

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE  
TECNOLOGICAS

MARIANNE COGO RIBEIRO

**Crescimento Vegetativo de *Crotalaria juncea* em  
misturas solo/agregado reciclável visando  
recuperação de áreas degradadas**

CAMPINAS

2018

MARIANNE COGO RIBEIRO

**Crescimento Vegetativo de *Crotalaria juncea* em  
misturas solo/agregado reciclável visando  
recuperação de áreas degradadas**

Dissertação apresentada como exigência para obtenção do Título de Mestre, ao Programa de Sistemas de Infraestrutura Urbana, do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e Tecnológicas, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Regina Márcia Longo.

CAMPINAS

2018

Ficha catalográfica elaborada por Marluce Barbosa – CRB 8/7313  
Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI - PUC-Campinas

t339.5 Ribeiro, Marianne Cogo.  
R484c Crescimento vegetativo de *Crotalaria juncea* em misturas de solo/agregado reciclável visando recuperação de áreas degradadas / Marianne Cogo Ribeiro. - Campinas: PUC-Campinas, 2018.  
107f.

Orientadora: Regina Márcia Longo.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana.  
Inclui bibliografia.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Reciclagem - Indústria. 3. Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.). 4. Resíduos industriais - Aspectos ambientais. 5. Gestão ambiental. I. Longo, Regina Márcia. II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. III. Título.

CDD – 22. ed. t339.5

MARIANNE COGO RIBEIRO

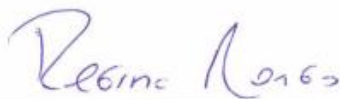
**Crescimento Vegetativo de *Crotalaria juncea* em misturas solo/agregado reciclável visando recuperação de áreas degradadas**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e Tecnológicas, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana.

Área de concentração: Sistemas de Infraestrutura Urbana.

Orientador (a): Prof (a) Dr. (a) Regina Márcia Longo.

Dissertação defendida e aprovada em 11 de dezembro de 2018 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:



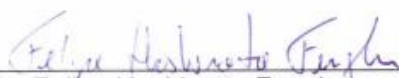
---

Profa. Dra. Regina Márcia Longo  
Orientadora da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



---

Prof. Dr. Rodrigo Custódio Urban  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



---

Prof. Dr. Felipe Hashimoto Fengler  
Faculdade de Engenharia de Sorocaba - FACENS

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE TECNOLOGIAS

**Autor (a): Marianne Cogo Ribeiro**

**Título: Crescimento Vegetativo de *Crotalaria juncea* em misturas solo/agregado reciclável visando recuperação de áreas degradadas**

BANCA EXAMINADORA

Presidente e Orientador Prof(a). Dr(a).Regina Márcia Longo

Titular Interno Prof. Dr. Rodrigo Custódio Urban

Suplente Interna Prof.(a). Dr(a).Lia Lorena Pimentel

Titular Externo Dr. Felipe Hashimoto Fengler - Faculdade de Engenharia de Sorocaba

Suplente Externo Dr. Carlos Roberto Espindola - Universidade Estadual de Campinas

Campinas, 11 de Dezembro de 2018

## RESUMO

RIBEIRO, Marianne Cogo. Crescimento Vegetativo de *Crotalaria juncea* em misturas solo/agregado reciclável visando recuperação de áreas degradadas 2018. 107f. Dissertação (Mestrado em Infraestrutura Urbana) - Programa de Pós Graduação *Stricto Sensu* em Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

A construção civil é uma das vertentes econômicas que mais se desenvolveu nos últimos tempos. A reutilização dos resíduos da construção civil se apresenta como uma alternativa sustentável, sendo associada à diminuição da extração de recursos naturais e da geração de resíduos. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo analisar o crescimento vegetativo da *Crotalaria juncea* em mistura de solo e de agregados oriundos da construção civil visando a recuperação ambiental de áreas degradadas, além de avaliar o potencial dos resíduos utilizados como condicionador de solo. Foram selecionados resíduos da construção civil, apresentando a combinação de 2 tipos de agregados em 5 combinações de solo. Foi realizada semeadura de *Crotalaria juncea*, espécie de leguminosa que pode ser utilizada como adubação verde. Para fins de caracterização do material foram realizadas análises de fertilidade do solo/agregado e análise física do solo, além de análises no desenvolvimento de raízes e de partes aéreas das plantas na finalização do experimento. Para análise dos dados foi realizada a análise ANOVA, aplicando o teste Tukey ao nível de 5% de confiabilidade, verificando a inexistência de diferenças significativas entre as médias de proporções diferentes de solo/agregado em diversos parâmetros. Pela análise dos resultados foi possível observar que os melhores resultados obtidos no crescimento da *Crotalaria juncea*, em relação aos parâmetros analisados (crescimento vegetativo), foram encontrados nos tratamentos que apresentam maiores porcentagens de solo e/ou bica terra (T1/T6, T2 e T3). Destaca-se que, em relação aos parâmetros de fertilidade do solo em tratamentos compostos por pedra 01 apresentaram-se adequados. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir a possibilidade de utilização de agregados de RCC, viabilizando a recuperação de áreas degradadas por meio reutilização de resíduos provenientes da construção civil, destacando-se principalmente o uso da bica terra associado ao uso de uma espécie leguminosa como condicionante de solo.

**Palavra-chave:** resíduo de construção civil; reciclagem; desenvolvimento sustentável.

## ABSTRACT

RIBEIRO, Marianne Cogo. Vegetative Growth of *Crotalaria juncea* in Soil / Recyclable Aggregates for Recovery of Degraded Areas 2018. 107f. Dissertation (Masters in Urban Infrastructure) - Stricto Sensu Postgraduate Program in Urban Infrastructure, Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Civil construction is one of the economic aspects that has developed most recently. The reuse of construction waste presents itself as a sustainable alternative and is associated with a decrease in the extraction of natural resources and the generation of waste. In this context, the objective of this work is to analyze the vegetative growth of *Crotalaria juncea* in a mixture of soil and aggregates from the construction industry, aiming at the environmental recovery of degraded areas, as well as to evaluate the potential of the residues used as soil conditioner. Residuals from the civil construction were selected, presenting the combination of 2 types of aggregates in 5 soil combinations. *Crotalaria juncea* was sowed, a legume species that can be used as green manure. For soil characterization purposes soil / aggregate fertility analyzes and soil physical analysis were performed, as well as analyzes on the development of roots and parts of the plants at the end of the experiment. To analyze the data, ANOVA analysis was performed, applying the Tukey test to the 5% level of reliability, verifying the absence of significant differences between the means of different proportions of soil / aggregate in several parameters. It was possible to observe that the best results obtained in the growth of *Crotalaria juncea*, in relation to the parameters analyzed (vegetative growth), were found in the treatments with the highest percentages of soil and / or soil (T1 / T6, T2 and T3). It is noteworthy that, in relation to soil fertility parameters in treatments composed of stone 01, they were adequate. According to the results obtained, it is possible to conclude the possibility of using RCC aggregates, making possible the recovery of degraded areas through the reuse of waste from the construction industry, especially the use of the land spout associated to the use of a leguminous species as soil conditioner.

**Keyword:** construction waste; recycling; aggregate; sustainable development

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. HIPÓTESE BÁSICA E OBJETIVO.....	14
2.1. Hipótese básica.....	14
2.2. Objetivo geral.....	14
2.2.1. Objetivos específicos.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1 Impactos Ambientais Provenientes da Urbanização e da Construção Civil.....	15
3.2. Resíduos da Construção Civil: Caracterização em Âmbito Nacional e Diretrizes Estaduais e Municipais.....	22
3.3.Geração de Resíduos da Construção Civil.....	33
3.4. Conceituação de Áreas Degradadas.....	37
3.5. Formas de recuperação de voçorocas e solos antropizados.....	42
3.6. Uso de RCC na recuperação de áreas degradadas.....	47
4. VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS DO MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA DO OESTE NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	51
5.MATERIAIS E MÉTODOS.....	58
5.1. Seleção dos Agregados Reciclados da construção civil.....	58
5.2. Caracterização físico/ química dos tratamentos.....	62
5.3. Análises físicas no solo.....	63
5.4. Montagem de experimentos em vasos com diferentes classes granulométricas de agregados e proporções de solos.....	65
5.5. Análise dos dados.....	67
6.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
6.1. Caracterização físico/química do solo/resíduo reciclável de construção civil para fins de recuperação de área degradadas.....	68
6.2. Avaliação do crescimento da <i>Crotalaria juncea</i> .....	77
7. CONCLUSÃO.....	96
8. LITERATURA CITADA.....	98



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 01.</b>	Dificuldades das empresas do segmento da construção civil no Brasil.	18
<b>Figura 02.</b>	Fluxograma da Gestão Integrada dos RCC.	22
<b>Figura 03.</b>	Composição média de materiais nos RCC do Brasil.	32
<b>Figura 04.</b>	Diagrama dos mecanismos de degradação.	40
<b>Figura 05.</b>	Localização do município de Santa Bárbara d'Oeste.	51
<b>Figura 06.</b>	Descarte irregular de RCC.	52
<b>Figura 07.</b>	Descarte irregular de RCC.	52
<b>Figura 08.</b>	Descarte irregular de RCC.	52
<b>Figura 09.</b>	Descarte irregular de RCC.	52
<b>Figura 10.</b>	Processo erosivo no Município de Santa Barbara d'Oeste - Rua Croácia.	55
<b>Figura 11.</b>	Detalhamento da área erodida do processo erosivo - Rua Croácia.	55
<b>Figura 12.</b>	Histórico do processo erosivo, localizado no córrego Suzigan - Santa Bárbara d'Oeste A: 20/05/2004, B: 23/07/2010, C: 20/04/2014, D: 27/08/2017).	56
<b>Figura 13.</b>	Vista Geral da Voçoroca no córrego Suzigan.	56
<b>Figura 14.</b>	Fluxograma das etapas de processamento do RCC na usina recicladora de Jundiaí/SP.	59
<b>Figura 15.</b>	Fiscalização do material recebido.	60
<b>Figura 16.</b>	Triagem de resíduos.	60
<b>Figura 17.</b>	Processo de Britagem.	60
<b>Figura 18.</b>	Empilhamento granulometria.	60
<b>Figura 19.</b>	Empilhamento de Bica Terra.	61
<b>Figura 20.</b>	Empilhamento de Pedra 01.	62
<b>Figura 21.</b>	Distribuição dos tratamentos.	66
<b>Figura 22.</b>	Curvas Granulométricas do solo/resíduo reciclável de construção civil.	69

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 23.</b>	Teores de Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Soma de Bases (S.B.) acidez potencial ( $H^+ + Al^3$ ) e Capacidade de troca catiônica (CTC), Fósforo (P), Matéria Orgânica (M.O.), Acidez ( $pH-CaCl^2$ ), Percentagem de Saturação por Bases (V%).	73
<b>Figura 24.</b>	Avaliações periódicas de crescimento das plantas.	77
<b>Figura 25.</b>	Comparação entre os tratamentos bica terra e pedra 01 na sexta medição dos experimentos (da direita para esquerda T1, T2, T3, T4, T5, T7, T8, T9 e T10).	80
<b>Figura 26.</b>	Parte Aérea e Raiz -Tratamento 02.	81

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01.</b>	Comparativo entre o comprimento da parte aérea nas diferentes datas de avaliação.	79
<b>Gráfico 02.</b>	Comparação entre os valores médios de massa verde e massa seca da parte aérea das mudas e das raízes das mesmas.	82
<b>Gráfico 03.</b>	Comparação entre o comprimento da parte aérea e raízes.	82
<b>Gráfico 04.</b>	Número total de folhas por tratamento.	83
<b>Gráfico 05.</b>	Porcentagem de germinação de sementes por tratamento.	84
<b>Gráfico 06.</b>	Porcentagem de plantas com flores por tratamento.	84

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01.</b>	Dados gerais entre os anos de 2014 e 2015, em relação à empresas de construção no Brasil.	17
<b>Tabela 02.</b>	Principais impactos ambientais do segmento da construção civil.	20
<b>Tabela 03.</b>	Instrumentos legais e normativos de gestão e gerenciamento de RCC em âmbito nacional.	23
<b>Tabela 04.</b>	Correta destinação dos resíduos provenientes da construção civil em relação à classificação dos mesmos de acordo com legislação ambiental vigente.	26
<b>Tabela 05.</b>	Normas técnicas brasileiras em relação à resíduos sólidos e resíduos provenientes da construção civil.	27
<b>Tabela 06.</b>	Estados brasileiros que apresentam Plano Estadual de Resíduos Sólidos.	27
<b>Tabela 07.</b>	Instrumentos legais em relação ao gerenciamento de RCC em diferentes estados.	28
<b>Tabela 08.</b>	Listagem de municípios que apresentam instrumento legal para Resíduos da Construção Civil.	30
<b>Tabela 09.</b>	Listagem de outros municípios que apresentam instrumento legal para RCC.	30
<b>Tabela 10.</b>	Quantidade total coletado pelos municípios no Brasil.	34
<b>Tabela 11.</b>	Coleta de RCD pertinente a regiões do Brasil.	35
<b>Tabela 12.</b>	Geração de resíduos da construção civil por regiões administrativas no estado de São Paulo.	35
<b>Tabela 13.</b>	Geração de resíduos das regiões metropolitanas de São Paulo.	36
<b>Tabela 14.</b>	Propriedades físicas ensaiadas e normas técnicas.	62

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 15.</b>	Distribuição dos tratamentos.	65
<b>Tabela 16.</b>	Classificação dos solos segundo NBR 7181/1984.	68
<b>Tabela 17.</b>	Classificação granulométrica do solo/resíduo reciclável de construção civil.	71
<b>Tabela 18.</b>	Classificação dos tratamentos em relação aos parâmetros de fertilidade.	76
<b>Tabela 19.</b>	Análise estatística dos parâmetros relativos ao crescimento vegetativo da <i>Crotalaria juncea</i> ..	85
<b>Tabela 20.</b>	Análise estatística dos parâmetros relativos aos parâmetros de solo.	89
<b>Tabela 21.</b>	Valores de correlação de Pearson das variáveis.	93

## 1. INTRODUÇÃO

A transformação e o constante crescimento das cidades estão vinculados, de uma forma geral, à expansão econômica de centros urbanos e são fatores que se tornam recorrentes no modelo em que as sociedades atuais se encontram inseridas. A predominância de obras, de reparos e de reformas caracterizam essa constante transformação e acarretam além do desenvolvimento, questões preocupantes e fundamentais a serem discutidas e analisadas como, por exemplo, a geração e o descarte de resíduos diretamente no meio ambiente.

A indústria da construção civil é considerada um dos grandes pilares do progresso econômico e social da indústria brasileira (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2012), desta forma, representando uma grande consumidora de recursos naturais e conseqüentemente apresenta um grande potencial em geração resíduos (AGOPYAN & JOHN, 2011). Os conhecidos RCC (resíduos de construção civil) podem gerar degradações ambientais quando direcionados de forma incorreta e em função do intenso volume gerado.

Os danos ambientais promovidos por essa atividade econômica podem ser associados, principalmente a geração, gerenciamento de resíduos sólidos ineficaz e a disposição inadequada dos mesmos. Essa temática apresenta como conseqüências a degradação do solo, o comprometimento dos corpos d'água e mananciais, a intensificação de enchentes, o favorecimento a poluição do ar, a proliferação de vetores de relevância sanitária em centros urbanos e a associação de catadores de resíduos em situações consideradas insalubres em áreas de disposição final (BESEN et al., 2010).

A proposta de um diagnóstico que contemple a identificação dos segmentos de resíduos gerados e o levantamento de dados em relação aos aspectos legais e técnicos da sustentabilidade socioeconômica e ambiental são fundamentais para o planejamento e implementação de ações que visem beneficiamento à projetos ambientais. Contudo, o conhecimento da realidade local, regional ou nacional é considerado essencial para elaboração do planejamento de metas e a eficiência das mesmas contando inclusive com políticas públicas, que de forma prospectiva, viabilizem a inclusão de medidas de caráter

preventivos (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2012).

Com a finalidade de implementar diretrizes a serem cumpridas quanto a gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos foram criadas legislações ambientais que apoiam a responsabilidade dos geradores e do poder público e estabelecem instrumentos econômicos aplicáveis ao setor. As legislações vigentes implementam as classificações dos resíduos e apontam alternativas de direcionamento final adequado a fim de assegurar a diminuição de impactos ambientais, inserindo inclusive o conceito de reutilização e reaproveitamento dos materiais.

