólidos com mais clareza. Desta forma a NBR classifica os resíduos, quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente e agravos á saúde pública, portanto divididas em duas classes.

- a) Classe I – perigosos,
- b) Classe II – não perigosos
  - b.1) – não-Inertes
  - b.2) – Inertes

Resíduos sólidos que apresentem algum grau de periculosidade ou características como inflamabilidade, corrossividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade, ao qual possa ocasionar em riscos a saúde humana e animal se enquadram na classe I e devem ser tratados com cuidado devido as suas propriedades infecto-contagiosas (NBR 10004, 2004).

Por outro lado, os resíduos que não apresente risco ao meio ambiente se enquadram na classe II, portanto subdivididos em resíduos não inertes e inertes, no caso dos resíduos não inertes, são aqueles que, apesar de não apresentar riscos à saúde publica ou ao meio ambiente, ainda sim, podem possuir propriedades biodegradáveis, combustibilidade ou possuidores de solubilidade em água. Já os resíduos não perigosos e inertes quando submetidos a ensaios de solubilização, não tiverem nenhum de seus componentes solubilizados, de tal forma que não ultrapasse os padrões de potabilidade de água, excetuando cor, turbidez, dureza e sabor (NBR 10004, 2004).

### 3.3 ORIGEM E GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

OS RCC têm sua origem nos canteiros de obras, reflexo das técnicas empregadas no processo construtivo, que muita das vezes ocasiona em perdas de material, resultante de escavações, construções, reformas e demolições. Segundo Pinto e Gonzales (2005) no Brasil os RCC possuem diferentes locais de origem, decorrente de diversas fases de um processo construtivo, sendo que o percentual de resíduo gerado em um canteiro de obra é em função do porte do empreendimento e características da mesma. A geração desses resíduos é em virtude da má qualidade do material fabricado, falta de mão-de-obra qualificada, ausência de

equipamentos adequados para aplicação dos procedimentos operacionais e técnicas para controle do processo construtivo.

Segundo a Resolução CONAMA 307/2002, no que diz respeito aos RCC, tem-se que os resíduos são gerados por pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta resolução.

No processo de acabamento, os resíduos possuem uma variedade de materiais, tais como plástico, cerâmica, vidro, gesso, papel etc. Desta forma observa-se na Tabela 1 que a maior geração de RCC ocorre na fase de reforma ou demolição de estruturas antigas cujo objetivo é abrir espaço para construção de novos empreendimentos. A qualidade e intensidade dos resíduos gerados irão depender do porte da obra, tendo em vista que obras de pequeno porte, tais como pequenas reformas, ocasionam menor geração de resíduos, logo obras de grande porte merecem uma atenção especial já que são os principais responsáveis pelo volume de RCC gerado.

**Tabela 1 – Estimativa de RCC gerado pelos municípios brasileiros**

<b>Tipo de fonte geradora de RCC</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Reformas, ampliações e demolições	59
Edificações novas (acima de 300 m <sup>2</sup> )	21
Residências novas	20

Fonte: Adaptado de Pinto (2005).

Pinto explica que em alguns municípios brasileiros mais de 75% dos resíduos provenientes da construção civil são devido a obras irregulares (obras informais) que não possuem nenhuma licença do município para sua execução, representando uma baixa fração de obras licenciadas pelo poder público (obras formais), onde de 15 a 30% possuem aprovação dos órgãos competentes para sua instalação e execução. Segundo Schneider (2003) no Brasil até o ano de 2002 não existiam leis e resoluções vigentes para geração de RCC, em algumas cidades por meio de leis municipais, apenas havia a limitação e proibição de deposições irregulares em locais públicos, tais como vias e logradouros.

Para caracterizar o volume de RCC gerado mundial em 2012 o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) realizou um diagnóstico acerca do volume de resíduos gerados em alguns países, conforme demonstrado na Tabela 2, observou-se nessa pesquisa que o Brasil se encontra abaixo de países como os EUA, Japão, Alemanha, UK e Itália. Apesar dos resultados não serem exatos devido à variação dos dados coletados, foi de suma importância

seu levantamento, visto que a partir destes resultados torna-se possível estabelecer medidas de gestão para diminuição da geração de resíduos.

**Tabela 2 – Estimativa de geração de RCC em alguns países**

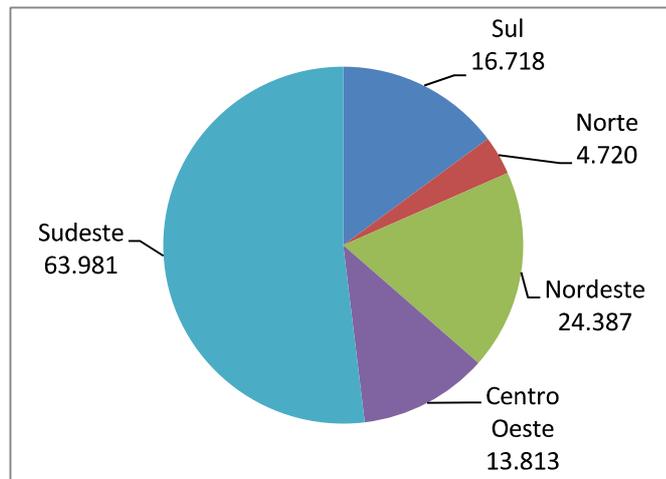
País	Quantidade anual	
	Milhões ton/ano	Kg/hab.ano
<b>EUA</b>	136 - 171	463-584
<b>Japão</b>	99	785
<b>Alemanha</b>	79 – 300	963 -3.658
<b>Reino Unido</b>	50 – 70	880 -1120
<b>Itália</b>	35 – 40	600 – 690
<b>Brasil</b>	31	230 – 760
<b>Holanda</b>	12,8 – 20,2	820 – 1.300
<b>Bélgica</b>	7,5 – 34,7	735 – 3.359
<b>Portugal</b>	3,2 – 4,4	325 - 447
<b>Dinamarca</b>	2,3 – 10,7	440 – 2.010
<b>Suécia</b>	1,2 - 6	136 - 680

Fonte: Adaptado do IPEA (2012).

Segundo estudo realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) no ano de 2016 foram estimados para o país uma geração de 123.619 t/dia de resíduos provenientes da construção e demolição da construção civil correspondendo em um volume anual de aproximadamente 31 milhões de toneladas, vale salientar que esse volume representa de 50 a 70% dos resíduos sólidos produzidos na zona urbana.

Com base em pesquisa foi possível estimar a geração de RCC em t/dia em diferentes regiões do país. De acordo com a Figura 1, observa-se que a região Sudeste representou na maior porcentagem de resíduos gerados, seguidas das regiões Nordeste, Sul, Centro Oeste e Norte. Tal cenário é evidenciado devido ao aumento econômico da região Sudeste e conseqüentemente o fortalecimento da indústria da construção civil.

**Figura 1 – Estimativa de RCC coletada nas diferentes regiões do Brasil (t/dia)**



Fonte: Adaptado da ABRELPE (2016).

### 3.4 COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A determinação dos materiais que compõe os RCC é de difícil caracterização, devido a sua heterogeneidade, portanto as propriedades dos resíduos gerados dependem diretamente das técnicas de demolição que são empregadas no processo construtivo, desenvolvimento econômico e tecnológico da região e indiretamente pela estação do ano que a obra está sendo executada (CABRAL; MOREIRA, 2011).

Segundo um estudo realizado por Pinto (1999) citado pelo manual de gestão de resíduos do SEBRAE (2007), os RCC geralmente apresentavam altas quantidades de argamassas e tijolos em sua composição. De acordo com dados da pesquisa os resíduos gerados possuíam 63% de argamassa, 29% de tijolos, 1% de orgânicos e 7% de outros materiais, vale salientar que do total cerca de 60 a 80% dos materiais eram passíveis de serem reciclados.