A reutilização de resíduos provenientes da construção civil vem se evidenciando como uma alternativa interessante de aplicação, pois os agregados reciclados apresentam boas perspectivas para a aplicação em pavimentações, em blocos de concreto, em assentamento e outras utilizações, incluindo a recuperação de áreas degradadas. Em relação ao solo, os fatores que influenciam na sua degradação podem atuar direta ou indiretamente, porém na maioria das situações, as áreas impactadas iniciam esse processo pelo desmatamento seguido por sucessivos outros erros, como intervenção em talude para segmentos de construções, processos de mineração, irrigação excessiva, crescimento desordenado das cidades, uso do solo direcionado a despejos domésticos e industriais, entre outras situações (GUERRA, 2005).

Neste contexto, o presente trabalho visa analisar a alternativa de recuperação de áreas degradadas por meio da utilização de resíduos provenientes da construção civil e apresentar uma análise de viabilidade de aplicação dessas técnicas no Município de Santa Bárbara d'Oeste/SP.

## **2. HIPÓTESE BÁSICA E OBJETIVO**

### **2.1. Hipótese básica**

O presente trabalho parte da hipótese básica de que resíduos de construção civil podem ser utilizado como condicionador a fim de melhorar as características físicas de solos degradados visando a revegetação.

### **2.2. Objetivo geral**

O presente teve por objetivo geral avaliar o potencial de resíduos proveniente da construção civil como condicionante de solos para recuperação de áreas degradadas com a utilização da *Crotalaria Juncea*;

#### **2.2.1. Objetivos específicos**

No intuito de atingir o objetivo geral, foram traçados objetivos específicos, sendo eles:

- Analisar as características físico-químicas de resíduos recicláveis de construção civil em diferentes de misturas de solo/agregado visando a utilização em áreas degradadas;
- Analisar o crescimento vegetativo da *Crotalaria Juncea* nos diferentes substratos;
- Discutir a viabilidade de utilização de agregados reciclados do município de Santa Bárbara do Oeste na recuperação de áreas degradadas;
- Apresentar as alternativas de direcionamento ambientalmente correto de resíduos que o município de Santa Bárbara d'Oeste apresenta.



### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Impactos Ambientais Provenientes da Urbanização e da Construção Civil**

A expansão urbana em países em desenvolvimento vem progredindo de forma contínua, apresentando como consequência, prejuízos significativos na qualidade de vida da população baseado em função da forma insustentável que o sistema se apresenta (TUCCI, 2006). Ao longo da história foram implementadas técnicas de exploração contínuas dos recursos naturais disponíveis, atendendo aos mais variados segmentos da sociedade, contudo, não foram e continuam não sendo considerados os prejuízos ocasionados por tais ações, que normalmente são executadas sem responsabilidade e preocupação em relação ao meio ambiente como um todo. O crescimento populacional pode ser considerado um dos fatores que veio a impulsionar a mencionada exploração devido ao aumento das demandas, sendo considerável o desenvolvimento industrial das últimas décadas, bem como seus possíveis desperdícios em relação a seus ciclos produtivos, destacando-se a indústria da construção civil como um dos segmentos de maior geração de resíduos e impactos ambientais (ROCHA, 2014).

A indústria da construção civil é considerada uma das vertentes de maior consumo relacionado a recursos naturais e energia em comparação a outros segmentos econômicos sendo resultante a grande geração de resíduos proveniente desse setor (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2012). Avanços consideráveis no segmento da construção civil brasileira tem sido notado, abrangendo significativas incorporações de empresas formais no Produto Interno Bruto (PIB) setorial e prosperidade na inclusão do emprego com carteira assinada, possibilitando assim grandes benefícios vinculados as ofertas de melhores produtos, melhores condições de trabalho e também melhoria na arrecadação de impostos (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2011).

Em relação ao crescimento econômico é possível destacar que houve um período de oscilação nas duas últimas décadas, apresentando maior notoriedade o ano de 2005, o qual iniciou a sustentação de taxas significativas de crescimento do produto e 2004, período de crescimento em relação a fortificação de empresas do

segmento. Tornam-se destaques, o período relacionado aos anos de 2003 à 2006, onde são realizadas alterações institucionais que se baseiam como fundamento para uma etapa de maior evolução do setor formal e também o período que abrange os anos de 2006 à 2009, onde são consolidadas as mudanças e são incorporados programas como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV), os quais possibilitam uma nova prospecção e maior previsibilidade aos investimentos na construção civil, proporcionando resultados mais expressivos (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2011).

Torna-se expressivo, que no ano de 2015 foram totalizadas cerca de 131,5 mil empresas ativas em âmbito nacional, apresentando o vínculo empregatício de 2,4 milhões de pessoas, sendo possível salientar a retração do mercado de trabalho deste setor, tendo em vista, que o ano de 2014 foi estimado 2,9 milhões de empregados neste segmento. De acordo com os dados disponíveis no Cadastro Geral de Empregados e Desempregados - Caged, do Ministério do Trabalho todos os meses que englobaram o ano de 2015 apresentaram um déficit em relação ao emprego no ramo da construção civil. As despesas vinculadas ao pessoal retrataram 33,3% do total dos custos e despesas dessas empresas, resultado considerado elevado em relação ao ano anterior do ano de 2014, onde o índice foi de 32,8%. Quanto ao salário médio do empregado, o mesmo obteve uma recaída de 1,4% (Cálculo considerando a variação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor - INPC, que teve variação média de 11,27% em 2015) de R\$ 1 970,05, em 2014, para R\$ 1 943,43, no ano de 2015 (PESQUISA ANUAL DA INDÚSTRIA AIC, 2015).

Ainda em 2015, as empresas do ramo da construção civil desempenharam obras, serviços e incorporações que atingiram o valor resultante de R\$ 354,4 bilhões, contudo, em comparação ao ano de 2014 houve uma diminuição de 16,5% (deflacionado pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA, item Reparos, calculado pelo IBGE, que teve variação média de 7,44% em 2015) em relação ao ano de 2014. Em associação com a receita operacional líquida, foi compreendido o valor de R\$ 323,9 bilhões, recuando 18,7%, em termos reais, em relação à 2014 (PESQUISA ANUAL DA INDÚSTRIA AIC, 2015).

A Tabela 01 expressa a comparação de valores em relação a empresas do segmento na construção no Brasil entre os anos de 2014 e 2015.

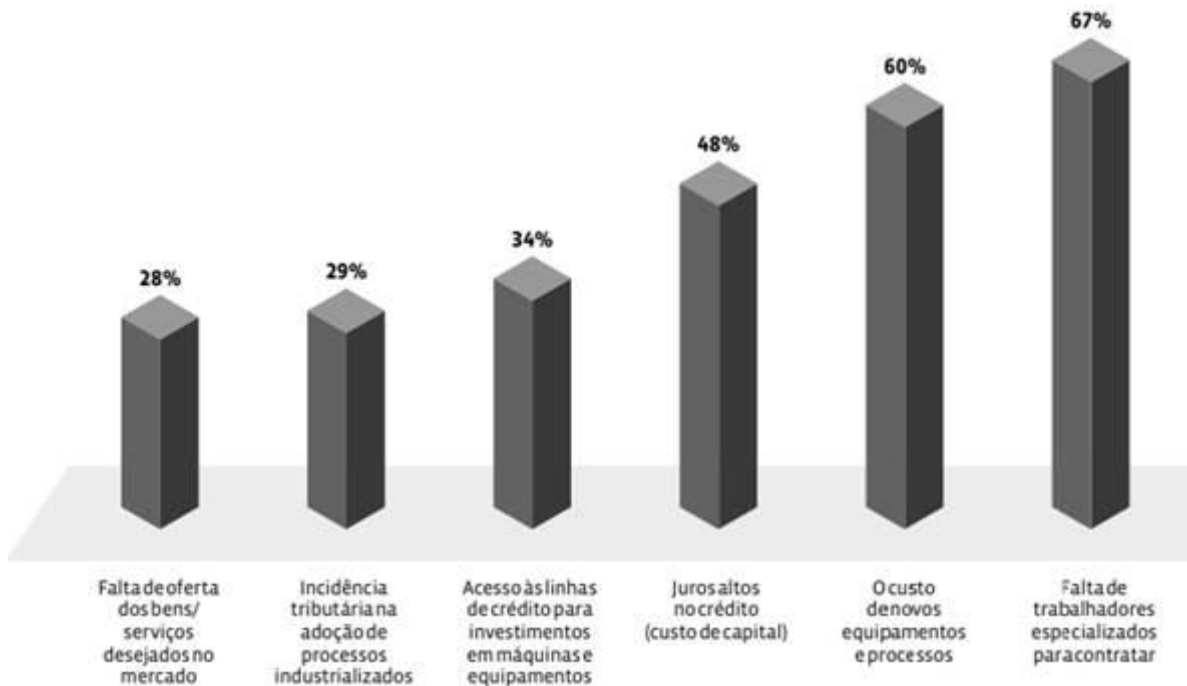
Tabela 01: Dados gerais entre os anos de 2014 e 2015, em relação à empresas de construção no Brasil.

DADOS GERAIS DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO									
ANO	Número de empresas ativas	Pessoal ocupado	Salários, retiradas e outras remunerações	Gastos de pessoal	Total dos custos e despesas	Valor das incorporações, obras e/ou serviços	Valor das obras/ou serviços	Construções para entidades públicas	Receita operacional líquida
100 000 R\$									
2014	128 012	2 894 458	74 129	108 110	329 406	395 132	382 687	129 780	370 783
2015	131 487	2 439 429	68 577	99 691	299 206	354 359	337 949	103 495	323 971

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, apud PAIC 2014-2015.

Foi realizada pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), uma pesquisa por meio de questionários que englobam perguntas em relação ao segmento da construção civil em âmbito nacional, que abrange temas como produtividade, mão de obra especializada, entre outras colocações. A pesquisa foi direcionada a 166 empresas sediadas em 15 estados, com maior incidência do estado de São Paulo, visto que as sedes das mesmas, são localizadas no estado, as pesquisas tiveram como objetivo apresentar um panorama nacional e não estatal, sendo compostas as respostas principalmente por empresas de edificação. Foi constatado que 67% das empresas questionadas apresentaram dificuldade em contratação de mão de obra especializada direcionada à novos equipamentos e processos intensificando, sendo notável a necessidade de inserção de técnicas de treinamento, tendo como finalidade a evolução da produtividade total de fatores. Torna-se relevante o índice de 60% das empresas apresentarem dificuldades junto aos custos das máquinas, equipamentos e processos e 34% apontaram dificuldades no acesso às linhas de crédito para investimentos em máquinas e equipamentos, revelando então problemas relacionados e 29% a alta incidência tributária na adoção de processos industrializados, conforme apontamento da Figura 01.

Figura 01: Dificuldades das empresas do segmento da construção civil no Brasil.



Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) - FGV, 2011.

As intervenções antrópicas são responsáveis por grandes impactos não só em âmbito ambiental, mas também com grande relevância em escala econômica e social, sendo influenciadas pelo porte e pela funcionalidade da obra em questão. Contudo, os impactos podem variar de acordo com a magnitude da intervenção, ou seja, quanto maior a obra, maior será a intervenção daquela área, tendo como obras de grande relevância sendo geradoras de impactos relevantes exemplos como barragens, aterros, entre outros. Algumas obras geram grandes impactos que acabam originando como consequência elevados prejuízos, ao ecossistema local, sendo possibilitada sua alteração e até mesmo a extinção do mesmo ocasionando graves prejuízos como inundações de grandes áreas, supressão de vegetação, impermeabilização do solo, geração de resíduos oriundo das obras, poluição sonora, impacto em relação ao sistema de ventilação local, além de que a alteração da área pode promover sua desvalorização visual (SPADOTTO, *et al.* 2011).

Após o processo de extração dos materiais como areia e cascalho, grandes impactos ambientais decorrem inclusive nos procedimentos que envolvem processamento e transporte desses resíduos. Tendo em vista o volume e proporção dos agregados, o transporte deste acaba acarretando proporções relevantes ao

custo total do produto conseqüentemente não se apresenta como uma alternativa economicamente viável sendo prolongada a longas distâncias portanto, esse é considerado um dos fatores que constitui a baixa incidência do comércio internacional de exportações e importações de agregados (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2008).

A disposição dos materiais provenientes da construção civil, muitas vezes quando dispostos de forma irregular, ou seja quando não respeitadas as normas e legislações vigentes como a 307/02 do CONAMA e a ABNT NBR 10.004/04 acabam acarretando prejuízos graves à área e à qualidade de vida da população que ali reside. A proliferação de animais peçonhentos assim como a de pragas urbanas em geral, apresentam-se como conseqüências significativas para a sociedade, visto que o local encontra-se como uma ótima alternativa de refúgio, desta forma a propagação se apresenta de forma rápida e difundida, destacando-se o *Aedes aegypti* dentre os vetores que é o transmissor da dengue (SILVA; FERNANDES, 2012).

Torna-se válido ressaltar que a disposição irregular deste tipo de resíduo é ocasionado com alta incidência, desta forma, seu reaproveitamento compreende inclusive a diminuição com o prejuízo gerado com o entulho, como o assoreamento de rios e córregos, enchentes entre outras situações impróprias (MAGAGNIN, 2015).

Legislações ambientais e iniciativas vem sendo implementadas com a finalidade de assegurar o crescimento sustentável das cidades, desta forma, a gestão deste tipo de resíduo visa apontar alternativas que direcionam a valorização do mesmo por conta de especificações técnicas que credibilizem sua aplicação como material reciclado e reutilizável (MÁLIA, BRITO E BRAVO, 2011).

A amplitude de direcionamentos de utilização dos conhecidos resíduos da construção civil (RCC) pelo processo de reciclagem ou reutilização pode vir a diminuir seu percentual de impacto ambiental, apresentando-se como uma alternativa extremamente interessante, visto o desenvolvimento deste segmento em virtude da expansão de centros urbanos tal como a garantia de condições acopladas a um desenvolvimento menos agressor e mais sustentável direcionado a necessidade das gerações futuras (MELO, 2011).

A gestão de resíduo pode ser considerada a vertente mais consolidadas para oferecer resultados significativos, de forma mais rápida dentre as iniciativas de

desenvolvimento do setor da construção civil, sendo diretamente respaldada por uma estrutura legislativa significativa como a Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei nº 12.305/10, resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Política Nacional de Saneamento Básico Lei nº 11.445/07, dentre outros marcos regulatórios que apresentam como finalidade a incorporação de boas práticas visando a sustentabilidade. De uma forma geral, as empresas do segmento público ou privado estão se condensando com o propósito de incorporar programas e ações que visem o incentivo de setores da construção civil a diminuir o consumo de resíduos (MELO, 2011).

O desperdício de materiais torna-se um dos principais fatores, responsável pelo grande volume de materiais gerados em canteiros de obras, desta forma essa problemática destacada em âmbito nacional, transfigura-se em outra questão fundamental e explícita: a falta de gerenciamento dos geradores, além da insuficiência de reaproveitamento dos materiais que é vinculado, inclusive aos gastos econômicos da intervenção no empreendimento. A ausência da consciência ambiental dos profissionais torna-se notória, o que apresenta a sensação de não responsabilidade pelo resíduo gerado, conseqüentemente a transferência de responsabilidade que se encontra vinculada ao comportamento cultural, resultando em uma dificuldade de mudança mais intensa (MARQUES NETO; SCHALCH, 2006).

Com a finalidade de resumir os principais impactos ambientais ocasionados pelos resíduos da construção civil, a Tabela 02 lista os mesmos apresentando suas características de maior relevância.

Tabela 02: Principais impactos ambientais do segmento da construção civil.