Segundo Cabral e Moreira (2011), em 2008 foram realizados estudos pela Cooperativa de Construção do Estado do Ceará (COOPERCON-CE), que divulgou dados referentes à composição dos RCC gerados em diferentes municípios do país. A Tabela 3 mostra como os RCC são tão heterogêneos, possuindo altos percentuais de argamassas e materiais cerâmicos, visto que são resultantes em grande parte de reformas, ampliações e demolições.

**Tabela 3- Composição do RCC de alguns municípios brasileiros**

<b>Município</b>	<b>Argamassa (%)</b>	<b>Concreto (%)</b>	<b>Mat. Cer. (%)*</b>	<b>Cerâmica polida (%)</b>	<b>Rochas e solos (%)</b>	<b>Outros (%)</b>
<b>São Paulo/SP</b>	25,2	8,2	29,6	n.d.**	32	5
<b>Porto Alegre/RS</b>	44,2	18,3	35,6	0,1	1,8	n.d.
<b>Ribeirão Preto/SP</b>	37,4	21,1	20,8	2,5	17,7	0,5
<b>Salvador/BA</b>	53		9	5	27	6
<b>Campina Grande/PB</b>	28	10	34	1	9	18
<b>Maceió/AL</b>	27,82	18,65	48,15	3,06	n.d.	2,32

**Fonte: Adaptado de Cabral; Moreira (2011).  
OBS:\* Materiais Cerâmicos, \*\* não disponível.**

Fazendo uma comparação entre os dados obtidos na pesquisa de Pinto (1999) e COOPERCON-CE (2008), fica claro que o surgimento de novos materiais e novas técnicas construtivas influencia diretamente e indiretamente na composição dos RCC, visto que os recursos estão se tornando cada vez mais escassos e a procura por soluções estão sendo cada vez mais necessárias.

### 3.5 GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A ausência de uma política pública nacional voltada para gestão dos RCC só começou a ser alterada em 2002 com a publicação da Resolução 307/2002 do CONAMA que trouxe consigo diretrizes, critérios e procedimentos para uma Gestão mais eficiente e sustentável. Como bem nos assegura a referida resolução pode-se dizer que o processo de gestão deve obedecer a uma cadeia de responsabilidades entre gerador, transportador e municípios. A gestão dos RCC é uma realidade recente, portanto precisa ser observada com atenção, principalmente nas grandes cidades, onde se situam os maiores empreendimentos, que conseqüentemente geram um maior volume de resíduos.

A gestão dos RCC se tornou mais criteriosa com aprovação da Lei 12.305/ 2010 (PNRS), obrigando os municípios a lidar de forma mais prudente com os resíduos sólidos, de forma a evitar riscos á população e ao meio ambiente. Para tanto em algumas localidades onde a geração de RCC é mais intensa, há a necessidade de leis municipais com a finalidade de estabelecer diretrizes para o bom funcionamento da administração pública e da sociedade no controle dos resíduos.

O processo de gerenciamento se inicia no canteiro de obras, sendo necessário que todo resíduo gerado seja confinado no seu local de origem, a fim de evitar que a remoção para

fora do canteiro venha a gerar problemas visuais e ambientais, de forma a diminuir os gastos com medidas corretivas (PINTO, 2000).

Como bem esclarecido por PINTO (2000), para se conseguir uma gestão eficiente os cuidados iniciais devem ser efetuados pelos próprios geradores, no entanto os mesmos enfrentam algumas dificuldades no gerenciamento, mas possuem a responsabilidade de juntamente com os órgãos municipais estabelecer soluções para resolvê-las.

Segundo SEBRAE (2007) existem algumas dificuldades que podem ocorrer no processo de gerenciamento dos resíduos no canteiro de obras.

- O volume do resíduo produzido (que justifica todo o esforço para a redução de sua geração);
- O número de participantes no processo construtivo (que torna o fluxo de informação complexo);
- O número de agentes do setor produtivo, setor público e terceiro setor que compartilham a responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos (quando o setor público não cumpre com a sua responsabilidade enfraquece as ações e os esforços do setor produtivo e do terceiro setor);
- Os recursos escassos para financiamento de projetos de pesquisa de novos materiais produzidos pela reciclagem de resíduos;
- Os recursos escassos dos municípios para atacarem os problemas de gestão ambiental;
- O potencial de reciclagem (desperdiçado) dos resíduos sólidos (em torno de 80% dos resíduos de uma caçamba são recicláveis);
- A responsabilidade e o compromisso do setor produtivo em atender às legislações referentes ao tema (SEBRAE, 2007, p. 9).

O Art. 4 da Resolução N° 307/2002 do CONAMA determina ainda que “os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

De acordo com Galbiati (2005) pode-se dizer que a obtenção da sustentabilidade ambiental e social, só é possível por meio de modelos e sistemas integrados de gestão. Neste contexto, fica claro que a utilização desses programas, proporcionam na reutilização dos materiais inicialmente descartados e, por fim, a reciclagem do resíduo para ser incorporado no processo de fabricação de novos materiais. A gestão do RCC é de extrema importância, a utilização de sistemas integrados juntamente com os métodos, representa em boas alternativas de gestão, visando à redução dos custos, já que para implantação das medidas, os custos são divididos entre os integrantes do sistema.

### 3.6 NORMAS VIGENTES PARA MANEJO, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Devido à necessidade de se normatizar o manejo dos resíduos gerados pela construção civil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas em sequência à Resolução N°307/2002 do CONAMA, estabeleceu as seguintes normas, que norteiam o manejo dos RCC.

**Quadro 2 - Normas aplicáveis aos RCC**

NORMA	DESCRIÇÃO
<b>NBR 13221</b>	Especifica os requisitos para o transporte terrestre de resíduos, de modo a evitar danos ao meio ambiente e a proteger a saúde pública, dentre eles estabelece que o transporte deva ser feito por meio de equipamento adequado, obedecendo às regulamentações pertinentes, impedindo vazamento ou derramamento dos resíduos em vias públicas. Deve também observar as legislação ambiental específica (federal, estadual ou municipal), quando existente, bem como deve ser acompanhado de documento de controle ambiental previsto pelo órgão competente.
<b>NBR 15112</b>	Fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.
<b>NBR 15113</b>	Estabelece os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes.
<b>NBR 15114</b>	Fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A.
<b>NBR 15115</b>	Estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado agregado reciclado, em obras de pavimentação.
<b>NBR 15116</b>	Estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Requisitos. Definem as condições de produção, requisitos para agregados para uso em pavimentação e em concreto, e o controle da qualidade do agregado reciclado.

Fonte: ABNT (2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2004e, 2004f).

### 3.7 REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Tendo em vista a escassez de matéria prima que afeta o planeta, na fase de projeto procura-se especificar materiais e equipamentos com maior durabilidade, maior numero de utilizações e menores impactos ao meio ambiente, proporcionando assim na redução dos resíduos gerados (SEBRAE, 2007).

A reutilização dos RCC pode ser considerada tanto na fase de construção, quanto na fase de demolição, dependendo dos elementos que os constituem e das técnicas construtivas utilizadas para sua obtenção, visto que a capacidade de se reutilizar ou reciclar materiais recuperados no processo construtivo depende de alguns fatores.

- Qualidade e estado dos materiais e componentes;
- Demanda de mercado por materiais recicláveis;
- Instalações de locais de reciclagem;
- Tempo disponível para armazenagem.