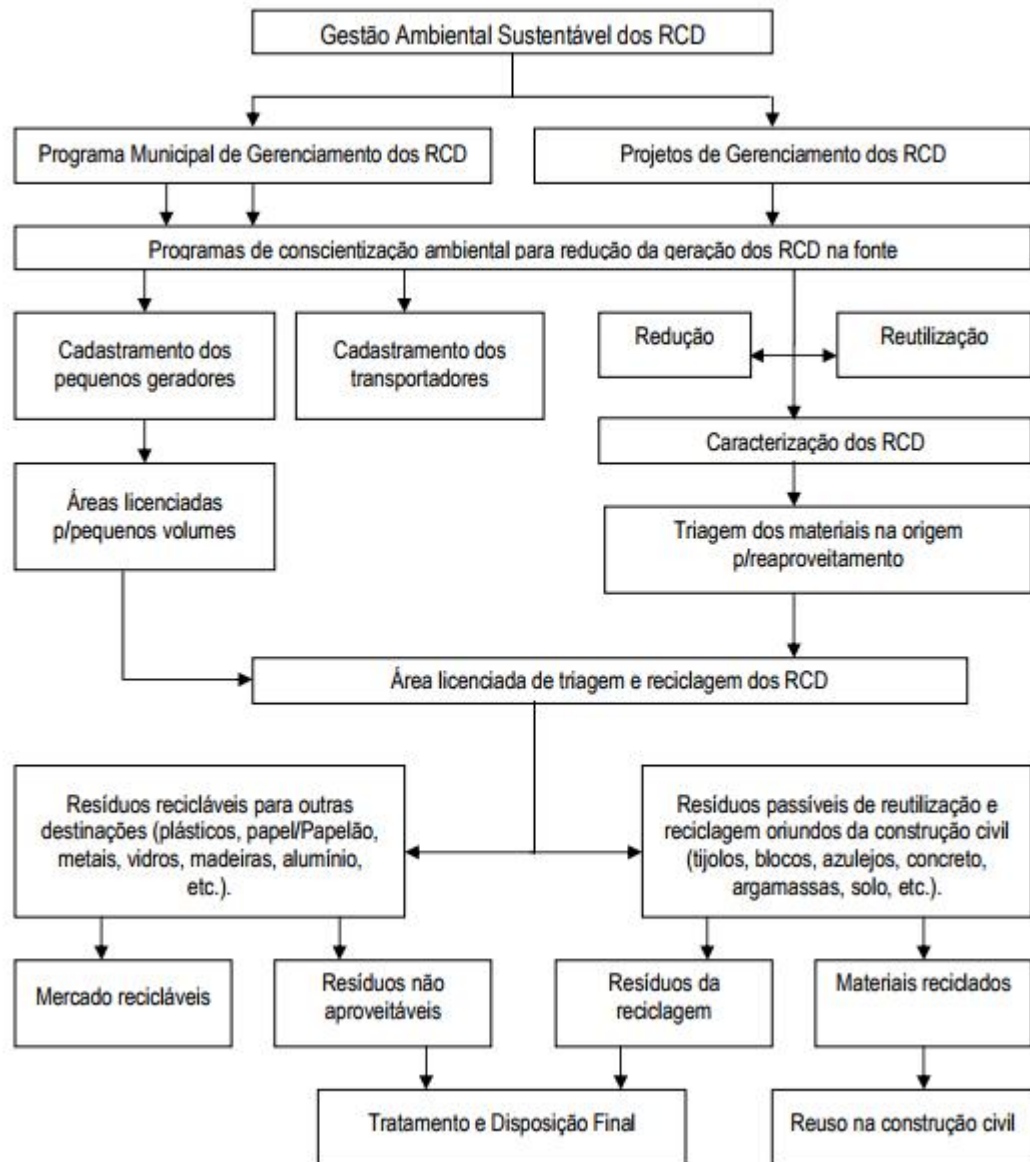
Impactos	Características	Fonte
Exploração de recursos naturais	Ações, que normalmente são executadas sem responsabilidade e preocupação em relação ao meio ambiente como um todo;	ROCHA, 2014

Continuação Tabela 02: Principais impactos ambientais do segmento da construção civil.

Impactos	Características	Fonte
Grandes prejuízos ambientais	Prejuízos como inundações de grandes áreas, supressão de vegetação, impermeabilização do solo, geração de resíduos oriundo das obras, poluição sonora, impacto em relação ao sistema de ventilação local, além de que a alteração da área pode promover sua desvalorização visual;	SPADOTTO, <i>et al.</i> 2011
Prejuízos ao ecossistema local	Algumas obras geram grandes impactos que acabam originando como consequência elevados prejuízos, ao ecossistema local, sendo possibilitada sua alteração e até mesmo a extinção do mesmo;	SPADOTTO, <i>et al.</i> 2011
Desperdício de materiais (RCC)	Insuficiência de reaproveitamento dos materiais que é vinculado, inclusive aos gastos econômicos da intervenção no empreendimento;	MARQUES NETO; SCHALCH, 2006
Disposição irregular do RCC	Quando dispostos de forma irregular, acabam acarretando prejuízos graves à área e à qualidade de vida da população que ali reside.	SILVA; FERNANDES, 2012

A Figura 02 apresenta um fluxograma que exhibe as principais etapas em relação aos processos vinculados à uma gestão integrada de resíduos de construção e demolição, visando gerenciar os processos e principalmente melhorar o aproveitamento dos resíduos.

Figura 02: Fluxograma da Gestão Integrada dos RCD.



Fonte: (MARQUES NETO; SCHALCH, 2006).

### 3.2. Resíduos da Construção Civil: Caracterização em Âmbito Nacional e Diretrizes Estaduais e Municipais

Atividades de obras e infraestruturas como processos de reforma e reparo, demolições, novas construções e restaurações, originam os resíduos da construção civil, assim como englobam fragmentos de areia, sobras de pedregulhos, aço, argamassa, materiais cerâmicos entre outros materiais (MAGAGNIN, 2015).

É possível realizar a identificação dos resíduos provenientes da construção civil, sendo os materiais encontrados com maior incidência em canteiros



de obras as pedras, tijolos, argamassa e concreto; madeira; plástico; vidro; metais, ainda assim são constatados materiais provenientes do embalamento dos resíduos utilizados em obra, como os paletes de madeira (muitas vezes devolvidos ou reutilizados pelos fornecedores dos mesmos). Contudo, faz-se necessário mencionar inclusive os materiais que são produzidos através dos próprios funcionários em obra, como é o caso dos resíduos gerados em alimentação pelo mesmos (resíduos orgânicos), latas de alumínio, vidro e plástico. Eventualmente, são constatados materiais mais específicos, de acordo com o protótipo da construção como gesso, estuque ou carpetes (JALALI, 2006).

A inserção de novos processos e tecnologias em vertentes da construção civil é considerado um grande atributo ao Brasil, porém de forma contraditória, ainda torna-se possível a constatação de métodos primitivos neste segmento, este fato torna-se justificável pela ausência de qualificação de mão de obra, sendo acoplada inclusive pelo vertiginoso desenvolvimento do setor (SILVA; FERNANDES, 2012).

Tendo em vista a minimização dos impactos ambientais oriundos do setor construtivo, faz-se necessário a implementações de Legislações e políticas públicas onde estão inseridas as diretrizes que se apresentam fundamentais a fim de evitar qualquer tipo de prejuízo ao meio como um todo.

Sendo contempladas diretrizes em âmbito nacional, é possível destacar instrumentos legais relacionado à gestão e gerenciamento dos resíduos provenientes da construção civil, como pode ser analisado através da Tabela 03.

Tabela 03: Instrumentos legais e normativos de gestão e gerenciamento de RCC em âmbito nacional.

Documento	Descrição
Decreto nº 7.404/2010	Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a PNRS, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências.
Lei Federal nº12.305/2010	Institui a PNRS, altera a Lei no 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

Fonte: IPEA, (2012).

Continuação Tabela 03: Instrumentos legais e normativos de gestão e gerenciamento de RCC em âmbito nacional.

Documento	Descrição
Lei Federal nº11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis no 6.766, de 19 de dezembro de 1979, no 8.036, de 11 de maio de 1990, no 8.666, de 21 de junho de 1993 e no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências
Resolução nº 348/2004	Altera a Resolução Conama no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos
Resolução nº 307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC.
Lei Federal nº10.257/2001	Estatuto das Cidades: regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
Lei Federal nº 9.605/1998	Lei de Crimes Ambientais: dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei Federal nº 6.938/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Fonte: IPEA, (2012).

Desta forma, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), estabelece perante a Resolução nº 307/02 a definição dos resíduos provenientes da construção civil, se apresentando como:

“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., usualmente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha”. (BRASIL, 2002, p.1)

É válido ressaltar que a mencionada resolução também determina responsabilidades designadas aos grandes geradores de resíduos, cuja função se engloba a elaboração de projetos vinculados ao gerenciamento do resíduo, cabendo ao município estruturar um Programa Integrado de gerenciamento de resíduo da construção civil, que apresenta como finalidade a correta gestão deste tipo de resíduo direcionado a pequenos geradores (PMSB, 2013).

A resolução CONAMA nº 307 de 05 de julho de 2002, de acordo com as devidas alterações, separa os resíduos de acordo com suas características específicas em classes, para que dessa forma seja facilitada a forma de

acondição e destinação final dos mesmos, evidenciando também a opção de reutilização dos materiais como os resíduos classificados em A e B. Ressalta-se que os classificados em C não apresentam tecnologias que permitam sua reciclagem e classe D se apresentam com índices de contaminação ou nocivos à saúde. Assim como pode ser analisado através do artigo 3º da Resolução CONAMA 307 de 2002, explicitando a classificação dos mesmos na seguinte forma:

“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 infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

CLASSE B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

CLASSE C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

CLASSE D – são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde”.

A mencionada resolução apresenta como finalidade a instrução da gestão do resíduo e regularização da utilização do mesmo, apontando diretrizes de cumprimento de destinação, a fim de diminuir as disposições irregulares do mesmo, impondo inclusive prazos que visem a sua adequação, além de prioritariamente apontar a responsabilidade dos geradores para prática da redução, reutilização, a reciclagem e a destinação final adequada em relação a classificação dos mesmos.

A Tabela 04 apresenta o direcionamento final dos resíduos provenientes da construção e demolição como é encontra-se previsto pela resolução CONAMA 307 de 2002.

Tabela 04: Correta destinação dos resíduos provenientes da construção civil em relação à classificação dos mesmos de acordo com legislação ambiental vigente.

CLASSIFICAÇÃO RESÍDUOS	DESTINAÇÃO
<b>CLASSE A</b>	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros; (nova redação dada pela Resolução 448/12);
<b>CLASSE B</b>	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
<b>CLASSE C</b>	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;
<b>CLASSE D</b>	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. (nova redação dada pela Resolução 448/12).

A Resolução nº 307 de 2002 sofreu algumas alterações, como no caso a Resolução nº 348 de 16 de agosto de 2004 que promoveu a inclusão do elemento amianto na classificação de resíduos perigosos, desta forma, na Classe D estão inclusos resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (BRASIL, 2004).

A Resolução nº 431 de 25 de maio de 2011 alterou a resolução nº 307 apresentando uma nova classificação ao gesso, visto que anteriormente o gesso era incluso na Classe C, agora sendo estabelecido na Classe B, correspondendo a resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.

A Resolução nº 448 de 18 de janeiro de 2012 alterou a resolução nº 307 modificando e incluindo definições e alguns pontos da gestão dos resíduos sendo fundamentais para a correta aplicação da norma.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) realizou a publicação de uma série de normas de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, em relação aos procedimentos de gerenciamento que envolvam os resíduos sólidos e aos procedimentos para o gerenciamento dos RCC, apresentada conforme Tabela 05.

Tabela 05: Normas técnicas brasileiras em relação à resíduos sólidos e resíduos provenientes da construção civil.

<b>Norma</b>	<b>Descrição</b>
NBR 10.004	Resíduos sólidos (classificação)
NBR 15.112	RCC e resíduos volumosos - áreas de transbordo e triagem (diretrizes para projetos, implantação e operação)
NBR 15.113	RCC e resíduos inertes - aterros (diretrizes para projetos, implantação e operação).
NBR 15.114	RCC - áreas para reciclagem (diretrizes para projetos, implantação e operação).
NBR 15.115	Agregados reciclados de RCC - execução de camada de pavimentação (procedimentos).
NBR 15.116	Agregados reciclados de RCC - utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural (requisitos).

Fonte: IPEA, (2012).

Em relação gestão e gerenciamento dos RCC em âmbito Estadual, torna-se possível destacar alguns estados que apresentam Plano Estadual de Resíduos Sólidos, onde é possível analisarmos através da Tabela 06.

Tabela 06: Estados brasileiros que apresentam Plano Estadual de Resíduos Sólidos.

<b>Estado</b>	<b>Regulamentação</b>
Ceará	Lei nº 13.103/2001
Mato Grosso	Lei nº 7.862/2002

Fonte: IPEA, (2012).

Continuação da Tabela 06: Estados brasileiros que apresentam Plano Estadual de Resíduos Sólidos.

<b>Estado</b>	<b>Regulamentação</b>
Santa Catarina	Lei nº 13.557/2003
São Paulo	Lei nº 12.300/2006
Rio de Janeiro	Lei nº 4.191/2003
Paraná	Lei nº 13.557/2005
Pernambuco	Lei nº 12.008/2001 (antiga) Lei nº 14.236/2010 (nova)
Minas Gerais	Lei nº 18.031/2009

Fonte: IPEA, (2012).

A Tabela 07 apresenta instrumentos legais em diferentes estados em relação as diretrizes dos resíduos provenientes da construção civil.

Tabela 07: Instrumentos legais em relação ao gerenciamento de RCC em diferentes estados.

<b>Estado</b>	<b>Documento</b>	<b>Regulamentação</b>
Minas Gerais	Deliberação Normativa Copam no 155/2010	Dispõe sobre atividade para manejo e destinação de RCC e resíduos volumosos, e dá outras providências.
São Paulo	Resolução SMA no 056/2010 (revoga a Resolução SMA no 41/2002)	Altera os procedimentos para o licenciamento das atividades que este especifica e dá outras providências.
Rio Grande do Sul	Resolução Consema no 017/2001	Diretrizes para elaboração e apresentação de Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.

Fonte: IPEA, (2012).

De acordo com dados cedidos pela Secretaria de Meio Ambiente de Santa Bárbara d'Oeste (2018), uma problemática bastante grande que o município enfrenta é a tentativa de direcionamento de RCC de pequenas empresas e munícipes ao aterro sanitário do município, sendo válido ressaltar que o mesmo apresenta licença somente para resíduos sólidos domiciliares e não realiza o recebimento de RCC, contudo encontra-se previsto inclusive no Artigo 4º da

Resolução CONAMA 307 de 2002 a impossibilidade do direcionamento a resíduos à aterros sanitários.

“ § 1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.”

Em relação às diretrizes municipais, foi instituída a Lei Municipal nº 3858 de 21 de Julho de 2016, do município de Santa Bárbara d’Oeste estabelecendo o Plano Municipal de Gestão de resíduos da construção civil de acordo com o previsto na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA nº 307/2002 no mesmo estão inclusas todas as disposições em relação a gestão do RCC em âmbito municipal, apresentando as restrições em relação à áreas não autorizadas ao direcionamento dos materiais, introduzindo inclusive as alternativas de direcionamento correto dos resíduos que o município apresenta para a implementação do Programa Municipal de Gerenciamento de resíduos da Construção Civil englobando diversas diretrizes técnicas. A lei também realiza o referenciamento quanto a grandes geradores e a passível elaboração de planos de gerenciamento de resíduos da construção civil, com a principal finalidade de cooperar na diminuição de descartes irregulares e conseqüentemente os impactos ambientais.

“Art. 10º - Os geradores de grandes volumes de Resíduos da Construção Civil, públicos ou privados, cujos empreendimentos requeiram a expedição de alvará de aprovação e execução de edificação nova, de reforma ou reconstrução, de demolição, de muros de arrimos e de movimento de terra estão sujeitos à elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, em conformidade com as diretrizes da Resolução CONAMA nº 307, de 05 de Julho de 2002, e suas alterações, estabelecendo os procedimentos específicos da obra para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos Resíduos da Construção Civil.

§ 1º Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil:

I - devem apresentar a caracterização dos resíduos e os procedimentos a adotar para sua não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final ambientalmente adequada;

II - em obras com atividades de demolição e reforma, devem incluir o compromisso com a prévia desmontagem seletiva dos componentes da construção, respeitadas as classes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, e suas alterações, visando à minimização dos resíduos a serem gerados e a sua correta destinação.”

De acordo com Marques (2009) apud Córdoba (2010), somente municípios que apresentam médio a grande porte, resultaram na eficácia da

implantação de planos de gerenciamento de RCD, sendo pertinente ressaltar que dentre os 5.564 municípios brasileiros, menos de 1% estabeleceram seus planos.