É de fundamental importância a reutilização dos materiais no canteiro de obras, visto que atualmente está cada vez mais difícil encontrar locais de tratamento de resíduos, no que encarece consideravelmente sua remoção para locais adequados, portanto o incentivo de práticas de reutilização de materiais possibilita em redução de custos com sistemas de reciclagem, representando em significativa economia para o proprietário. Nos canteiros de obras são inúmeros os materiais que podem ser reutilizados, visto que em alguns casos materiais que possuem pouco desgaste físico, podem ser reutilizado mais de uma vez, tais como o aço de reforço, arame, alumínio, plásticos, entre outros. O reaproveitamento do concreto proveniente de demolições se apresenta como excelente material para base de calçadas, pisos ou regularização de terrenos (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

No caso de materiais descartáveis ou que tenham atingido sua máxima possibilidade de reutilização, devem ser encaminhados para o processo de reciclagem para o devido tratamento. Dentre os materiais passíveis de serem reciclados, o concreto se apresenta como uma boa alternativa na incorporação do processo de fabricação de novos concretos, apresentando bons resultados técnicos e de custo, como também sua utilização na fabricação de argamassas, blocos de concreto, elementos pré-moldados e em pavimentação. A cerâmica vermelha se mostra como material de boa qualidade na fabricação de tijolos e argamassa (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

De acordo com os autores supracitados são inúmeros os benefícios da utilização de materiais reciclados, devido a sua enorme aplicabilidade em diversas áreas da construção civil, mas um fator importante a ser considerado é a viabilidade técnica de cada tipo de material que compõe os RCC, devido a sua alta heterogeneidade no que torna a reciclagem muitas das vezes em um processo oneroso.

Segundo pesquisa realizada pelo IBGE (2010), dos 5564 municípios brasileiros cadastrados até o mesmo ano, 72,44% apresentavam serviços de manejo dos RCC, mas apenas 9,7% possuíam alguma técnica de processamento. A pesquisa aponta que apenas 17,73% do volume total gerado apresentava algum processo de reciclagem, tendo a sua maior parte destinada a aterros específicos de RCC.

### 3.8 SISTEMA PARA UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Karpinski (2009) no manual de gestão diferenciada de resíduos da construção civil de Porto Alegre/RS, atualmente para enfrentar os problemas decorrentes de uma produção exagerada são utilizadas as medidas corretivas de gestão, tal informação é caracterizada pelo fato de geralmente não haver atividades que evitem a geração de resíduos, tornando a gestão um processo oneroso e ineficiente.

Segundo Schneider (2003) os problemas ambientais são decorrentes da disposição final irregular de RCC, muitas vezes em locais impróprios tais como córregos e vias públicas. Cabe ao órgão público incentivar e proporcionar locais adequados para destinação desses resíduos que ocasionaria em resultados positivos na qualidade ambiental.

Um sistema de gestão para enfrentar problemas de uma má gestão de resíduos, pode ser realizado com base em ações, que em conjunto proporcionam na estruturação de um sistema de gestão sustentável (PINTO; GONZALES, 2005).

**Quadro 3 – Sistema para gestão sustentável dos RCC**

<b>AÇÕES</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Rede para gestão de Pequenos Volumes	Pontos de entrega distribuídos pela zona urbana, serviço público de coleta.
Rede para gestão de Grandes Volumes	Áreas de triagem e transbordo, áreas de reciclagem, aterros permanentes de RCC, ação privada regulamentada.
Programa de Informação Ambiental (PIA)	Trata-se de um programa de divulgação dos procedimentos de gestão sustentável como também os problemas ocasionados pela má gestão dos resíduos.
Programa de Fiscalização	O programa de fiscalização pode ser elaborado pelo próprio município, contanto que seja bem estruturado, tratando de um processo rigoroso para evitar a degradação do meio ambiente e a coleta por empresas clandestinas.

**Fonte: Adaptado de Pinto; Gonzales (2005).**

Conforme citado, as ações corretivas para gestão de RCC devem ser realizadas em conjunto entre os pequenos e grandes geradores. No caso dos locais identificados como depósitos irregulares de resíduos, o programa de informação ambiental é indispensável para conscientizar a população sobre os problemas ocasionados pela má gestão dos resíduos, estabelecendo procedimentos de gestão sustentável, no qual os geradores e coletores tenham compromisso com a qualidade ambiental da cidade. Para manter a efetividade dos programas tornam-se necessários a fiscalização dos mesmos, a fim de evitar a degradação do meio ambiente e a coleta por empresas clandestinas e surgimentos de novos locais de disposição irregular.

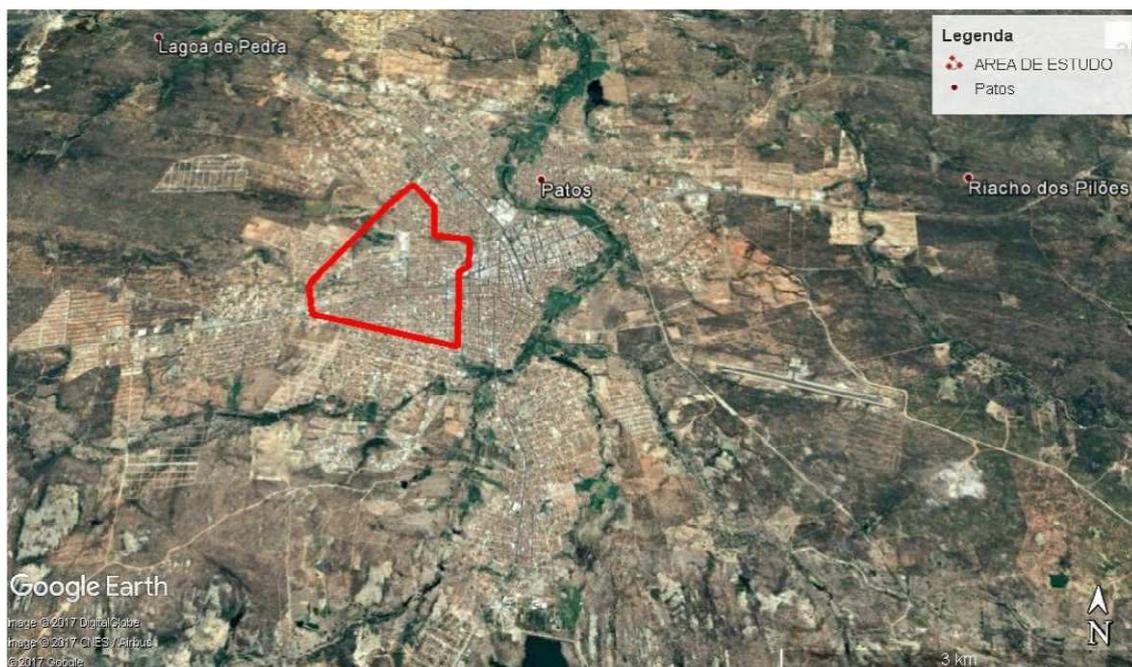
## 4. METODOLOGIA

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi desenvolvido na cidade de Patos, município localizado no sertão Paraibano, distante 307 km da capital João Pessoa, que segundo o IBGE (2010) apresenta uma população de aproximadamente 100674 habitantes e ocupa uma área de 473,056 km<sup>2</sup>.

Para a delimitação da área de estudo foi utilizada informações repassadas pela Secretária de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADS) da Prefeitura Municipal de Patos, que indicou a área com maior incidência de disposição inadequada de resíduos, conforme mostra a Figura 2.

**Figura 2 – Delimitação da área de estudo**



Fonte: Google Earth (2017).

### 4.2 MAPEAMENTO E COLETA DOS DADOS

Inicialmente foram realizadas visitas a SEMADS, com objetivo de obter dados a respeito do plano de gestão dos resíduos da construção civil no município e verificar a abrangência do sistema de coleta e metodologia de fiscalização.

Em seguida, com auxílio do GPS Garmin eTrex HC, percorreu-se os bairros Morro, Liberdade, Jardim Lacerda, Jardim Queiroz e Jardim Pedro Firmino, visando localizar pontos de disposição irregular de RCC, além de realizar registro fotográfico destes pontos para posterior análise qualitativa de suas condições. Os dados obtidos com o GPS foram descarregados no software Google Earth para espacialização.