A Tabela 08 apresenta os municípios que apresentam o plano de gerenciamento de resíduo.

Tabela 08: Listagem de municípios que apresentam instrumento legal para Resíduos da Construção Civil.

<b>Municípios</b>	<b>Política</b>
Araraquara	Lei nº 6.352/2005
Caxias do Sul	Lei nº 6.359/2005
Guarulhos	Lei nº 6.126/2006
Ribeirão Preto	Decreto nº 332/2008
São Carlos	Lei nº 13.867/2006
São José dos Campos	Lei nº 7.146/2006
São José dos Pinhais	Lei nº 958/2006
Tremembé	Lei nº 3.327/2008
Rio de Janeiro	Decreto nº 27078/2006

Fonte: Marques Neto (2009) e I&T (2010) apud Córdoba (2010).

A Tabela 09 apresenta outros municípios que apresentam instrumentos legais em relação ao gerenciamento de RCC.

Tabela 09: Listagem de outros municípios que apresentam instrumento legal para RCC.

<b>Municípios</b>	<b>Documento</b>	<b>Regulamentação</b>
Belém	Lei nº 8.014/2000	Dispõe sobre a coleta, o transporte e a destinação final de resíduos sólidos industriais e entulhos em aterros sanitários ou incineradores municipais, não abrangidos pela coleta regular.
Belo Horizonte	Lei nº 9.193/2006	Dispõe sobre a implantação de usina de reciclagem de resíduos sólidos e dá outras providências
	Lei nº 8.357/2002	Institui o Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Controlada por Produtor e dá outras providências

Fonte: IPEA, (2012).



Continuação da Tabela 09: Listagem de outros municípios que apresentam instrumento legal para RCC.

Municípios	Documento	Regulamentação
Campo Grande	Lei Complementar nº 92/2006	Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de coletores do tipo caçamba para acondicionamento de entulhos comercial, industrial e domiciliar, e dá outras providências.
Cuiabá	Lei nº 3.241/1993	Dispõe sobre a colocação de caixas coletoras de lixos, entulhos e resíduos de construções e dá outras providências.
Curitiba	Lei nº 11.682/2006	Dispõe sobre as normas do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em Curitiba (Lei nº 11.682/2006), que classifica os materiais em grupos e dá as diretrizes para a destinação destes
Florianópolis	Lei Complementar nº 305/2007	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC no município de Florianópolis e dá outras providências.
	Lei Complementar nº 398/2010	Institui a política municipal de coleta seletiva de resíduos sólidos no município de Florianópolis, cria o conselho gestor e dá outras providências.
Fortaleza	Decreto nº 9.374/1994	Disciplina a coleta e a destinação dos resíduos sólidos gerados por obras de construção civil e dá outras providências.
Manaus	Lei nº 1.411/2010	Dispõe sobre a organização do sistema de limpeza urbana do município de Manaus
Natal	Decreto Municipal nº 13.972	Determina que os locais de despejo de RCC deverão ter uma licença especial para funcionarem.
Recife	Decreto nº 18.082/1998	Regulamenta a Lei nº 16.377/1998 no que tange ao transporte e à disposição de RCC e outros resíduos não abrangidos pela coleta regular e dá outras providência
São Paulo	Decreto nº 42.217/2002	Regulamenta a Lei nº 10.315, de 30 de abril de 1987, no que se refere ao uso de áreas destinadas ao transbordo e à triagem de RCC e resíduos volumosos, na forma que especifica, e dá outras providências
	Decreto nº 48.075/2006	Dispõe sobre o uso de agregados em obras públicas municipais

Fonte: IPEA, (2012).

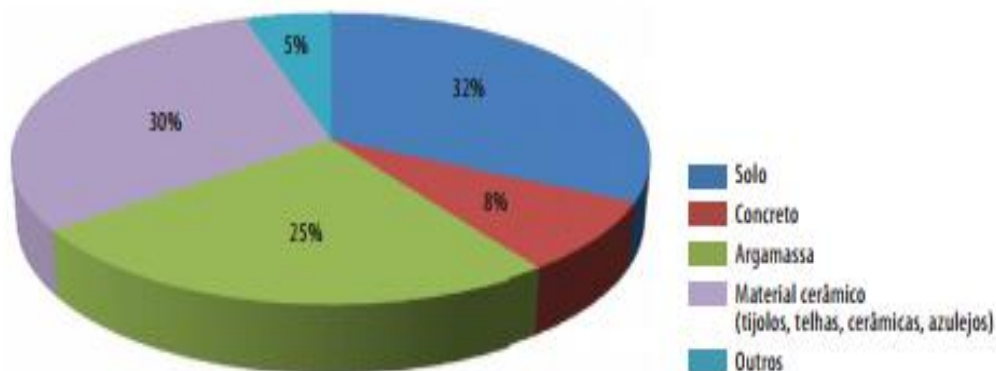
Continuação da Tabela 09: Listagem de outros municípios que apresentam instrumento legal para RCC.

Municípios	Documento	Regulamentação
São Paulo	Lei nº 14.803/2008	Dispõe sobre o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e seus componentes, o Programa Municipal de Gerenciamento e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil conforme previstos na Resolução Conama nº 307/2002; disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos no âmbito do sistema de limpeza urbana do município de São Paulo e dá outras providências.

Fonte: IPEA, (2012).

A Figura 03 apresenta a composição dos resíduos provenientes da construção civil normalmente gerados em canteiros de obras em âmbito nacional, desta forma é possível compreender os principais tipos de resíduos encontrados principalmente em descartes irregulares.

Figura 03: Composição média de materiais nos RCC do Brasil.



Fonte: MENEZES *et al.*(2014), elaborado por SMA/CPLA (2013) apud PRS-SP (2014).

A composição dos RCD é subdividida em amplas frações de materiais. A porcentagem compreendida entre 40% a 85% da totalidade de resíduos produzida em uma obra se refere a materiais inertes, entretanto, torna-se possível constatar a viabilidade da produção de materiais constituinte do RCD (BRITO *et al.*, 2011)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12305/2010) apresenta papel fundamental quanto a responsabilidade compartilhada de resíduos entre os

consumidores e agentes de limpeza urbana, para que desta forma seja estabelecida de forma ordenada critérios entre as cadeias produtivas, sendo a principal finalidade a diminuição de impactos ambientais acoplados ao ciclo de vida dos materiais em segmentos da construção civil (SINDUSCON, 2015).

### **3.3.Geração de Resíduos da Construção Civil**

O nível de desenvolvimento sociocultural e econômico dos centros urbanos são considerados fatores que apresentam grande relevância em meio a produção de entulho, visto que o desenvolvimento econômico realiza o estímulo do segmento da construção civil englobando, conseqüentemente, o consumo de energia e utilização de matéria prima. Entretanto, muitas vezes por falta de conhecimento, técnicas e deficiências junto a gestão da obra são ocasionadas situações que acarretam o aumento da geração de resíduos. Ainda assim, torna-se pertinente a menção que o déficit habitacional é considerado um dos grandes agentes propulsores para implementação de novas construções, sendo este um fator que contribui para aumento da geração de resíduos (BARROS, 2005).

O início da implantação das obras e a fase de execução, são considerados os períodos de maior geração de resíduos entre os grandes geradores, contudo faz-se necessário que seja incorporado um plano de gestão que antecede o início da obra, onde estejam inseridos todas as fases de concepção, planejamento do projeto, definição de produtos e materiais especificados e processos construtivos sendo fundamental a elaboração de uma Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) (SINDUSCON, 2015).

De acordo com Rocha (2014), para que seja viabilizado uma melhor interpretação em relação ao mecanismo da geração de resíduos, existem alguns fatores que são considerados imprescindíveis no processo, como por exemplo, a realização de uma análise dos processos construtivos que compreendem uma edificação, o qual implica em várias fases, ou seja, a análise da viabilidade do empreendimento, planejamento, projeto, construção e utilização. Para que cada etapa da construção seja estruturada conforme o planejamento realizado, torna-se necessário que cada profissional englobado no processo de execução da mesma evidencie a responsabilidade em prevenir e reduzir a geração de resíduo, desta

forma, a inserção de boas práticas dentro de um canteiro de obra é de extrema relevância.

Algumas iniciativas básicas para que seja estabelecida organização em meio a canteiros de obra devem ser planejadas e então implementadas durante todo processo de execução da obra, contudo são listadas algumas práticas fundamentais em relação a este processo, como: Acondicionamento dos materiais, tendo em vista a estocagem dos diversos segmentos de materiais utilizados na obra em questão.

Cerca de 2/3 dos resíduos provenientes da construção civil são gerados por pequenas construções e reformas. A taxa per capita de geração de RCC apresenta fatores que influenciam diretamente em sua geração, sendo estas as características das construções e o grau de desenvolvimento econômico da região, conseqüentemente este item é considerado variável nos diferentes municípios brasileiros (Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo, 2014).

Em relação aos Resíduos de construção e demolição, a Associação Brasileira de Empresas Públicas e Resíduos Especiais (ABRELPE) apresenta um panorama dos RCD coletados pelos municípios do Brasil no ano de 2015, o que corresponde a aproximadamente 45 milhões de toneladas, sendo possível a constatação do aumento de 1,2% em relação ao ano de 2014, como pode ser analisado através da Tabela 10. Torna-se pertinente mencionar que esse número equivale somente ao que é coletado pelo poder público sob descartes irregulares em vias públicas, contudo, a quantidade total gerada desse resíduo é considerada maior.

Tabela 10: Quantidade total coletado pelos municípios no Brasil.

REGIÃO	2014	2015	
	RCD Coletado (t/dia) / Índice (Kg/hab/dia)	RCD Coletado (t/dia)	Índice (Kg/hab/dia)
<b>BRASIL</b>	122.262/0,603	123.721	0,605

Fonte :ABRELPE (2015).

Tabela 11, apresenta o total coletado de resíduos de construção e demolição em relação as regiões do Brasil, realizando uma comparação entre o período equivalente aos anos de 2014 e 2015.

Tabela 11: Coleta de RCD pertinente a regiões do Brasil.

REGIÃO	2014	2015	
	RCD Coletado (t/dia) / Índice (Kg/hab/dia)	RCD Coletado (t/dia)	Índice (Kg/hab/dia)
NORTE	4.539/0,263	4.736	0,271
NORDESTE	24.066/0,428	24.310	0,430
CENTRO-OESTE	13.675/0,899	13.916	0,901
SUDESTE	63.469/0,746	64.097	0,748
SUL	16.513/0,569	16.662	0,570

Fonte: ABRELPE (2015).

De acordo com pesquisas realizadas na Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Santa Bárbara d'Oeste, no estado de São Paulo, foi constatado que no ano de 2014 a geração de RCC por munícipe totalizava 700 Kg por habitante ao ano (Município de Santa Bárbara d'Oeste, 2014).

Em pesquisas realizadas em regiões administrativas no estado de São Paulo foi possível realizar uma estimativa de geração de RCC por tonelada/dia e consequentemente a estimativa de um percentual de geração no estado, assim como é apresentado na Tabela 12:

Tabela 12: Geração de resíduos da construção civil por regiões administrativas no estado de São Paulo.

Regiões Administrativas	Número de Municípios	População Urbana 2012 (hab)	Geração (t/dia)	Porcentagem de geração no estado
ARAÇATUBA	43	686.598	1.167	1,71
Barretos	19	400.500	681	1,00
Bauru	39	1.007.965	1.714	2,51
Campinas	90	6.051.542	10.288	15,06
Central	26	919.063	1.563	2,29
Franca	23	677.656	1.153	1,69
Marília	51	876.448	1.490	2,18
Presidente Prudente	53	746.589	1.270	1,86
Registro	14	192.691	328	0,48
Ribeirão Preto	25	1.244.471	2.116	3,10
Santos	9	1.688.894	2.872	4,20

Fonte: Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo, 2014.

Continuação Tabela 12: Geração de resíduos da construção civil por regiões administrativas no estado de São Paulo.

Regiões Administrativas	Número de Municípios	População Urbana 2012 (hab)	Geração (t/dia)	Porcentagem de geração no estado
São José do Rio Preto	96	1.338.721	2.276	3,33
São José dos Campos	39	2.172.343	3.693	5,41
Sorocaba	79	2.463.733	4.189	6,13
Metropolitana de São Paulo	39	19.709.882	33.507	49,06
Total	645	40.177.096	68.302	100

Fonte: Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo, 2014.

Os sistemas construtivos e materiais disponíveis particularmente em cada região são fatores que podem influenciar diretamente na composição dos resíduos provenientes da construção civil, além da tecnologia envolvida no processo da obra, a qualidade da mão de obra empregada e principalmente o desenvolvimento econômico daquela região.

A Tabela 13 apresenta informações sobre as regiões metropolitanas de São Paulo e as aglomerações urbanas, onde é possível constatar que são responsáveis por 70,48% da geração de resíduos a construção civil. A região metropolitana de São Paulo é considerada a maior geradora de RCC, sendo responsável por 49,06% de geração.

Tabela 13: Geração de resíduos das regiões metropolitanas de São Paulo.

Regiões Metropolitanas e Aglomerações Urbanas	Número de Municípios	População Urbana 2012 (hab)	Geração (t/dia)	Porcentagem de geração no estado
São Paulo	39	19.709.882	33.507	49,06
Campinas	19	2.792.445	4.748	6,95
Baixada Santista	9	1.688.894	2.872	4,20
Vale do Paraíba e Litoral Norte	39	2.172.343	3.693	5,41
AU Jundiá	7	680.460	1.157	1,69
AU Piracicaba	22	1.273.618	2.166	3,16
Total	135	28.317.642	48.140	70,48

Fonte: Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo, 2014.

### 3.4. Conceituação de Áreas Degradadas

O conceito de áreas degradadas pode apresentar diversas definições e se encontra relacionado a inúmeros fatores, entre eles destacam-se a redução de produtividade da área devido a manejos agrícolas considerados inadequados, a remoção da cobertura natural do território, uso demasiado de fertilizantes e agrotóxicos, poluição, perda dos horizontes superficiais de solo por conta de processos relacionados à mineração ou processos erosivos. A erosão é considerada um dos delineamentos da problemática de degradação do solo, contudo, a situação tende a se agravar na medida em que a mesma vai evoluindo, podendo ser constatado circunstâncias bastante agressivas como deslizamentos de terras nas encostas dos morros, resultando assim graves prejuízos que põe em perigo não só o ecossistema envolvido, mas também vidas humanas, além de assoreamento de rios e córregos e como consequência, a proliferação de doenças contagiosas. Desta forma, apresenta-se como alternativas fundamentais a implementação de técnicas que visem atenuar esse problema, como a possibilidade de reflorestamento (BRITO, 2012).

São muitos os fatores que provocam os processos de degradação do solo e sistemas de produção, sendo divididos em duas etapas: a primeira fase é conhecida como degradação agrícola e a segunda fase a degradação biológica. A degradação agrícola precede de um estágio inicial no qual o sistema não apresenta inicialmente fatores que atribuam a perda da capacidade do solo em sustentar o acúmulo de biomassa, entretanto, existem perdas em relação ao potencial de produção das plantas cultivadas, conseqüentemente essa situação engloba prejuízos econômicos por exprimir perda da atividade agrícola daquela área ocasionado pelo desequilíbrio de inexistência de ferramentas que tenham como objetividade realizar o controle de pragas, ervas daninhas e agentes bióticos adversos, tendo como consequência um baixo índice de produção da cultura principal.

A degradação biológica provém em uma etapa final, no qual o solo já apresenta uma limitada capacidade de produção de biomassa vegetal sendo ocasionada pela degradação dos solos, ou seja, a intensa utilização de práticas que conduzem a perda de nutrientes e de matéria orgânica, aumento de acidez e

compactação. Torna-se pertinente o mencionamento que é nessa fase que os processos erosivos tornam-se notáveis (EMBRAPA, 2003).

A degradação física também é considerada uma categoria que provém da pauperização do solo, entre suas características destaca-se as alterações em relação as propriedades e partículas do mesmo, apresentando-se como parâmetros a permeabilidade, a densidade a estrutura, a aeração e a coesão. Salienta-se como um dos principais exemplos de degradação física do solo as problemáticas relacionadas à baixa aeração, alto grau de compactação, alta friabilidade, alta susceptibilidade à erosão, baixa retenção de água, alterações vinculadas à topografia do terreno (KOBAYAMA *et al.*, 2001).