#### 4.3 ANALISE DOS IMPACTOS E ESTIMATIVA DOS CUSTOS PARA RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS

A disposição inadequada de resíduos pode ocasionar sérios impactos ambientais e sociais. De acordo com as leis aplicáveis do CONAMA aos RCC todo ou qualquer resíduo proveniente da construção civil devem ser encaminhados para locais adequados para triagem, reciclagem ou destinação ambientalmente adequada.

Segundo Cruz Junior (2011), os impactos relacionados com a disposição inadequada são diversos, podendo ocasionar em riscos ao meio ambiente e a sociedade conforme mostra o Quadro 4. Com base na caracterização das áreas e fazendo uso desta tabela, torna possível a classificação dos possíveis impactos ao qual cada área analisada está sujeita.

Quadro 4 – Impactos ambientais e sociais associados aos RCC

<b>IMPACTO</b>	<b>Nº</b>
Poluição do solo	1
Poluição da água	2
Poluição visual	3
Modificação do ecossistema (Flora e fauna)	4
Risco de acidentes quando próximos a pista e rolamento	5
Proliferação de organismos e vetores de doenças	6

Fonte: adaptado de CRUZ JUNIOR (2011).

A recuperação das áreas degradadas deve ser realizada pelo município, devido a eventual emergência de sua ação, visto que muitas das vezes é impossível identificar os proprietários da terra degradada, devido o desconhecimento do uso irregular de sua propriedade.

Por tanto foi estabelecido uma proposta para prefeitura municipal, propondo a contratação de uma empresa especializada para recuperação das áreas degradadas, estabelecendo as componentes do sistema e custos para implantação.

De modo a obter uma estimativa de custos condizente com a realidade, foram utilizados os valores base para serviços de limpeza urbana, disponibilizado pela Caixa Econômica Federal (2017), na qual informa os valores para utilização de equipamentos que são necessários para remoção dos RCC. Por fim, com base em pesquisa bibliográfica determinou-se o custo médio para recebimento destes resíduos em um aterro sanitário.

A estimativa dos custos ficou subdividido em três partes, na primeira os procedimentos para estimativa do volume, na segunda uma proposta de um sistema de remoção dos RCC e a terceira a escolha de um local para disposição ambientalmente adequada.

#### **4.3.1 Estimativa do volume total de resíduos**

Inicialmente procedeu-se com a estimativa do volume total de RCC. Tendo em vista que os resultados foram obtidos com base em visita *in loco* a cada ponto irregular e execução de um roteiro, conforme é mostrado a seguir.

- 1- Mapeamento da área superficial ( $m^2$ ) dos RCC, com auxílio do GPS (Garmin eTrex HC) e espacialização dos resultados;
- 2- Em seguida com auxílio de uma trena, mensurou-se a altura máxima e mínima do RCC e feito a média entre eles;
- 3- Para obtenção do volume multiplicou-se a área superficial de RCC pela altura média obtida;
- 4- A massa em toneladas de resíduos é obtida realizando a multiplicação do volume de RCC por sua massa específica de  $1200 \text{ kg/m}^3$  (PINTO, GONZALES, 2005).

#### **4.3.2 Escolha dos mecanismos para recuperação das áreas degradadas**

Estimado o volume total de RCC, determinou-se qual seria o método mais adequado para recuperação das áreas degradadas, utilizando como base os custos unitários da tabela Sinapi (CAIXA, 2017), para manejo e transporte dos resíduos e realizando uma comparação entre os tipos de equipamentos disponíveis, foi selecionado aquele com melhor custo benefício.

Para o manejo foi proposto um sistema mecanizado devido o menor custo e maior rapidez de operação, quando comparado com o sistema manual, que utiliza mão de obra braçal no que resulta em maior tempo para execução do serviço. Na construção civil existem diversos equipamentos mecanizados, cada qual com uma finalidade específica, para funcionamento do sistema o que melhor se adequa é a pá carregadeira, devido à facilidade de manejo em superfícies planas e rapidez de operação.

Para o transporte dos RCC, foi proposto à utilização de um caminhão basculante, devido à rapidez na fase de descarregamento. Tendo em vista a variedade de caminhões no mercado, foi levado em consideração sua capacidade volumétrica e os custos referentes à distância de percurso, preço por hora de locação e também disponibilidade de equipamento na região. Portanto, com base na tabela Sinapi a escolha mais economicamente viável, foi o caminhão basculante com capacidade de 10 m<sup>3</sup>.

Além de escolher os mecanismos para remoção dos resíduos, é necessário determinar os custos operacionais dos mesmos. De acordo com o Manual de Serviços de Limpeza Urbana (2016), os custos operacionais estão relacionados com o consumo e manutenção dos veículos, para a pá carregadeira o consumo de combustível (diesel) geralmente é considerado em 15,7 l/h trabalhada e para o caminhão basculante um consumo de 0,25 l/km percorrido. Em relação à manutenção dos veículos adiciona-se 10% do volume total de combustível. De acordo com visitas realizadas a postos de gasolina no município de Patos, foi possível determinar que o valor médio do Diesel seja de R\$ 3,50, logo estabelecendo uma composição dos custos, conclui-se que para o primeiro veículo os custos operacionais é de aproximadamente R\$ 60,50/ h e para o segundo R\$ 1,00/ km.

**Figura 3 - Exemplo de sistema de manejo e transporte mecanizado**



**Fonte: Maquinas Novas (2017).**

Através do mapeamento observou-se que a disposição dos RCC se encontra espalhada em alguns bairros do município. A fim de estimar o tempo total de operação do

sistema, foi proposto um roteiro mais econômico para remoção dos resíduos, determinando a melhor rota para coleta e transporte, visto que as distâncias entre um ponto a outro foram determinadas pelo GPS e software Google Earth (2017) dando preferência a trechos pavimentados.

Para estimar o tempo médio de carregamento e descarregamento dos resíduos foram utilizados valores pré-fixados que segundo Robert (2015) o tempo médio de carregamento de um caminhão basculante por uma pá carregadeira leva em torno de 2 m<sup>3</sup>/min, fazendo uso dessa informação é possível estimar o tempo total para carregamento de uma caçamba.

#### **4.3.3 Seleção de locais adequados para disposição final dos resíduos da construção civil**

De acordo com a versão preliminar do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de PATOS-PB, atendendo ao artigo 19, inciso II da Lei Federal nº 12.305/2010, propõem dois possíveis locais para encaminhamento dos resíduos, visto que a NBR 15.113/04 indica que os aterros não devem se localizar a mais de 35 km do centro gerador, de modo a tornar viável o transporte dos resíduos.