GRIFFITH (1986) definiu os termos relacionados a recuperação, a reabilitação e a restauração de áreas degradadas e são utilizados com bastante frequência e relacionando-se ao processo considerado inverso a degradação. A recuperação de áreas degradadas é considerada um processo que apresenta como finalidade a reparação dos recursos em uma área que apresenta a suficiência em realizar o restabelecimento das espécies naturais daquela região, em termos de composição e também frequência.

O processo de reabilitação é caracterizado por Majer (1989) como o retorno de um local impactado a um estado biológico considerado apropriado, mesmo que o uso desta área não seja direcionado a utilização desta extensão à produção a longo prazo, visando a práticas de recreação ou a valorização estética e ecológica como exemplo.

A definição de restauração é o processo de retorno de uma área ao estado original, assegurando suas características em relação a fauna, vegetação, topografia, solo, hidrologia antes do impacto do processo de degradação daquela extensão, ou seja, é considerado um processo praticamente inatingível (TAVARES, 2008).

A necessidade de intervenção antrópica em uma extensão de terra caracteriza o conceito de área degradada, sendo assim, a intervenção antrópica pode ser definida pela modificação de um ambiente em consequência de uma obra estrutural ou métodos de intensificação de processos erosivos que acabam alterando as características naturais do solo e conseqüentemente impossibilitando processo de recuperação natural do mesmo.



Essas modificações dos sistemas naturais vinculadas as atividades humanas apresentam como consequência as “áreas alteradas”, deste modo, estes territórios podem apresentar sua capacidade de produção melhorada, conservada ou diminuída em relação ao sistema, ou seja, a alteração de uma área não implica necessariamente sua degradação, entretanto, se esse processo de alteração compromete a capacidade produtiva do sistema levando a perda da produtividade do mesmo, é constatado que a área encontra-se degradada. O manejo incorreto do solo também é considerado um grande fator que ocasiona a degradação do mesmo, promovendo conseqüentemente um grande prejuízo socioeconômico para as gerações atuais e um grande risco as futuras (EMBRAPA, 2003)

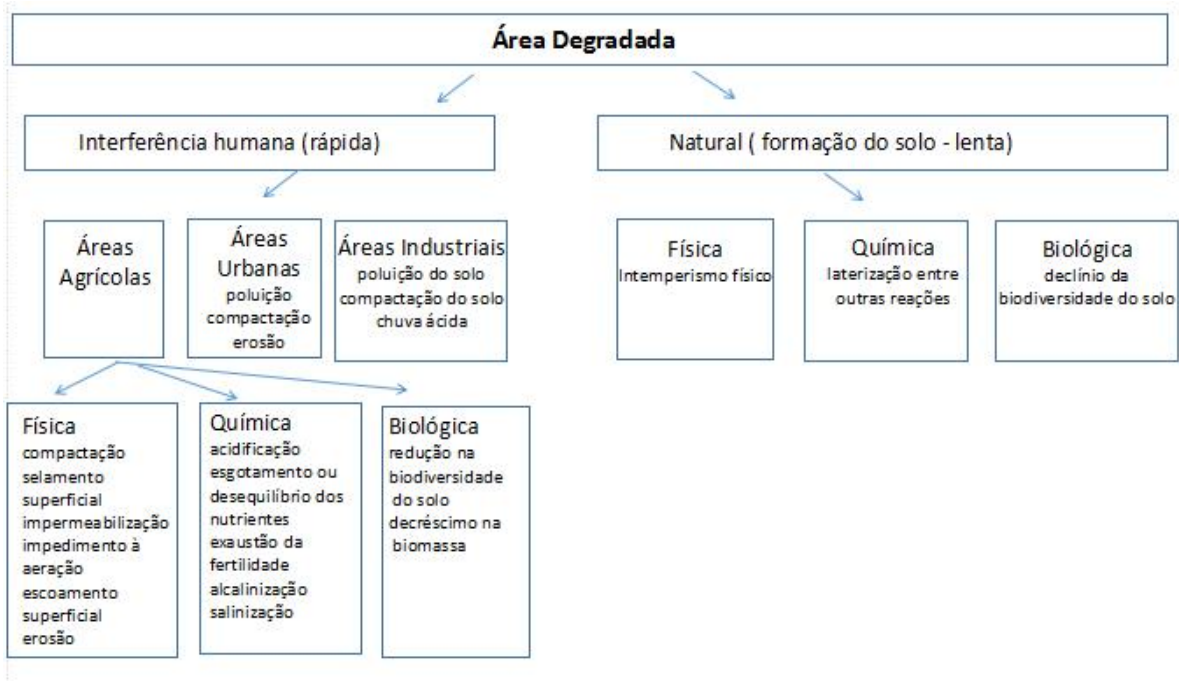
A recuperação de áreas degradadas foi conceituada como o processo de retorno das características do solo do local, sendo que as principais e mais importantes alternativas de recuperação do meio ambiente são fundamentadas em sistemas agroflorestais, agricultura orgânica e educação ambiental. A compatibilidade entre espécies e ambiente torna-se a metodologia de maior relevância em relação ao conceito de recuperação, sendo essa englobada pela adoção de prática e manejo que valoriza a matéria orgânica presente no solo e a manutenção de água no ecossistema (KOBAYAMA; MINELLA; FABRIS, 2001).

O processo de recuperação de locais impactados é executado em etapas, desta forma as mesmas devem ser englobadas conjuntamente para que conseqüentemente seja viável a obtenção do resultado final requerido, ou seja, alcançar o objetivo de restabelecer o potencial do solo de produção. Torna-se comum que áreas consideradas declivosas serem exploradas de forma incessante e principalmente sem nenhum controle quanto ao problema erosivo pelos próprios produtores (SANTOS; ANDRADES, 2001).

Toda a interferência a ser definida e inserida no processo de recuperação de uma área deve ser considerada o nível de energia do sistema, desta forma o aumento da entropia (divisão entre calor e temperatura) pode acontecer de forma mais lenta, como em um processo natural ou então ser inserida como no caso de uma intervenção antrópica, sendo um processo mais rápido com adição de energia ao sistema (KOBAYAMA; MINELLA; FABRIS, 2001). A Figura 04 apresenta as etapas em relação a entropia de um sistema, e a diferença de velocidade do processo em relação a uma interferência antrópica.

Por ser um processo mais lento, a recuperação de áreas degradadas encontra-se diretamente interligada à capacidade de restabelecimento do solo, sobretudo às suas propriedades físicas. A utilização de materiais orgânicos (M.O) torna-se uma excelente alternativa visto que promove melhorias significativas em solos que apresentam suas características físicas prejudicadas, principalmente em segmentos arenosos, a M.O. apresenta impactos em atributos físicos do solo associado ao grau de agregação, promovendo a alteração de parâmetros como a densidade, a porosidade, a aeração e a capacidade de retenção e infiltração de água' (Melo & Marques, 2000; Barbosa *et al.*, 2002 apud Sampaio *et al.*, 2012).

Figura 04: Diagrama dos mecanismos de degradação.



Fonte: LAL(1998) apud (KOBAYAMA; MINELLA; FABRIS, 2001).

Santos e Andrade (2001) realizaram experimentos a fim de analisar a utilização de gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas. Em relação às gramíneas foram utilizadas a espécie capim-pangola (*Digitaria decumbens L.*) e capim-elefante (*Penninsetum purpureum L.*), contudo, as espécies de leguminosas selecionadas para tal procedimento foram feijão guandu (*Cajanus cajan L.*) e siratro (*Macroptilium atropurpureum L.*). Nas condições experimentais a que foram submetidas, foi possível realizar a análise do aumento nos teores de carbono orgânico e também na capacidade na troca de cátions, desta forma, torna-

se possível destacar como uma alternativa viável em relação a recuperação de áreas degradadas, sendo o siratro como a espécie que melhor apresentou resposta quanto à CTC (capacidade de troca de cátions). Os teores de K, MO e Mg se tornaram superiores nas parcelas vegetadas em relação ao da testemunha, sendo destacado o teor de K nas parcelas que se apresentam na superfície, ou seja, decrescendo o teor conforme a profundidade.

Um grande obstáculo encontrado no processo de avaliação e recuperação de áreas degradadas é pontuado pela necessidade extensiva de coleta de dados e conhecimentos científicos específicos para apontamento de vários indicadores que podem ser utilizados nesses processos, o que acabam dificultando sua aplicação por empresas de pequeno ou médio porte (ALMEIDA; SÁNCHEZ, 2005).

De acordo com o Artigo 3º da Política Nacional de Meio Ambiente Lei nº 6.938/81, a qual constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente, cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente e institui o Cadastro Técnico Federal de Atividades e instrumentos de Defesa Ambiental:

“Art 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

- I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;
- II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;
- III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:
  - a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
  - b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
  - c) afetem desfavoravelmente a biota;
  - d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
  - e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;
- IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;
- V - recursos ambientais, a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera.”

O Instituto brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (1990) institui caracterizado como degradação ambiental as situações em que a vegetação nativa e a fauna do local forem destruídas, removidas ou expulsas, também quando a camada do solo for perdida, removida ou enterrada e por fim a quando a qualidade e também vazão do curso hídrico forem modificadas.

### 3.5. Formas de recuperação de voçorocas e solos antropizados

O solo é considerado um dos recursos naturais fundamentais para a garantia da qualidade de vida do ser humano, contudo, o mesmo é responsável por múltiplas atribuições que englobam sua funcionalidade nos ciclos dos nutrientes, no ciclo da água sendo inclusive imprescindível para a sustentabilidade dos sistemas naturais como as florestas primárias e os campos, sendo considerado um dos fatores que apresentam maior relevância na determinação da tipologia florestal (EMBRAPA, 2003).

De acordo com o artigo 3º da Resolução Nº 420, de 28 de Dezembro de 2009:

Art. 3o A proteção do solo deve ser realizada de maneira preventiva, a fim de garantir a manutenção da sua funcionalidade ou, de maneira corretiva, visando restaurar sua qualidade ou recuperá-la de forma compatível com os usos previstos.

Parágrafo único. São funções principais do solo:

- “ I - servir como meio básico para a sustentação da vida e de habitat para pessoas, animais, plantas e outros organismos vivos;
- II - manter o ciclo da água e dos nutrientes;
- III - servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo;
- IV - agir como filtro natural, tampão e meio de adsorção, degradação e transformação de substâncias químicas e organismos;
- V - proteger as águas superficiais e subterrâneas;
- VI - servir como fonte de informação quanto ao patrimônio natural, histórico e cultural;
- VII - constituir fonte de recursos minerais; e
- VIII - servir como meio básico para a ocupação territorial, práticas recreacionais e propiciar outros usos públicos e econômicos. “

Torna-se válido ressaltar a imprescindibilidade do solo para a conservação da sustentabilidade dos ecossistemas, desta forma se evidencia a capacidade do mesmo no processo de estocagem de elementos químicos necessários, como o carbono, para a composição da matéria orgânica. Contudo, torna-se fundamental o acompanhamento das características do solo e seus parâmetros sendo necessário exibir um equilíbrio nas características físicas, químicas, microbiológicas e visuais, com a finalidade de esclarecer a condição e potencial intrínseco do funcionamento dos ecossistemas, (CANDIDO *et al.*;2015).

Como forma resultante de processos erosivos expressivos, as voçorocas evoluem em relação ao tempo e também extensão, desta forma, com a finalidade de acompanhar seu desenvolvimento e a proporção que a mesma toma, torna-se necessário o seu monitoramento, em estudo realizado por Guerra (2005) o

monitoramento das voçorocas foram realizadas através de estacas. A proposta do monitoramento é baseada na introdução de estacas que possuem o afastamento de 20 metros de uma a outra (sendo avaliado seu aumento caso a extensão da voçoroca tome proporções quilométricas) e 10 metros de afastamento em relação a borda da mesma, um esquema de distribuição espacial é realizado entre as estacas e então é realizado a medição de cada estaca até a borda da voçoroca. Num período compreendido de 2 à 3 meses (ou periodicidade relacionada à distribuição temporal das chuvas) são renovadas as medições, o acompanhamento do processo possibilita a apresentação de um grau conveniente em relação a evolução da mesma em tempo e espaço. A distribuição das chuvas é considerado um fator que se encontra associado a evolução da voçoroca, assim como as propriedades do solo, sua cobertura vegetal, o uso e manejo da terra entre outros fatores.

Tendo em vista a necessidade de uma recomposição dos ecossistemas que se encontram degradados por ações antrópicas, a restauração ecológica torna-se uma alternativa que não deve se limitar a um campo acadêmico, mas necessita de fato apresentar prestabilidade em larga escala, desta forma, devem ser incorporadas técnicas que priorizem o processo de sucessão natural e desenvolvimento do ecossistema de forma rápida sendo acoplado ao baixo custo com a finalidade de promover a estabilidade daquela área, em benefício de toda sociedade (GUERRA, 2005)

Para a eficácia dessa técnica, deve-se prioritariamente estabelecer concretamente os objetivos da restauração, ou seja, o conhecimento do ecossistema que irá sofrer o processo de restauração, reconhecimento das principais barreiras ecológicas que possam impedir ou dificultar a regeneração natural no processo diminuindo conseqüentemente a resiliência do ecossistema e a sinergia entre a restauração ecológica e o desenvolvimento rural. É importante destacar que o principal objetivo do processo de restauração ecológica está em promover o retorno do ecossistema a uma situação que se aproxime ao máximo de seu estado original, ou anterior ao impactado ambiental ocasionado (ENGEL, PARROTA, 2003).

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2014), a problemática em relação aos processos erosivos não se limitam a somente problemas técnicos, mas sim um conjunto de fatores que acoplam segmentos de caráter social e também

econômico, visto que a base de qualquer programa de práticas e técnicas de conservação do solo envolve múltiplas implicações sociais e econômicas.

Em relação aos processos com a finalidade de controle e monitoramento das voçorocas, Bertoni e Lombardi Neto (2014) julgam serem práticas bastante dificultosas tendo em vista que a maioria dos trabalhos visam a estabilização da superfície da mesma por meio da implementação de vegetação, contudo, ressaltam que o capim azul (*Dactylis glomerata* L.), o capim-bermudas (*Cynodom dactylon* (L.) Pers.), e capimquicuío (*Pennisetum clandestinum* Hochst.) são as espécies de gramíneas que apresentam maior utilização e aplicação em áreas de voçorocas, entretanto, entre as leguminosas de maior aplicação neste segmento são destacadas a cudzu (*Pueraria thumbergiana*) e as diversas espécies de *Lespedeza* spp.

Tendo em vista a recuperação do local impactado pelo processo de voçoroca, torna-se fundamental que a área seja mapeada através de técnicas de sensoriamento remoto como GPS, fotos aéreas ou levantamento planialtimétrico. É considerado pertinente, o acompanhamento contínuo dos pontos que apresentam maior insolação em períodos como manhã e tarde, tendo em vista o fundamentalismo da umidade do solo nesta situação, além da constatação das espécies vegetativas mais adaptadas às condições adversas da área impactada. O processo de recuperação é iniciado pelo disciplinamento das águas superficiais terraços, canais escoadouros, barraginhas, ou seja, a técnica se resume às primeiras obras que visam o processo de recuperação das voçorocas consideradas de grande porte, a qual são projetadas as drenagens, escoamento do fluxo das águas superficiais do local. Desta forma, a recuperação é seguida por técnicas de retaludamento e obras que visam a contenção dos taludes. Após a contenção do impacto, é necessário trabalhar com o preparo do solo através da inserção de métodos como adubação e calagem, sendo então, a recuperação finalizada com a revegetação da área através da implementação de gramíneas e leguminosas e também a introdução de espécies arbóreas. Torna-se bastante pertinente o cercamento da área, impedindo a transição de animais, e principalmente a intensa manutenção quanto manejo da vegetação com adubação de cobertura e controle de pragas e doenças. Apresenta-se como uma alternativa interessante a estruturação

de um plano de emergência, previsto para a situações inesperadas (FERREIRA, 2015).

O retaludamento e contenção de taludes citado por Ferreira (2015), como forma de recuperação de áreas degradadas por voçoroca, de uma forma mais detalhada, se define como uma obra de movimentação de terra, tendo como finalidade a diminuição da inclinação das encostas da voçoroca, aumentando assim a estabilidade dos taludes e conseqüentemente evitando o avanço da erosão. O processo necessita do apoio de maquinário como escavadeira hidráulica onde as encostas serão 'quebradas' e retaludadas a uma declividade de  $50^{\circ}$ , (visto que esta é considerada a declividade natural de estabilização da voçoroca, ou seja, seu ângulo natural), em função das características que a rocha apresenta e também da topografia da área local. É indispensável conhecer o histórico geológico da região e principalmente realizar a constatação de não existir ocorrência de movimentos lentos da encosta, esses movimentos podem ser caracterizados por indícios de fissuras e inclinação de árvores, rupturas de canalização, contudo, caso o local apresente algumas dessas características, a obra de contenção será de pouca confiabilidade, visto que dependerá apenas da cessação temporária da movimentação, já que sua manifestação é cíclica, rompido o equilíbrio do manto de solo superficial que reveste o talus, geralmente por desmatamento ou pequena escavação para implantação de uma obra, apresentando problemáticas que caracterizam deslizamentos bruscos, tornando-se situações perigosas.

Ferreira (2015), lista os principais fatores que influenciam na estabilidade dos taludes, sendo eles:

Taludes em solo:

- a) Propriedades físicas e mecânicas dos materiais
- b) Forma do talude e maciços adjacentes
- c) Influência da pressão de água

Taludes em rocha:

- a) Distribuição da descontinuidade das camadas
- b) Tensões internas no maciço.

As principais técnicas listadas por Ferreira (2015) para aumentar a estabilidade dos taludes, são:

- 1) Diminuição da inclinação (melhora-se a estabilidade, porém aumenta-se a área exposta à erosão das águas pluviais)
- 2) Drenagem (superficial ou profunda)
- 3) Bermas
- 4) Estaqueamento no pé do talude (estacas pranchas)
- 5) Muros de arrimo
- 6) Chumbamento
- 7) Revestimento (gramação, concreto projetado, solo-cimento, imprimação asfáltica com proteção contra a erosão)
- 8) Obstrução de fissuras (cimento ou betume)
- 9) Injeções (cimento, solução de silicato de sódio, cal, resinas para consolidação).

A adubação verde se apresenta como uma técnica cujas características possibilitam a melhoria em médio e longo prazo de propriedades físico-químicas do solo, proporcionando a redução na competição entre espécies, além do cultivo para fins comerciais. Em regiões que se caracterizam pelo clima semiárido, os adubos são cultivados com a finalidade de cobertura morta em áreas com histórico de manejo inadequado do solo e áreas que apresentam baixo índice pluviométrico. Podem ser destacadas algumas espécies utilizadas no processo de aplicação de adubação verde como *Cajanus cajan* (feijão guandu), *Crotalaria juncea* (crotalária) e *Stylosanthe multilinea* (estilozantes). Destaca-se que em áreas de preservação permanente que se encontram em processos de revegetação, essas espécies podem ser indicadas para plantio em consórcios com espécies arbóreas (FERREIRA *et al.*, 2016)

A adubação verde é considerada uma técnica que pode apresentar diferentes resultados, contudo, fatores relevantes como propriedades microbiológicas do solo e também o tempo de avaliação do processo podem influenciar diretamente na evolução do mesmo. Em experimento realizado com feijoeiro comum e milho (todos cultivados sob semeadura direta e preparo convencional do solo) em condições de campo, foi avaliado o efeito do tipo de manejo do solo e os efeitos das plantas de cobertura nos indicadores microbianos da qualidade do solo. A avaliação continuou com o uso de demais espécies como crotalária, mucuna preta, feijão guandu, feijão de porco, sorgo e pousio (plantas



espontâneas), em que as plantas de cobertura apresentaram como resultado efeito menos evidente nos indicadores microbiológicos de qualidade do solo em comparação aos sistemas de manejo do solo (FERREIRA *et al.*, 2011).

### **3.6. Uso de RCC na recuperação de áreas degradadas**

A reutilização de resíduos provenientes da construção civil ocasionam diversos benefícios, os quais se aplicam na diminuição dos processos de extrações de recursos naturais, visto que na maioria das vezes as reservas se encontram escassas, conseqüentemente essa reciclagem encontra-se vinculado à diminuição de lançamento de poluentes à atmosfera, em função da redução da extração do processamento e transporte dos recursos naturais. Além disso ainda podem ser listadas a redução de área direcionada a aterro de inertes, redução da emissão de gás carbônico (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2008).

De acordo com Martins (2017), a incorporação de agregados reciclados no processo de pavimentação de ruas e estradas se tornam técnicas bastante usuais, porém sua aplicação em concreto sem função estrutural ainda encontra-se inviabilizada por diversos fatores, entre eles a heterogeneidade do material, perante esses obstáculos os RCD, contudo, existem diversos estudos sobre o tema que também conta com a estruturação de uma norma reguladora, a NBR 15116:2004 (Agregados reciclados de resíduos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos).

Atualmente, várias são as alternativas apresentadas com a finalidade de recuperação ambiental de áreas degradadas, assim como múltiplas técnicas que visam a melhoria das condições do meio ambiente. Ressalta-se que cada ambiente apresenta suas características próprias, sendo fundamental o conhecimento e levantamento de dados antes de realizar o apontamento da alternativa escolhida, além disso cada processo de recuperação encontra-se diretamente vinculado a capacidade econômica disponível, devendo desta forma ser respeitada as singularidades de recuperação de cada caso (KOBAYAMA; MINELLA; FABRIS, 2001).

A diminuição de perdas de materiais se tornou um fator prioritário em meio a gestão de empresas construtoras, sendo evidente a adequação a um mercado competitivo e considerado extremamente exigente por conta de seu público

consumidor. Desta forma, o processo de reaproveitamento de resíduos da construção dentro do próprio canteiro de obras permite que os mesmos regressem como materiais que ainda apresentam vida útil disponível, ou seja, passam a ser reutilizados, essa ação retrata não somente práticas sustentáveis com o reaproveitamento de resíduos, mas também uma alternativa econômica relevante (Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo, 2014).

O reaproveitamento dos materiais oriundos da construção civil que compreendem a Classe A, podem sofrer o processo de reciclagem em unidades de tratamento especializadas, essas são caracterizadas como usinas de beneficiamento de RCC, contudo, os resíduos são previamente triados e então submetidos a diversos processos como o de trituração e classificação (peneiramento), tendo como a principal finalidade a produção de agregados reciclados a partir da modificação desses resíduos. Para estarem apta a operação, as usinas de reciclagem necessitam apresentar licenciamento ambiental pelo órgão responsável do Estado, (Cetesb no Estado de São Paulo) sendo necessário seguir as diretrizes mencionadas entre outros à norma ABNT NBR 15114:2004 que regulamenta Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação (Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo, 2014).

Na região de São Sebastião, localizada no Distrito Federal, foi realizada por Alves (2014) a análise de áreas degradadas por conta da intervenção de processos da atividade de mineração. A avaliação teve como finalidade a definição de quais zonas apresentavam características físicas, através de parâmetros como topografia, pedologia e vegetação e características ambientais como áreas de preservação permanente, que sejam convenientes a implementação de um aterro de inertes, contudo, o estudo foi baseado em atendimento as normas vigentes.

A utilização de áreas degradadas pela mineração com a intuito de implantação de um aterro direcionado à inertes, se constitui uma alternativa pertinente, visto que além de promover a recuperação do local, promove inclusive uma alternativa de direcionamento adequado aos resíduos provenientes da construção civil.

Outro estudo realizado visando a recuperação de áreas degradadas aconteceu na região metropolitana de Fortaleza, onde Brito *et al.* (2016), realizou um estudo de caso, no qual envolve uma análise comparativa entre a norma e

atividades realizadas pela Usina de Reciclagem (USIR), a qual realizou anteriormente à sua instalação a recuperação das áreas degradadas, através de um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) que foi então apresentado junto à SEMACE, propondo a possibilidade da área constituir-se em alternativa economicamente viável e ambientalmente correta para a disposição final dos resíduos da construção civil (RCC), resíduos de construção e demolição (RCD), e resíduos inertes em geral, definidos de acordo com a resolução CONAMA 307/2004 provendo da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), predominantemente de Fortaleza. A USIR atua recuperando área degradada com o uso de resíduos de construção e demolição classe A.

No município de Várzea Grande, foi realizado um estudo no entorno de uma extensão conhecida como lagoa do barreiro, a pesquisa é definida pelo principal objetivo de recuperação da área impactada pelo processo de mineração de argila, através da utilização de resíduos da construção civil. É válido destacar que a mineração de argila implica em grandes extensões de áreas degradadas, entretanto, a aplicação da técnica de recuperação por RCC é considerada uma alternativa barata e que pode vir a aumentar consideravelmente a extensão da área recuperada através da extinção da cava, além do mais a área depois de recuperada pode ser utilizada como local de reflorestamento, com a introdução de espécies nativas e que se evidenciam pelo produção de biomassa (CORINGA, 2012).

É possível evidenciar que são múltiplos os estudos que contemplam a recuperação de áreas impactadas pelo processo de mineração, todavia, a utilização de cavas com a finalidade de depósito de resíduos da construção civil, se apresenta como uma linha de pesquisa considerada inovadora, conseqüentemente, o processo acaba se evidenciando em relação as empresas do segmento da construção civil e centros de tecnologia. Tendo em vista que esta se apresenta como uma alternativa conveniente no processo de gestão ambiental, o processo também pode se apresentar como banco de dados desta modalidade de utilização das áreas impactadas, além de apoiar quanto a geração de renda para entidades cooperadas e considerado como um bom retorno ambiental (PIEDRAS, *et al.*, 2005).

Silva *et al.* (2016) realizou uma pesquisa que se resume em avaliar a adição de RCC para estabilização de solos colapsíveis, na proporção de 50% em peso, em umidade natural e também em diferentes graus de compactação, o estudo

promoveu avaliar a potencialidade na diminuição de colapso do solo de estudo. O levantamento foi realizado através de análises laboratoriais para caracterizações físicas (granulometria, limites de consistência, densidade real e compactação) e mecânicas de agregados reciclados de RCC. A dosagem utilizada de resíduos provenientes da construção civil, foi considerada satisfatória no que compreende o quesito de estabilização granulométrica e também na melhoria da capacidade de suporte frente às solicitações de cargas e condições de inundação do solo colapsável, tendo em vista que a inclusão dos agregados ao solo ocasionou uma redução considerada bastante pertinente na redução do potencial de colapso, divergindo de 19,2 a 78,8%. A incorporação do resíduo ao solo também foi considerado um parâmetro de melhoria, visto que se apresenta como uma opção sustentável para o direcionamento correto deste material e conseqüentemente promovendo a redução de recursos naturais.

#### 4. VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS DO MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA DO OESTE NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Santa Bárbara d'Oeste se encontra situada no interior do Estado de São Paulo distando aproximadamente 130 Km da capital (coordenadas de Latitude Sul 22° 45' 15" e Longitude Oeste 47° 24' 45"), pertence à Região Metropolitana de Campinas. O município faz divisa com oito municípios sendo eles, Americana, Capivari, Iracemápolis, Monte Mor, Nova Odessa, Piracicaba, Rio das Pedras e Sumaré, conforme mostra a Figura 05.

Figura 05: Localização do município de Santa Bárbara d'Oeste.







Fonte: Prefeitura Municipal de Santa Bárbara d'Oeste (2015).

Baseado em dados direcionados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), o Município apresenta população estimada em 192.536 mil habitantes, com uma densidade demográfica de 664,49 hab/km<sup>2</sup>, sendo que 99,22% da população está concentrada no núcleo urbano da cidade. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município na última pesquisa publicada pelo Atlas Brasil em 2013 foi de 0,781, valor considerado alto, sendo a 119ª melhor nota dos 5.565 municípios do Brasil. A cidade apresenta como estrutura para a população todos os serviços básicos como saneamento, além de quatro estações de tratamento de água e sete estações de tratamento de efluentes.

Os descartes irregulares são considerados situações bastante problemáticas e rotineiras no município de Santa Bárbara d'Oeste, devida a estruturação de novos bairros, condomínios verticais e de forma geral a expansão da cidade, o número de descartes irregulares, principalmente oriundos da construção civil se expandiu consideravelmente.

A estimativa de geração de RCC no município de Santa Bárbara d'Oeste é de 700 kg/hab. ano, o que retrata uma geração aproximadamente 135 mil ton./ano de RCC (Município de de Santa Bárbara d'Oeste, 2018). As Figuras 06 à 09 representam alguns descartes irregulares encontrados em áreas públicas do município.

<p data-bbox="295 779 746 808">Figura 06: Descarte irregular de RCC.</p>  <p data-bbox="421 1249 619 1272">Fonte: Ribeiro, 2015.</p>	<p data-bbox="911 779 1362 808">Figura 07: Descarte irregular de RCC.</p>  <p data-bbox="1034 1249 1232 1272">Fonte: Ribeiro, 2015.</p>
<p data-bbox="295 1299 746 1328">Figura 08: Descarte irregular de RCC.</p>  <p data-bbox="421 1765 619 1787">Fonte: Ribeiro, 2015.</p>	<p data-bbox="911 1299 1362 1328">Figura 09: Descarte irregular de RCC.</p>  <p data-bbox="1034 1765 1232 1787">Fonte: Ribeiro, 2015.</p>

Torna-se válido ressaltar que além dos RCC, a destinação de materiais recicláveis e de móveis velhos entre outros segmentos também se tornavam frequentes sendo dispostos em áreas públicas e inclusive em APP'S (áreas de preservação permanente) o que se torna ainda mais preocupante.

Com a finalidade de garantir a diminuição das disposições irregulares e consequentemente a melhoria da captação desses resíduos, foram implantados pontos de entrega voluntária de materiais, denominados “*ecopontos*”. Esses locais eram anteriormente conhecidos como áreas de deposição irregular que apresentavam grande volume de entulho e materiais, afim de utilizar a mesma área a qual já se havia criado o hábito do descarte, foi então realizada a implantação dos “*ecopontos*” agora como uma alternativa correta de direcionamento.

Os pontos irregulares de destinação de resíduos de maior incidência no município podem ser listados:

- Áreas não autorizadas – “Bota Foras”;
- Áreas não licenciadas;
- Áreas protegidas por lei;
- Corpos d’água;
- Encostas;
- Lotes Vagos;
- Passeios, vias e outras áreas públicas.

Os “*ecopontos*” são unidades de recebimento de Resíduos da Construção Civil (RCC), Resíduos de Poda e Capinação, Móveis Inservíveis e Resíduos Recicláveis (RR). Tem como objetivo servirem de opção para a destinação ambientalmente adequada dos RCC de pequenos geradores, em especial, dos munícipes que fazem obras em suas residências, dos carroceiros e transportadores desses respectivos resíduos. São importantes, pois auxiliam na limpeza do Município e ainda evitam que os RCC sejam dispostos irregularmente em diversos pontos da cidade, resultando em um instrumento de educação ambiental e de cidadania (PMSB, 2013).

No ano de 2018, o Município assinou o contrato para implementação de uma Usina de Inertes, visando principalmente o reaproveitamento dos resíduos provenientes de construção e demolição para a geração de agregados, contudo a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, responsável pelo mencionado contrato, relata que a área que será utilizada para a implantação da usina encontra-se em fase de licenciamento junto aos órgãos ambientais competentes, desta forma, todo

volume de RCC captado pelo poder público irá ser direcionado a este local, além de que a usina passará a receber RCC de caçambeiros e empresas da região.

Tendo em vista que a usina de inertes encontra-se em fase de implantação, os resíduos de construção civil captados pelo poder público são atualmente utilizados pela Prefeitura principalmente para manutenção de estradas rurais e demais demandas da Prefeitura que torna-se viável o reaproveitamento dos mesmos.

Contudo, o volume de RCC captado pelo poder público nas unidades de ecopontos e limpeza de descartes irregulares, estima-se através de dados cedidos pela Secretaria de Meio Ambiente no ano de 2018, o volume aproximado de 1192 m<sup>3</sup>/ mês.

O município de Santa Bárbara d'Oeste apresenta grande extensão territorial, cerca de 271,030 km<sup>2</sup> de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016), onde verifica-se a distribuição de diferentes problemáticas em relação a uso e ocupação do solo, culminando na deflagração de processos erosivos e áreas degradadas.