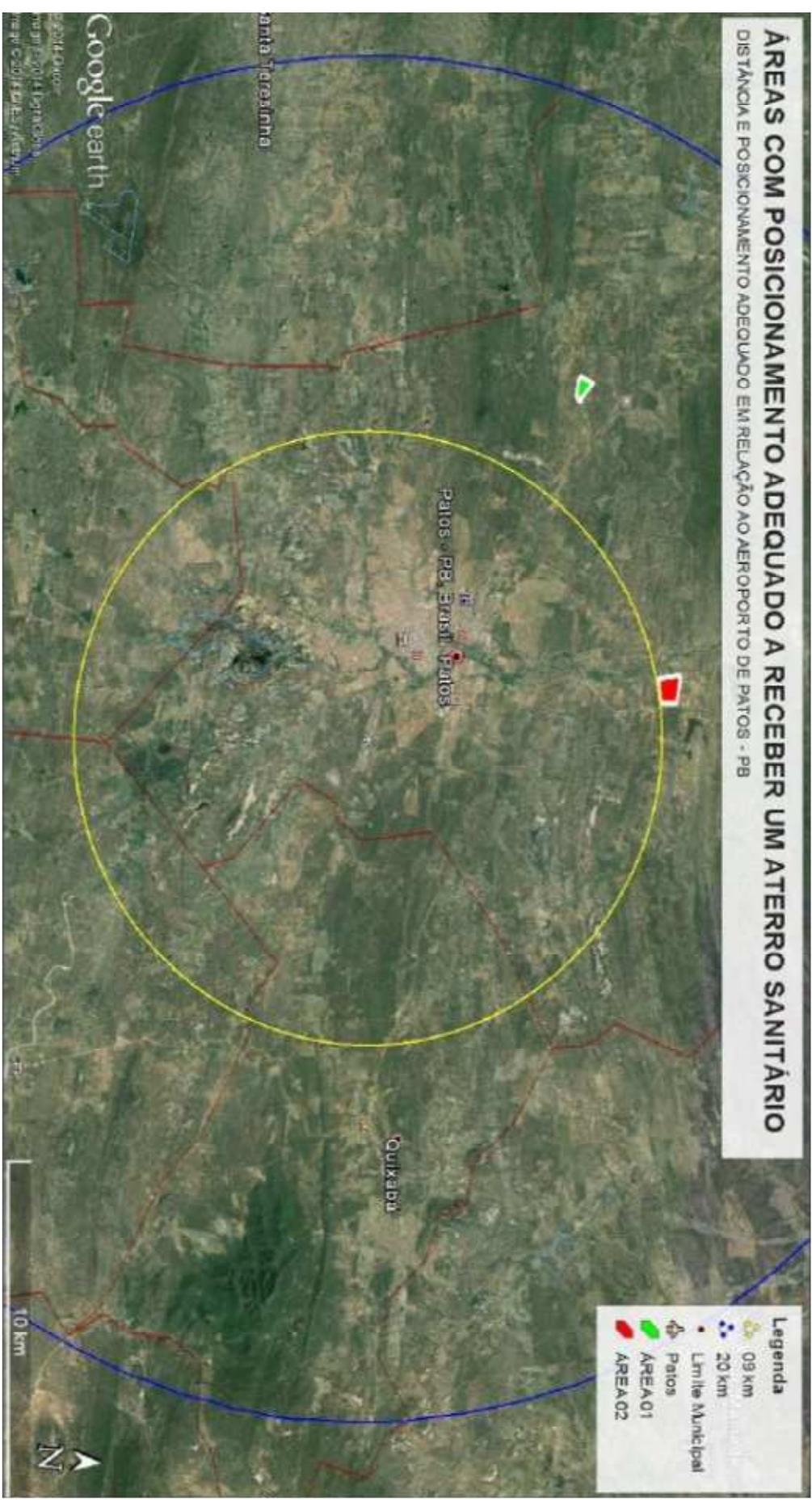
Segundo a SEMADS, apesar do PMGIRS propor dois possíveis locais para implantação de um aterro sanitário, respeitando todas as legislações vigentes para implantação e operação, foi informado que até o presente momento as propostas ficaram somente no papel e que em uma das áreas, ainda existe um “lixão” em plena operação, local este que é destinado todo tipo de resíduo sem o devido controle e tratamento.

Tendo em vista a falta de um aterro sanitário no município e a necessidade de encaminhar os resíduos coletados para um local adequado, foi analisada a localização dos possíveis aterros e proposto que no caso do encerramento do “lixão” e possível implantação de um aterro sanitário no local, os resíduos coletados poderiam ser encaminhados para destinação ambientalmente adequada. A localização do possível aterro é mostrado na Figura 4 nas coordenadas geográficas 6°57'26.15" S e 37°16'00.56" O.

Levantada à possibilidade de instalação de um aterro sanitário no município, seja ele particular ou da prefeitura é levado em consideração os custos envolvidos para o funcionamento do local. Com base em pesquisa bibliográfica, foram tomados como base, os valores cobrados por outros aterros sanitários para recebimento dos RCC. Os valores cobrados por esses locais servem para custear os serviços de triagem, armazenamento e disposição final ambientalmente adequada.

Segundo Diederichsen e Baravelli (2007), os valores cobrados por essas unidades, variam de acordo com as características dos RCC, conforme explica o autor, alguns resíduos gastam mais tempo e dinheiro para tratamento ou disposição ambientalmente adequada, ainda informa que alguns aterros cobram valores como R\$ 35,00 por caçamba com predomínio de RCC cimentício, e R\$ 55,00 por caçamba com predomínio de RCC cerâmico, o “entulho vermelho”, ou com grandes quantidades de madeira ou gesso, já outros aterros apenas cobram uma taxa de R\$ 20,00 (valor médio) para receber os RCC, mas sequer aceitam caçambas com grande concentração de “entulho vermelho”, ou seja, os valores cobrados variam de acordo com sua composição. A fim de se estabelecer uma estimativa do custo para recuperação das áreas degradadas, foi utilizada a média destes valores, para assim estimar os custos para recebimento dos resíduos no possível aterro.

Figura 4. Áreas com posicionamento adequado a receber um aterro sanitário em Patos-PB



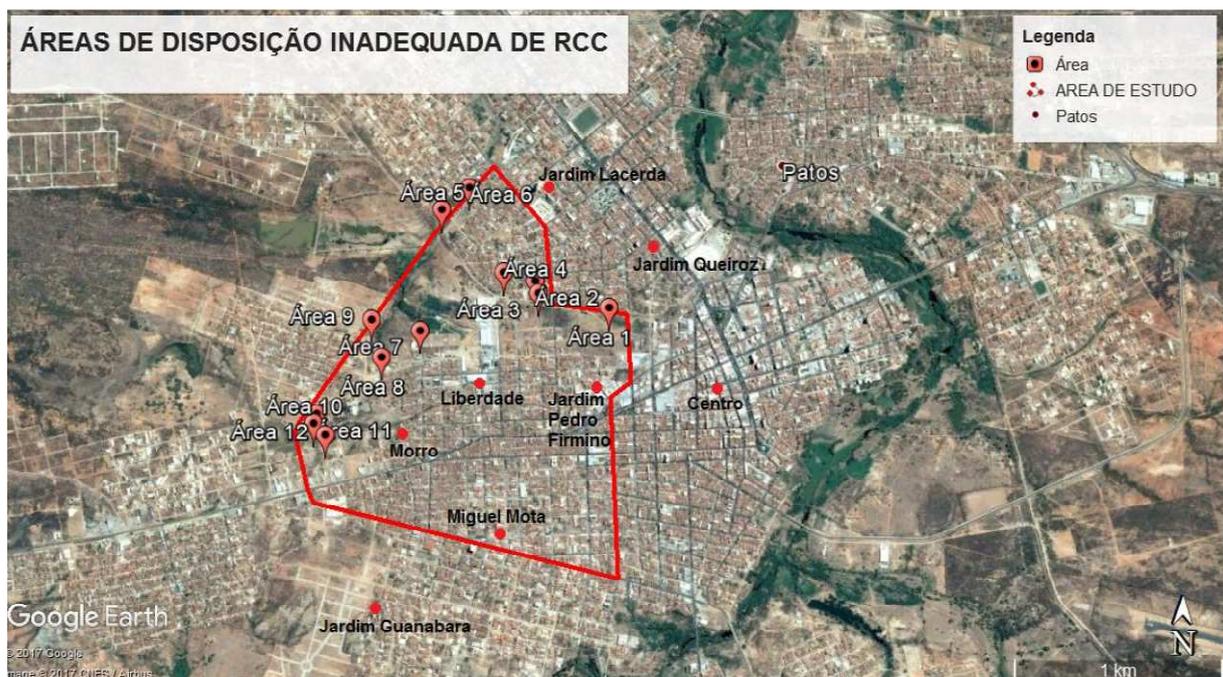
Fonte: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PATOS-PB (2014).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ESPACIALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS

No decorrer da pesquisa foram localizados 12 pontos de disposição inadequada de RCC em Patos, registrados em acervo fotográfico e mapeados com o auxílio do Google Earth. Foi observado que os resíduos são dispostos sobre a superfície, de qualquer forma, sem nenhum tratamento e preocupação com os impactos ambientais e sociais que sua disposição pode ocasionar. O mapeamento destes pontos de disposição irregular de RCC encontra-se apresentado na Figura 5.