Com o apoio do Departamento de Conservação Ambiental da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município, foi possível realizar um levantamento de áreas que apresentam complicações quanto a incidência de processos erosivos. O levantamento ocorreu por meio de vistorias locais, onde foi possível constatar a real situação das áreas.

A maioria das áreas inclusas nesse levantamento são áreas de preservação permanente (APP), cuja principal finalidade é a proteção do recursos hídrico, assegurando a estabilidade geológica do local, biodiversidade, promovendo consequentemente o fluxo gênico da fauna e flora protegendo o solo daquela extensão.

Considerando a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil PNPDEC, instituída pela Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012, foi realizado no município de Santa Bárbara d'Oeste, a identificação de ameaças e potencialidades de desastres. O objetivo é focado em estimular o ordenamento de solo, dos espaços urbano e rural enfatizando as ações preventivas para evitar processo de deslizamento, desta forma, foram mapeadas áreas de riscos no município que apresentam o potencial de Risco Moderado para deslizamento de terra.



O relatório em atendimento a legislação vigente se tornou uma alternativa de apoio e análise em relação ao mapeamento da região em relação à problemáticas quanto a deslizamentos e movimentação de massa, através do mesmo foi possível destacar as duas principais áreas de risco quanto a processos erosivos, como pode ser analisado através das figuras.

A Figura 10 apresenta uma extensão da zona leste do município de Santa Bárbara d'Oeste, onde é constatada um grande processo erosivo nas margens da Rua Croácia. O processo erosivo estende-se por toda a margem do trecho de um córrego, denominado 'Barroirão', apresentando maior proeminência junto a uma tubulação localizada sob a Avenida Augusto Scomparim e na margem direita do córrego, mais a jusante, que comprometeu a estrutura da Rua Croácia.

Figura 10: Processo erosivo no Município de Santa Barbara d'Oeste - Rua Croácia.



Fonte:Relatório Interno- Secretaria de Meio Ambiente de Santa Bárbara d'Oeste (2018).

Figura 11: Detalhamento da área erodida do processo erosivo - Rua Croácia.



Fonte:Relatório Interno- Secretaria de Meio Ambiente de Santa Bárbara d'Oeste (2018).

A Figura 12 apresenta outra situação bastante crítica em relação a voçoroca, às margens de trecho do córrego denominado Suzigan, localizado na porção extremo nordeste do município de Santa Bárbara d'Oeste, na divisa com o município de Americana.

Figura 12: Histórico do processo erosivo, localizado no córrego Suzigan - Santa Bárbara d'Oeste A: 20/05/2004, B: 23/07/2010, C: 20/04/2014, D: 27/08/2017).



Fonte:Relatório Interno- Secretaria de Meio Ambiente de Santa Bárbara d'Oeste (2018).

Figura 13: Vista Geral da Voçoroca no córrego Suzigan.



Fonte:Relatório Interno- Secretaria de Meio Ambiente de Santa Bárbara d'Oeste (2018).

Tendo em vista os dois principais problemas erosivos no Município de Santa Bárbara d'Oeste, torna-se pertinente salientar que a recuperação de problemáticas evoluídas como nas situações mencionadas não se apresentam como uma ação fácil e rápida, tendo em vista a severidade da degradação, a necessidade da correção de taludes e retenção de sedimentos, uso de maquinários, a contenção do assoreamento do corpo hídrico, cobertura vegetal e melhoria da área em geral.

Torna-se fundamental um estudo específico da área em questão que apresente maiores detalhamentos quanto a segmentos fundamentais como a causa pela qual o processo evolutivo tenha iniciado, o uso do solo, a compactação do solo, o gerenciamento das águas de chuva e sistemas de drenagem com a principal finalidade de evitar o fluxos concentrado de água em um ponto específico e a infiltração da mesma, o tipo de rocha da qual o solo foi formado a qual influencia na evolução de processos erosivos entre outras informações necessárias para que seja iniciado um plano de recuperação da área degradada .

A alternativa de utilização da *Crotalaria juncea* em mistura com agregados reciclados oriundos dos resíduos de construção e demolição e solo, se apresenta como uma boa alternativa de reutilização de resíduos e recuperação de área degradada desde que sejam avaliados as condições da área, possibilitando assim o uso desta alternativa, além de que a mesma apresenta um baixo aporte financeiro, tendo em vista a reutilização de resíduo que são captados pelo próprio poder público, através dos ecopontos e limpezas de descartes irregulares que contam que grande volume de entulhos, sendo pertinente ainda a utilização da bica terra tendo em vista suas baixas alternativas de reaproveitamento.

## 5.MATERIAIS E MÉTODOS

A viabilidade de utilização de agregados reciclados para recuperação de áreas degradadas, será verificada por meio de avaliação de crescimento vegetativo da espécie *Crotalaria juncea*, em meio a diferentes granulometrias de agregados reciclados e proporções de solo, entretanto, serão estruturadas amostras com o objetivo de analisar a proposta em questão, através das seguintes etapas:

Etapa 1: Seleção e caracterização dos agregados reciclados;

Etapa 2: Caracterização granulométrica e físico/química das misturas solo/ agregado reciclável de construção civil;

Etapa 3: Montagem de experimentos em vasos com diferentes granulometrias de agregados e proporções de solos;

Etapa 3: Análise do crescimento vegetativo da *Crotalaria juncea*;

Etapa 5: Análise e discussão dos resultados obtidos.

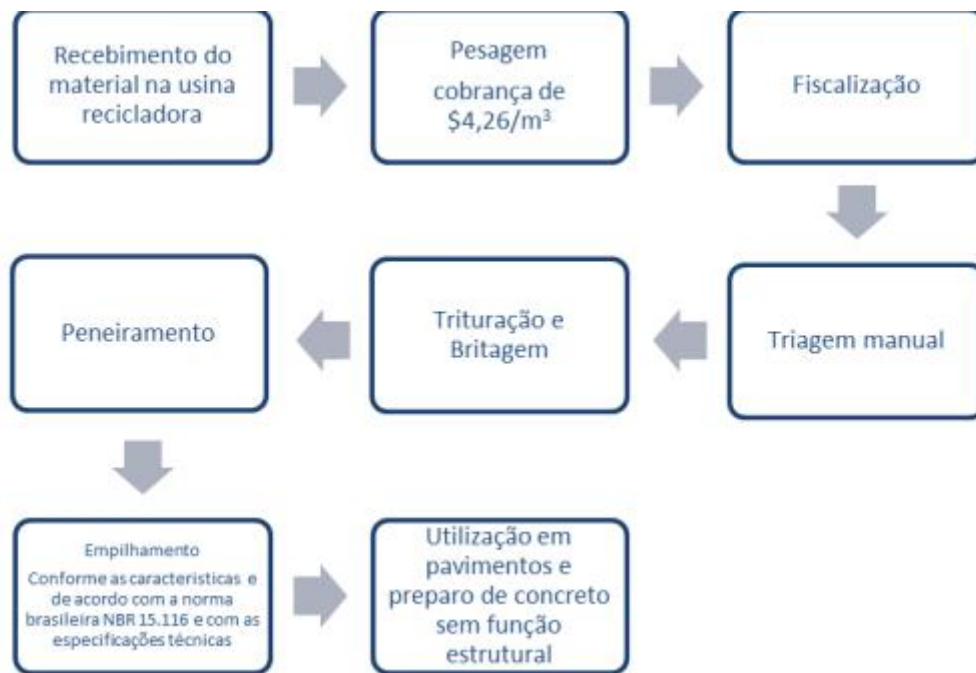
### 5.1. Seleção dos Agregados Reciclados da construção civil

Para a realização da seleção dos agregados, foi realizada uma visita à Usina de reciclagem de resíduos de construção e demolição, no município de Jundiaí - São Paulo. A unidade realiza o processamento de cerca de 18 mil toneladas de resíduos mensalmente, sendo os mesmos reciclados e transformados em agregados para aplicação em diversos segmentos. A usina apresenta um sistema de britagem de resíduos (SBR), desta forma recebe caçambas que normalmente compreendem ao volume de 3m<sup>3</sup> de material, sendo realizada a cobrança do valor de aproximadamente USD 4,26 o m<sup>3</sup> recebido. Dentre os materiais recebidos na unidade, destacam-se os resíduos de classe A e de classe B.

O resíduo após ser direcionado à unidade, é primeiramente encaminhado à uma balança para realizar a pesagem, passando então por um processo de fiscalização por grupos de funcionários para a identificação do material e então inicia-se a triagem manual, logo após, o material é direcionado para processos de trituração e britagem e então é classificado conforme peneiramento. Por fim, os materiais são dispostos em montes de acordo com a granulometria requerida sendo empilhados conforme suas características em uma área específica. Ao final desses processos são gerados os agregados reciclados que estão de acordo com a norma brasileira

ABNT NBR 15116:2004 e com as especificações técnicas, que definem os requisitos dos agregados reciclados para utilização em pavimentos e preparo de concreto sem função estrutural. A Figura 14 apresenta o fluxograma das etapas de processamento do RCC na usina recicladora de Jundiaí/SP.

Figura 14: Fluxograma das etapas de processamento do RCC na usina recicladora de Jundiaí/SP.



De acordo com a NBR 15116, os agregados reciclados são destinados à diversas aplicações como a obras de pavimentação viária: em camadas de reforço de subleito, sub-base e base de pavimentação ou revestimento primário de vias não pavimentadas e preparo de concreto sem função estrutural. A norma estabelece sua classificação em:

“Agregado de resíduo de concreto (ARC): É o agregado reciclado obtido do beneficiamento de resíduo pertencente à classe A, composto na sua fração gráda, de no mínimo 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas. Sua composição deve atender aos requisitos das aplicações específicas. Agregado de resíduo misto (ARM): É o agregado reciclado obtido do beneficiamento de resíduo de classe A, composto na sua fração gráda com menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas. Sua composição deve atender aos requisitos das aplicações específicas.”

As Figuras 15 à 18 apresentam os processos da unidade de usina, contemplando primeiramente a separação dos resíduos na área de triagem e a britação do material.

Figura 15: Fiscalização do material recebido



Figura 16: Triagem de resíduos



Figura 17: Processo de Britagem



Figura 18: Empilhamento granulometria



Durante a visita foram separados e transportados os resíduos a serem utilizados no presente trabalho. Na usina recicladora de Jundiaí foram obtidos a Bica Terra e Pedra 01.

## **Bica Terra**

Tendo em vista o grande volume de terra vinculada às partículas miúdas provenientes de resíduos de construção e demolição encontrada em caçambas de obras e o pouco aproveitamento deste material, houve o interesse em optar por esse tipo de resíduo para possível reaproveitamento, visando então sua reutilização na recuperação de áreas degradadas. As partículas miúdas misturadas a grande porcentagem de terra provém do material caracterizado como ‘vermelho’, composto por fragmentos de tijolo, telhas, blocos cerâmicos. Desta forma, este material foi selecionado na visita da usina de reciclagem de RCC para estruturação desta pesquisa, se apresentando como um resíduo conhecido como ‘fundo de caçamba’, denominado bica terra, como pode ser analisado o material na Figura 19.

Figura 19: Empilhamento de Bica Terra.



## **Pedra 01**

O agregado Pedra 01 é proveniente do material caracterizado como ‘cinza’, sendo composto principalmente por concreto, argamassa e alvenaria em geral. Como definição, a Pedra 1 é caracterizada por se apresentar como um resíduo durável e isento de materiais estranhos que possam interferir na reação de endurecimento do cimento, resistente e constituído de partículas ásperas. Em relação á aplicação,o mesmo apresenta melhoria de condição de rolamento de estradas não pavimentadas ou rurais, obras de base, sub-base ou reforço de subleito de pavimentação de vias, obras de base, sub-base de pátios industriais e semelhantes, aterros e acertos topográficos de terrenos, assentamentos de tubos e demais aplicações (CEMARA PRÓ AMBIENTAL, 2014).

Este agregado foi selecionado por conta de sua granulometria, o que irá ser adequado perante o volume do recipiente que será utilizado no experimento, apresentado na Figura 20..

Figura 20: Empilhamento de Pedra 01.



## 5.2. Caracterização físico/ química dos tratamentos

Torna-se fundamental caracterização dos tratamentos em relação as normas brasileiras, desta forma, foram realizados ensaios laboratoriais para os 10 tratamentos sem a inclusão de suas repetições. Os parâmetros analisados estão prescritos na Tabela 14, assim como a norma técnica brasileira que define cada segmento visualizadas as análises de solo. Torna-se pertinente sugerir que para determinação de densidade, massa específica e massa específica aparente sejam realizados através do método do picnômetro, tendo em vista que os resultados dos mesmos se apresentaram baixos no presente trabalho.

Tabela 14: Propriedades físicas ensaiadas e normas técnicas.

Propriedades	Bica de terra	Pedra 1
Curva granulométrica	NBR 7181/1984	NBR 7181/1984
Absorção de água	NBR NM 30	NBR NM 53
Massa específica	NBR NM 52	NBR NM 53
Massa específica aparente	NBR NM 52	NBR NM 53
pH	Instituto Brasileiro de Análises (IBRA) Metodologia IAC - Determinações CaCl <sub>2</sub>	Instituto Brasileiro de Análises (IBRA) Metodologia IAC - Determinações CaCl <sub>2</sub>



Continuação Tabela14: Propriedades físicas ensaiadas e normas técnicas.

Propriedades	Bica de terra	Pedra 1
Análise de fertilidade	Instituto Brasileiro de Análises (IBRA) Metodologia IAC	Instituto Brasileiro de Análises (IBRA) Metodologia IAC

### 5.3. Análises físicas no solo

As análises físicas do solo foram realizadas depois do processo de plantio dos experimentos, no Laboratório de Saneamento e o Laboratório de Mecânica dos Solos CEATEC PUC-Campinas.

**Densidade do solo:** O procedimento para determinação da densidade do solo, foi realizado através do Método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997). Desta forma, a amostra de solo foi coletada por uma estrutura indeformada através de um anel de aço (Kopecky) de bordas cortantes e volume interno de 50 cm<sup>3</sup>, em seguida foi colocada na estufa a

105°C, e após 24 horas, foi dissecada e pesada. Depois de feito a pesagem a densidade será determinada a partir do cálculo fórmula abaixo:

$$D_s = \frac{a}{b}$$

$D_s =$  Densidade do solo ( $kg \cdot dm^{-3}$ )

$b =$  volume do anel ou do cilindro ( $dm^{-3}$ )

$a =$  massa da amostra seca a 105° ( $kg$ )

**Umidade do solo (w):** Primeiro passo será pesar cápsulas vazias (Pc). Depois será pesado o solo nas condições naturais em três cápsulas de porcelana, de tal maneira que as mesmas estejam com aproximadamente 2/3 de suas alturas cheias de solo (P1 = cápsula + solo+água). O próximo passo é deixar as cápsulas na estufa, à temperatura de 100°C, por aproximadamente 24 horas. Após essas 24 horas as cápsulas serão retiradas da estufa, e depois de atingir à temperatura ambiente, será pesado novamente às cápsulas (P2 = cápsula + solo). Para definição da umidade (W), foi realizado o cálculo abaixo:

$$W = \frac{P1 - P2}{P2 - Pc} \times 100$$

**Absorção de água:** para definição das porcentagens de absorção de água do solo, foi realizado o procedimento laboratorial previsto na norma brasileira NM 30, o qual , A é considerada a absorção de água, em porcentagem;  $m_s$  , é a massa ao ar da amostra na condição saturado e de superfície seca, em gramas; m, é a massa da amostra seca em estufa estufa, em gramas, sendo definido através do cálculo abaixo:

$$A = \frac{m_s - m}{m} \times 100$$

**Massa específica:** o procedimento para definição da massa específica do solo, foi realizado através do procedimento laboratorial definido na Norma Brasileira NM 52, a qual define  $d_3$  como a massa específica do agregado, em gramas por centímetros cúbicos; m, é a massa da amostra seca em estufa, V, é o volume do frasco, em centímetros cúbicos;  $V_a$  , é o volume de água adicionado ao frasco;  $m_s$  , é a massa da amostra na condição saturada superfície seca;  $\rho_a$  , é a massa específica da água, em gramas por centímetro cúbico, como pode ser analisado através da fórmula:

$$d_3 = \frac{m}{(V - V_a) - \frac{m_s - m}{\rho_a}}$$

**Massa específica Aparente:** o procedimento para definição da massa específica aparente do solo, foi realizado através do procedimento laboratorial definido na Norma Brasileira NM 52, definindo  $d_1$  como a massa específica aparente do agregado seco, em gramas por centímetro cúbico; m, é a massa da amostra seca em estufa; V, é o volume do frasco, em centímetros cúbicos;  $V_a$  , é o volume de água adicionada ao frasco, como pode ser analisado através da fórmula:

$$d_1 = \frac{m}{V - V_a}$$

#### 5.4. Montagem de experimentos em vasos com diferentes classes granulométricas de agregados e proporções de solos

Após a obtenção dos agregados (Bica terra e Pedra 01),, foi realizado a montagem dos experimentos. O experimento foi conduzido no Viveiro Municipal do município de Santa Bárbara d'Oeste (local este de onde proveio o solo utilizado nos tratamentos) em 05 de Janeiro do ano de 2018. Para a montagem do experimento utilizou-se vasos de aproximadamente 2 Litros de capacidade.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com 3 repetições, em um esquema fatorial 5x2, onde o primeiro fator foi constituído por cinco proporções de mistura de solo (0, 25, 50, 75 e 100%), o segundo pelo tipo de agregado (bica terra e pedra 01). Em cada unidade experimental (vaso) foram plantadas cinco sementes. Cabe destacar que os tratamentos 1 e 6 foram considerados iguais (Testemunha= 0% agregado - 100% terra), portanto os resultados foram compartilhados. A distribuição dos tratamentos encontram-se na Tabela 15, podendo ser visualizado na Figura 21.