**Figura 5 – Mapeamento das áreas localizadas com disposição irregular de RCC**



Fonte: Google Earth (2017)

Como podemos verificar através da Figura 5, o município apresenta alguns pontos de disposição inadequada e nenhum dos pontos analisados se apresentou como pontos temporários, mostrando a ausência de um planejamento da gestão dos RCC, que impeça a degradação do meio ambiente. Foi observado que a maior concentração de pontos irregulares localiza-se no bairro do Morro e Jardim Lacerda, tal cenário é observado devido à existência de terrenos abandonados e população de baixa renda, que devido a sua situação social são

desassistidos no que se refere às condições de saneamento básico. Um fato interessante observado foi à ausência de obras nas proximidades dos pontos mapeados, demonstrando que os resíduos são gerados em grande parte fora da área de estudo e transportados por caçambeiros irregulares para essas regiões.

Com base nas visitas *in loco* realizadas a cada área, observou-se que a composição dos resíduos é heterogênea em todos os pontos, sendo representado por restos provenientes de demolição, tais como concretos, tijolos, plásticos, metal, vidros e resíduos tóxicos e perigosos como embalagens de tintas e solventes.

De acordo com os dados obtidos no mapeamento e nas visitas *in loco*, fez-se possível a espacialização das áreas degradadas e com base no Quadro 4, classificar os possíveis impactos ambientais e sociais relacionados com cada área, conforme mostra o Quadro 5.

**Quadro 5 – Descrição das áreas e possíveis impactos ambientais**

ÁREA	COORDENADAS	DESCRIÇÃO	IMPACTO Nº
1	7°01'30.44" S 37°16'56.82" O	Terreno abandonado, sem vegetação e sem vizinhança.	1,3 e 6
2	7°01'26.92" S 37°17'08.27" O	Terreno abandonado sem vegetação localizado no perímetro urbano, próximo a residências.	1, 3, 5 e 6
3	7°01'28.70" S 37°17'07.76" O	Terreno abandonado sem vegetação localizado no perímetro urbano, sem vizinhança.	1, 3, 5 e 6
4	7°01'25.65" S 37°17'13.20" O	Localizado as margens da via, próximo a residências e pontos comerciais.	3, 5 e 6
5	7°01'16.01" S 37°17'23.18" O	Terreno da prefeitura, próximo à ponte e longe de residências.	1, 2, 3 e 6
6	7°01'12.45" S 37°17'19.01" O	Terreno abandonado, com vegetação, localizado no perímetro urbano e próximo a residências.	1, 3, 4, 5 e 6
7	7°01'35.12" S 37°17'26.02" O	Localizado no canteiro da rua, próximo a residências e pontos comerciais.	3, 5 e 6
8	7°01'39.54" S 37°17'32.00" O	Localizado no canteiro da rua, próximo a residências e pontos comerciais.	3, 5 e 6
9	7°01'33.56" S 37°17'33.71" O	Terreno abandonado a margem de rio, com vegetação, localizado dentro do perímetro urbano e próximo a residências.	1, 2, 3, 4 e 6
10	7°01'50.11" S 37°17'42.45" O	Terreno privado, sem vizinhança.	1, 6
11	7°01'48.62" S 37°17'42.01" O	Terreno privado, sem vizinhança.	1, 6
12	7°01'51.92" S 37°17'40.59" O	Terreno privado, sem vizinhança.	1, 6

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

De acordo com o Quadro 5, são inúmeros os impactos ao qual a região mapeada está sujeita. Em grande parte, os RCC são depositados em terrenos abandonados sem conhecimento prévio dos proprietários, o que acaba acarretando inicialmente em forte degradação visual. Foi observado que em alguns casos a disposição inadequada é de conhecimento dos proprietários da terra, sendo que são os mesmos que solicitam a compra do resíduo, para eventual utilização em sua obra, tendo como uma das finalidades a regularização do solo. Tendo em vista que para se reaproveitar os RCC, deve ser realizada a sua correta triagem, prevenindo assim, os impactos ambientais e sociais, como anteriormente mencionado.

Conforme foi identificado no Quadro 5, as áreas 5 e 9 se localizam dentro do perímetro urbano e nas margens de cursos d'água, ocasionando em fortes impactos, tais como a poluição da água superficial e subterrânea e poluição do solo, além de prejudicar o bem estar da população, devido à proliferação de vetores de doenças, tendo em vista que cada área pode apresentar impactos distintos de acordo com sua caracterização e localização.

## 5.2 ESTIMATIVA DOS CUSTOS

### 5.2.1 Estimativa do Volume

Na estimativa do volume, foi seguido o roteiro estabelecido para obtenção dos dados, tendo em vista que o mapeamento das áreas foi realizado pelo software Google Earth, conforme mostra as Figuras 6, possibilitando o reconhecimento da área superficial de RCC em cada área de disposição inadequada.

Figura 6 – Área superficial dos resíduos da construção civil





Fonte: Google Earth (2017).

De acordo com o mapeamento, foi possível observar que alguns pontos, a área superficial de RCC são maiores do que em outras, visto que as maiores áreas de disposição se encontravam em terrenos abandonados, conforme é identificado nas áreas 1, 3 e 6. Tal cenário é observado devido ao fato destes locais se encontrarem em local estratégico, ou seja, mais próximo do centro urbano, representando na rapidez em que a disposição inadequada é executada.

Com base nas visitas *in loco*, calculou-se a altura média dos RCC e registrados em acervo fotográfico, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 – Registro fotográfico das áreas de disposição inadequada de RCC





Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

Para estimar o volume total de resíduos, utilizou-se dados do mapeamento e de visitas *in loco*, gerando assim a Tabela 4, na qual foi calculado o volume de RCC em cada área para posterior análise dos resultados. Logo efetuando a multiplicação da área superficial de RCC pela altura média encontrada, tem-se o volume de resíduos disposto em cada local e realizando o somatório, se obtém o volume total de resíduo a ser removido.

**Tabela 4 - Estimativa da massa e volume de RCC encontrado nas áreas irregulares**

	Área (m <sup>2</sup> )	Altura média (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Massa (t)
Área nº 1	327	0,7	228,9	274,68
Área nº 2	9	1	9	10,8
Área nº 3	319	0,7	223,3	267,96
Área nº 4	5,1	0,4	2,04	2,45
Área nº 5	6	0,5	3	3,6
Área nº 6	62	0,6	37,2	44,64
Área nº 7	7	0,3	2,1	2,52
Área nº 8	42	0,3	12,6	15,12
Área nº 9	13	0,4	5,2	6,24
Área nº 10	18,3	0,3	5,5	6,6
Área nº 11	4,5	0,5	2,25	2,7
Área nº 12	4,5	0,5	2,25	2,7
<b>TOTAL</b>			<b>533,34</b>	<b>640,01</b>

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

Analisando a Tabela 4 e o acervo fotográfico, tornou possível observar que as áreas que apresentaram maiores quantidades de RCC são caracterizadas por terrenos abandonados, sem nenhuma vegetação e distantes de residências, exceto a área 6, que se localiza nas proximidades de edifícios residenciais. A quantidade de RCC encontrado dentro do perímetro urbano ocasiona inicialmente um grande impacto visual, no qual pode afetar o desenvolvimento econômico da região, além de provocar poluição do meio ambiente e agravos a sociedade, devido à propagação de vetores de doenças. A área 9 na Figura 7 mostra

claramente a irregularidade realizada por caçambeiros, sem o devido registro no órgão público, observando no decorrer da pesquisa, que o despejo dos resíduos é feito o mais rápido possível, pois evidentemente os geradores e coletores ilegais são conhecedores das práticas ilícitas praticadas por eles, podendo acarretar em multa, caso sejam pegos no ato da ação.

### **5.2.2 Estimativa de cronograma físico-financeiro para recuperação das áreas degradadas**

A distância entre os locais irregulares e o aterro sanitário foi determinada utilizando as vias de circulação e o tempo de percurso, com base na velocidade média permitida nas vias de circulação.

Devido à variação de volume de RCC entre uma área e outra, foi necessário estabelecer um roteiro para coleta dos resíduos, tendo em vista que para algumas áreas será necessária mais de uma viagem para coleta e no caso dos locais, em que a quantidade de RCC não seja suficiente para encher totalmente um caminhão, este deverá passar nas demais áreas para completar o volume restante, para que assim, possa seguir viagem para o aterro sanitário.

Conforme estabelecido na metodologia e fazendo uso de uma pá carregadeira com ciclo de operação de 2m<sup>3</sup>/min e um caminhão basculante com capacidade volumétrica de 10 m<sup>3</sup>, estimou-se que o tempo para enchê-lo por completo é de 5 min.

Com base nessas informações gerou-se a Tabela 5, determinando o tempo total e número de viagens necessárias para recuperação das áreas degradadas, visto que foi considerada a eficiência máxima do sistema, sem que haja atrasos e imprevistos no trajeto.

Tabela 5 – Roteiro para remoção dos resíduos

Nº.	Roteiro do caminhão	Distância do percurso (km)	Velocidade média do caminhão (km/h)	Tempo de percurso (min)	Tempo total Carregamento (min)	Tempo por viagem (min)	Volume a ser transportado (m³)	Nº de viagens	Tempo Total (min)	Tempo Total (h)
1	A1 → Aterro → A1	22,80	50	27,36	5	32,36	228,90	23	744,28	12,40
2	A2 → Aterro → A3	22,40	50	26,88	5	31,88	9	1	31,88	0,50
3	A3 → Aterro → A3	22,40	50	26,88	5	31,88	220	22	701,36	11,70
4	A3 → A4	0,20	30	0,40	5	5,40	3,30			
	A4 → A5	0,55	30	1,10	5	6,10	2,04	1	41,94	0,70
5	A5 → Aterro → A6	21,20	50	25,44	5	30,44	3			
	A6 → Aterro → A6	21	50	25,20	5	30,20	37,20	4	120,80	2
6	A8 → Aterro → A8	24,60	50	29,52	5	34,52	10	1	34,52	0,60
7	A8 → A9 → A7 → Aterro	0,25	30	0,50	5	5,50	2,60			
	A7 → Aterro → A11	0,50	30	1	5	6	5,20	1	46,74	0,80
8	A11 → Aterro → A11	25,20	50	30,24	5	35,24	2,10			
	A11 → A10	0,025	30	0,05	5	5,05	5,50			
	A10 → A12	0,26	30	0,52	5	5,52	2,25	1	31,29	0,50
	A12 → Aterro (Fim)	13,10	50	15,72	5	20,72	2,25			
<b>TOTAL</b>						<b>533,34</b>		<b>54</b>	<b>1752,8</b>	<b>29,20</b>

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

OBS: As siglas A1 à A12 representam as áreas mapeadas.

De acordo com a Tabela 5, observa-se que as viagens se concentram em maiores quantidades nas rotas 1, 3 e 5, consumindo boa parte do tempo estimado para o sistema, por outro lado, em algumas áreas o volume de resíduos se demonstrou bem inferior à capacidade volumétrica do caminhão basculante, representando em prejuízos, caso este fosse para o aterro com valores abaixo de sua capacidade total, logo a fim de reduzir os custos, foi proposto às rotas 4, 7 e 8, de forma a coletar o máximo de RCC possível.

A estimativa dos custos foi realizada primeiramente com base no tempo de funcionamento do sistema, em seguida, tentou-se estimar os custos para remoção dos RCC com base no volume presente em cada área, tendo em vista que não se mostrou muito vantajoso, devido à presença de pequenas quantidades de resíduos em algumas áreas, no que representaria em custos extras com locomoção dos veículos. Logo foi confirmado que o método utilizado se apresenta mais viável economicamente.

**Tabela 6 – Cálculo da distância percorrida e tempo de funcionamento dos veículos**

Rota nº	Distância de percurso (km)	Tempo funcionamento pá carregadeira (min)	Nº viagens	Distância total/rota (km)	Tempo de funcionamento pá carregadeira por rota (h)	Tempo de funcionamento caminhão basculante por rota (h)
1	22,8	5	23	524,4	1,9	12,40
2	22,4	5	1	22,4	0,1	0,50
3	22,4	5	22	492,8	1,8	11,70
4	21,95	15	1	21,95	0,3	0,70
5	21	5	4	84	0,3	2
6	24,6	5	1	24,6	0,1	0,60
7	25,95	15	1	25,95	0,3	0,80
8	13,4	15	1	13,4	0,3	0,50
<b>TOTAL</b>			<b>54</b>	<b>1209,5</b>	<b>5,0</b>	<b>29,20</b>

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

Segundo o roteiro proposto, utilizando somente um caminhão basculante e uma pá carregadeira, o tempo total para remoção dos resíduos seria de 29 horas e 12 minutos, resultando em 54 viagens. Realizando os cálculos, é possível observar na Tabela 6 que o tempo de funcionamento da pá carregadeira foi de aproximadamente seis vezes menor do que o tempo total de funcionamento do sistema, ou seja, após o caminhão ser carregado e seguir viagem para o aterro sanitário, o equipamento deveria esperá-lo retornar para retomar os trabalhos, resultando em um tempo de espera total do veículo de aproximadamente 24 horas.

Com objetivo de otimizar tempo e reduzir gastos, se apresentou mais viável à adição de mais um caminhão basculante no sistema, representando em 14 horas e 36 minutos de funcionamento de cada caminhão e 10 horas de funcionamento para a pá carregadeira, tendo em vista que o tempo de sobra serviria para as eventuais manutenções e locomoção de uma área para outra.

Os custos para recebimento desse material no aterro foram baseados na média dos valores obtidos em pesquisa bibliográfica, devido à heterogeneidade dos resíduos encontrados, possibilitando sua caracterização somente de forma visual, portanto o custo para destinar os RCC, foi estimado em R\$ 37,50 por caçamba.

Portanto com base nessas informações torna-se possível estimar os custos para os seguintes componentes do sistema, considerando às 14 horas e 36 minutos de trabalho.

- 2 Caminhões Basculantes com capacidade volumétrica de 10 m<sup>3</sup>;
- 1 Pá carregadeira capacidade volumétrica 1,7 a 2,8 m<sup>3</sup>;
- 2 Motoristas de Caminhão;
- 1 Operador de Pá Carregadeira.

**Tabela 7 – Estimativa de custos**

<b>Código Sinapi</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unid</b>	<b>Preço mediano (R\$)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Total (R\$)</b>
<b>91380</b>	Caminhão Basculante capacidade volumétrica de 10 m <sup>3</sup>	h	17,34	29,2	506,30
-	Custos operacionais do caminhão basculante	km	1,00*	1209,5	1209,5
<b>89128</b>	Pá carregadeira capacidade volumétrica 1,7 a 2,8 m <sup>3</sup>	h	22,72	14,6	331,70
-	Custos operacionais pá carregadeira	h	60,50*	10	605,00
<b>4093</b>	Motorista de Caminhão	h	11	29,2	321,20
<b>4248</b>	Operador de Pá Carregadeira	h	12,21	29,2	356,532
-	Custo para recebimento de uma caçamba de RCC em um aterro sanitário/ centro de reciclagem	unid	37,50*	54	2025,00
<b>TOTAL</b>					<b>5355,23</b>

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

OBS: \*Composição dos custos com base em pesquisa bibliográfica.

De acordo com a Tabela 7, o tempo necessário para remoção dos RCC seria de 14 horas e 36 minutos, com um custo total estimado de R\$ 5355,23, representando em aproximadamente R\$ 10,00/m<sup>3</sup>. Os custos do mecanismo mecanizado, quando comparado com os custos do mecanismo de remoção manual, por exemplo, se apresentou mais viável, já que houve uma otimização do tempo e redução dos gastos com mão de obra.

A proposta de recuperação das áreas degradadas mostrou-se viável, devido os benefícios que sua realização resultaria para a população, como uma melhora na qualidade de vida dos moradores locais. Tendo em vista que, não basta realizar a recuperação das áreas degradadas, se a população não for conscientizada sobre os problemas ocasionados pela disposição inadequada dos RCC.

Portanto é necessária a educação ambiental da sociedade, com a finalidade de reduzir a geração de resíduos, ou no caso de sua geração, serem destinados para locais ambientalmente adequados, tais como centrais de reciclagem ou aterros sanitários para o devido tratamento, com a possibilidade de serem reaproveitados na composição de novos materiais, ou serem destinados a locais para disposição final ambientalmente adequada. Tendo em vista que o município deve oferecer suporte para tais práticas sustentáveis, iniciando o planejamento de uma infraestrutura adequada para receber os RCC de acordo com sua finalidade.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o estudo realizado, foi possível espacializar as áreas degradadas, realizando sua caracterização e identificando os possíveis impactos ambientais que estavam ocorrendo em cada uma, foi identificado que os RCC são depositados na maioria das vezes em terrenos abandonados, privados ou até mesmo da prefeitura, em regiões com população de baixa renda e pouco tráfego de veículos, tornando-as um cenário propício à ação de caçambeiros irregulares. Algumas áreas caracterizadas apresentaram impactos semelhantes a outras e em alguns casos a disposição irregular dos RCC, poderia ocasionar uma modificação no ecossistema ou poluição da água, tendo em vista que em duas das áreas mapeadas, os resíduos estavam depositados nas margens de um rio.

As disposições em locais inadequados ocorrem na maioria das vezes, pela falta de uma fiscalização eficaz que impeçam sua ação, tendo em vista que o principal motivo é a falta de uma educação ambiental da população, assunto esse que se for tratado com mais seriedade resolveria os problemas ocasionados pela geração dos RCC e disposição final inadequada.

Com base no estudo realizado, foi possível estimar o volume de RCC presentes em cada área, como também estimar os custos para recuperação das mesmas. Foi utilizado o método mais eficiente, proporcionando em maior rapidez e menores custos para implantação, tendo em vista que selecionado o local para encaminhamento dos RCC coletados, foi escolhido um veículo que transportasse uma boa quantidade de resíduos e que fosse fácil de encontrar no município, resultando em 54 viagens e um custo para recuperação das áreas degradadas de R\$ 5355,23.

No decorrer da pesquisa foi observado que o município não possui uma infraestrutura adequada para encaminhando dos RCC e medidas de fiscalização eficientes que se adequassem ao constante crescimento do setor da construção civil na região, propiciando assim nas disposições inadequadas observadas. Portanto o município não possui um local para recebimento dos RCC, tais como aterros sanitários ou locais de reciclagem que trabalhem com este tipo de material. Apesar da lei 12305/10 estabelecer as extinções dos lixões, foi identificado a existência de um em plena operação no município que recebem todo e qualquer tipo de resíduo, sem o devido tratamento.

No entanto a proposta de recuperação, com base no sistema proposto, se apresentou viável economicamente e socialmente, tendo em vista se o município atendessem as legislações vigentes e implantasse um aterro sanitário no local, do atual lixão municipal, logo este poderia receber os RCC coletados.

Por tanto, conclui-se, que levantada à possibilidade de recuperação das áreas degradadas é visto como essencial a colaboração de todos os participantes envolvidos em qualquer uma das fases que compõem o processo construtivo, onde os mesmos devem possuir informação sobre os impactos ocasionados pela disposição inadequada dos RCC e que só se é conseguido a sustentabilidade ambiental e social se todos fizerem sua parte.

## REFERÊNCIAS:

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados.** 2000. 155 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ANGULO, S. C.; TEIXEIRA, C. E.; CASTRO A. L.; NOGUEIRA T. P. **Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação.** Artigo Técnico – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE, 2016. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.**

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15112 Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15113 Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15114 Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15115 Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004e.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15116 Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004f.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (ABRECON). **O que é Entulho.** Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/o-que-e-entulho>>. Acesso em: 11 de abril de 2017.

BRASIL, Ministério Do Meio Ambiente, Conselho Nacional Do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, nº 136, 17 de julho de 2002. Seção 1.

BRASILEIRO, L. L., MATOS, J. M. E. Reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Revisão bibliográfica**. Artigo Técnico – UFP - Teresina, 2015.

CABRAL, A. B.; MOREIRA, K. M. V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Fortaleza: SINDUSCON-CE, 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Visão da Indústria Brasileira sobre a Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília: CNI, 2014.

CRUZ JUNIOR, J. B. **Análise da Gestão dos Resíduos Sólidos da Construção e da Demolição (RCD's) no Município de Angicos – RN**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Angicos, 2011.

DIEDERICHSEN, F. T. B.; BARAVELLI, J. E.; Moreira, R. M. P. **Triagem, Transbordo e Reciclagem de Entulho no JD Pantanal**. Caderno Técnico. São Paulo, 2007.

GALBIATI, A. F. **O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem**. Educação ambiental para o Pantanal. Disponível em: <[www.redeaguape.org.br/desc\\_artigo.php?cod=92](http://www.redeaguape.org.br/desc_artigo.php?cod=92)>. Acesso em: 14 set. 2017.

GOOGLE. **Google Earth**. Versão Pro. 2017. Patos-PB. Disponível em: <[www.google.com.br/earth/download/gep/agree](http://www.google.com.br/earth/download/gep/agree)>. Acesso em 14 set. 2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JOHN, V. M. **Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção**. In: CASSA, J.C.S. et al. (Org). Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

LIMA, L. M. Q. **Lixo**: Tratamento e Biorremediação. Hermus editora Ltda. São Paulo, 1995.

MÁQUINAS NOVAS. Disponível em: <<https://www.maquinasnovas.com.br/especificacoes?ca=7292-pa-carregadeira-caterpillar-962l&cv=676DA38>>. Acesso em 25 nov. 2017.

PAIVA, P. A.; RIBEIRO, M. S. **A reciclagem na construção civil: como economia de custos**. Artigo Técnico – USP – São Paulo, 2004.

PATOS ONLINE. **Patos registra crescimento da construção civil**. Patos, 2007. Disponível em <<http://patosonline.com/post.php?codigo=166>>. Acesso 22 out. 2017.

PINTO, T. P.; GONZALES, J. L. R., (Coord.) **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Manual de orientação 1. Como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da construção civil nos municípios. Parceria Técnica entre o Ministério das Cidades, Ministérios do Meio Ambiente e Caixa Econômica Federal. Brasília: CAIXA, 2005.

PINTO, T. P. Resultados da gestão diferenciada. **Revista de Tecnologia da Construção – Tèchne**. Rio Grande Do Sul, 2000.

ROBERT, L. P.; CLIFFORD, J. S. **Planejamento, equipamentos e métodos para construção civil**. 8. ed. São Paulo, 2011. ISBN 0073401129/9780073401126.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo**. Programa de Pós- Graduação em Saúde Pública. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). **Manual Técnico Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Distrito Federal: SEBRAE, 2007.

Secretária de licitações e contratos. **Manual de Serviços de Limpeza Urbana**. Goiás, 2016.

Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil (**Sinapi**). Paraíba, 2017. Disponível em: <[www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx](http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx)>. Acesso em 24 out. 2017.

VELOSO, C. H. V.; MESQUITA JÚNIOR, J. M. **Programa de educação à distância em gestão integrada de resíduos sólidos**: unidade de estudo 3: manejo integrado e diferenciado dos resíduos sólidos urbanos (1ª parte). coordenação Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.