Tabela 15: Distribuição dos tratamentos.

TRATAMENTO	AGREGADO	PROPORÇÃO DE SOLO
T1	BICA TERRA	0% bica terra - 100% terra
T2		25% bica terra - 75% terra
T3		50% bica terra - 50% terra
T4		75% bica terra - 25% terra
T5		100% bica terra - 0% terra
T6	PEDRA 01	0% pedra 01 - 100% terra
T7		25% pedra 01 - 75% terra
T8		50% pedra 01 - 50% terra
T9		75% pedra 01 - 25% terra
T10		100% bica terra - 0% terra

Figura 21: Distribuição dos tratamentos



Após a montagem dos vasos foi realizado o plantio de sementes de uma espécie de leguminosa usada na adubação verde *Crotalaria juncea*. A espécie é pertencente à família das leguminosas e se enquadra em clima tropical, apresenta grande relevância pelo seu potencial de produção de biomassa e também fixadoras de nitrogênio atmosférico (FBN). A *Crotalaria juncea* é utilizada como adubo verde e amplamente preconizada em relação ao seu rápido crescimento e supressão de ervas espontâneas (EMBRAPA, 2005). Cabe ressaltar que os fatores considerados para a escolha da espécie utilizada no experimento: a proporção vaso/ tamanho da planta, visto que não poderia ser inserida uma espécie de grande porte e o rápido crescimento da espécie em função do tempo hábil de pesquisa.

O plantio ocorreu em 05/01/18 optando-se por essa data em função do período de chuvas. Foram plantadas cinco sementes da leguminosa em cada unidade de vaso, inseridas a cerca de dois centímetros de profundidade, sendo irrigadas diariamente pelo período da manhã e expostas a céu aberto para o melhor desenvolvimento das mudas.

O crescimento da planta pode ser avaliado por meio de medidas de diferentes tipos, sendo as mais comuns: numéricas, lineares, superficiais e massa. O uso de uma e/ ou de outra depende principalmente dos objetivos do pesquisador, bem como da disponibilidade de material, mão-de-obra, tempo e equipamentos necessários para a realização das medidas. No presente trabalho, para acompanhar o desenvolvimento vegetativo foram realizadas medições de altura das plantas e do número de folhas.

a) *Altura da planta (cm)* - É medida do solo até e a folha mais nova. A altura da planta está altamente correlacionada com a biomassa e a área foliar (CLEMENT, 1995) sendo uma das características mais facilmente mensuráveis. No presente experimento foram realizadas medidas quinzenalmente;

b) *Número de folhas* - É o número de folhas verdes completamente expandidas da haste principal. Ignorar folhas amarelas ou mortas, visto que elas não são fotossinteticamente ativas. O número de folhas verdes tende a decrescer com a densidade populacional, o déficit hídrico e a deficiência nutricional e é útil em combinação com outros caracteres. O número de folhas foi contado em três avaliações: 30, 60 e 90 dias após a semeadura.

### **5.5. Análise dos dados**

Para análise dos dados físico do solo e das raízes/parte área das plantas, foi realizada a análise ANOVA, aplicando teste Tukey ao nível de 5% de confiança, visando verificar a existência de diferenças significativas entre as médias de uma determinada variável em relação a um tratamento aplicado. A análise de variância rejeita ou não a hipótese de igualdade de médias dos grupos, porém, não determina quais grupos apresentam médias estatisticamente diferentes, sendo então necessário o teste Tukey. As análises foram realizadas por meio do software estatístico, o SISVAR.

Posteriormente, os dados em relação aos parâmetros da evolução vegetativa e em relação aos dados físicos do solo foram submetidos a análise de correlação, definido como coeficiente de Pearson ( $r$ ), possibilitando assim a análise quanto a associação de variáveis.

## 6.RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Caracterização físico/química do solo/resíduo reciclável de construção civil para fins de recuperação de área degradadas

A análise granulométrica é considerada como uma ferramenta fundamental para a caracterização de materiais a serem utilizados como condicionares de solo, referindo-se à quantificação da distribuição do tamanho das partículas em fase sólida dos solos e suas respectivas porcentagens. Essa permite analisar a distribuição das diferentes frações granométricas e suas interferências na fixação da componente vegetal (LEPESCH, 2010). De acordo com a NBR – 7181/ABNT – a análise Granulométrica de Solos é o estudo do tamanho das partículas ou grãos que compõem o solo, distribuindo-se em diversas frações de solo, conforme seu tamanho. Lepesch (2010) afirma que por meio da análise textural pode-se identificar as proporções relativas das frações de areia, silte e argila em um material do solo.

Existem várias formas de representação que, na realidade, correspondem a diferentes formas de visualizar a distribuição de partículas que constituem o sedimento (DIAS, 2014). No presente trabalho foram realizadas as determinações das composições granulométricas referentes aos tratamentos T1 a TA10 por meio de procedimentos adotados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR NM 7181/1984. A caracterização do material nos tratamentos foi realizada pelo processo de peneiramento, utilizando-se dos critérios granulométricos apresentados segundo a NBR 7181/1984, onde os tratamentos foram classificados em peneiras com abertura de malha (em mm) de:12,7 (a partir do T7); 9,5; 6,35; 4,75; 2,38; 1,18; 0,6; 0,5; 0,25; 0,149; 0,074. A classificação dos solos se apresentam expressos na Tabela 16.

Tabela 16: Classificação dos solos segundo NBR 7181/1984.

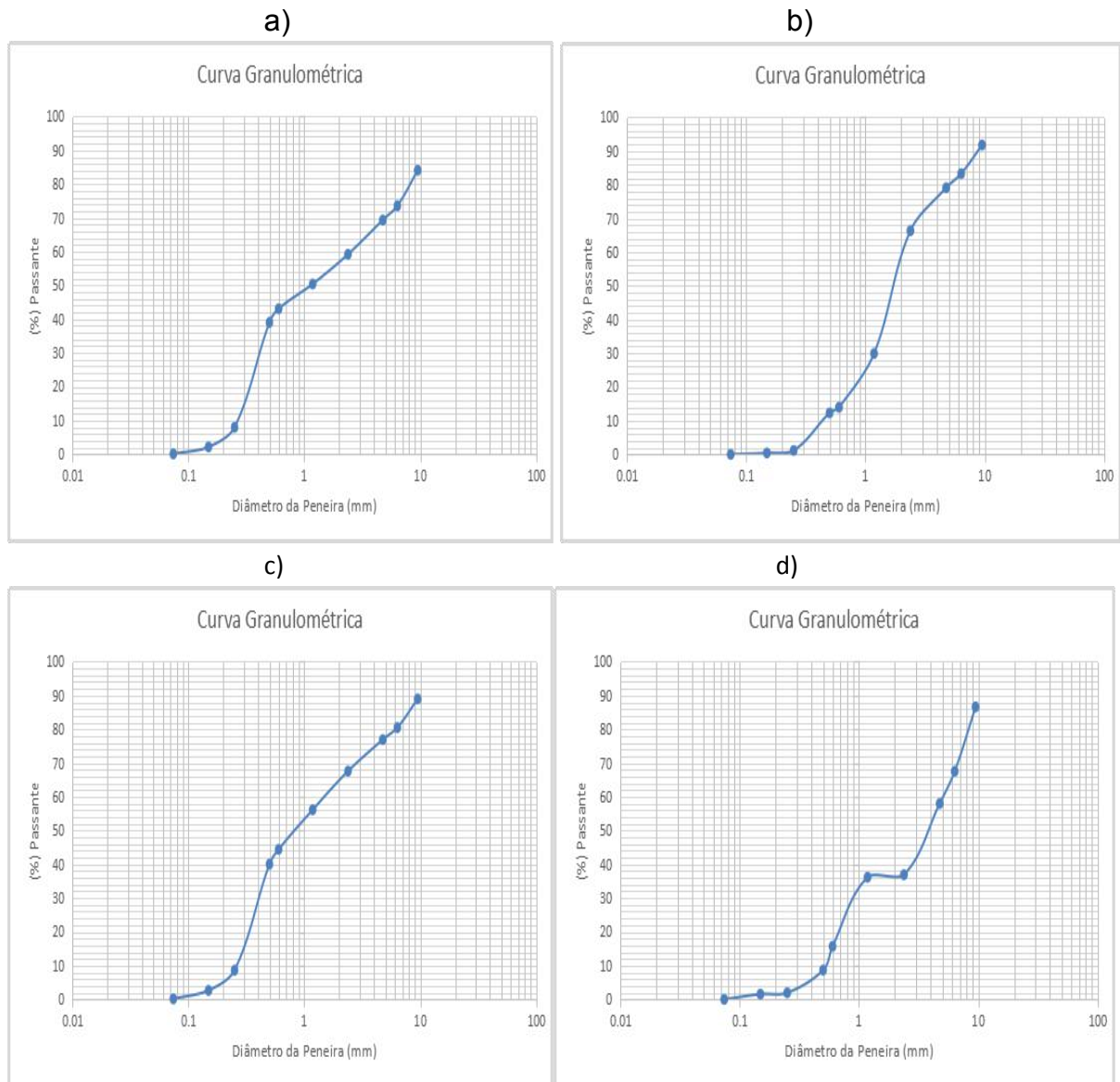
Classificação dos Solos	Diâmetros para Classificação
Pedregulhos médios	6,0mm<D<20,0mm
Pedregulhos finos	2,0mm<D<6,0mm
Areias grossas	0,6mm<D<2,0mm

Continuação Tabela16: Classificação dos solos segundo NBR 7181/1984.

Classificação dos Solos	Diâmetros para Classificação
Areias médias	$0,2\text{mm} < D < 0,6\text{mm}$
Areias finas	$0,06\text{mm} < D < 0,2\text{mm}$
Siltes	$0,002\text{mm} < D < 0,06\text{mm}$
Argilas	$D < 0,002\text{mm}$

Para a caracterização solo/resíduo reciclável de construção civil os resultados foram apresentados na forma de curvas granulométricas, conforme mostra a Figura 22 .

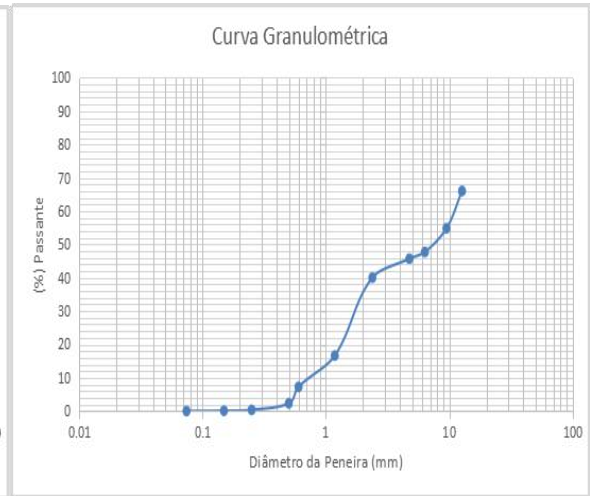
Figura 22: Curvas Granulométricas do solo/resíduo reciclável de construção civil.



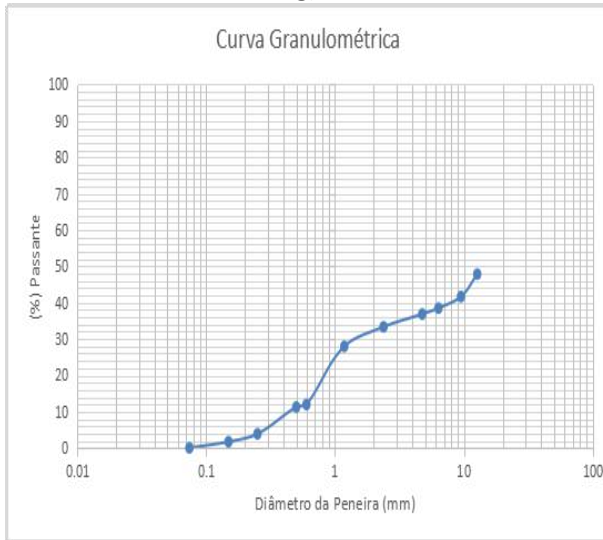
e)



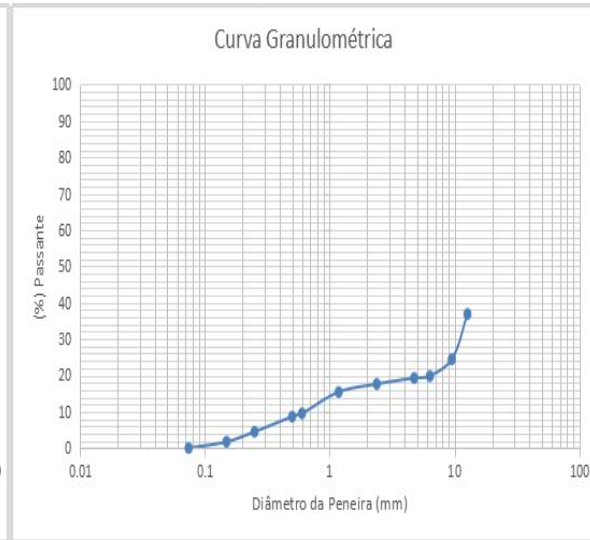
f)



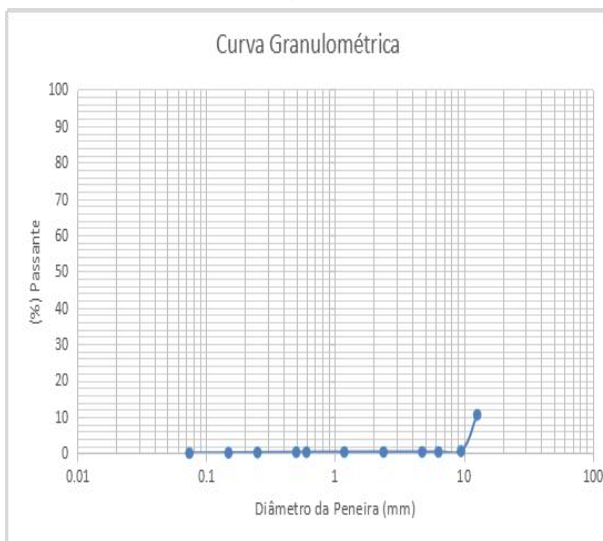
g)



h)



i)



Onde: a) Tratamento 01/Tratamento 06, b) Tratamento 02 c) Tratamento 03, d) Tratamento 04, e) Tratamento 05, f) Tratamento 07, g) Tratamento 08, h) Tratamento 09, i) Tratamento 10 Sendo: T1 = 0% bica solo - 100% solo; T2 = 25% bica terra - 75% solo; T3 = 50% bica terra - 50% solo; T4 = 75% bica terra - 25% solo; T5 = 100% bica terra - 0% solo; T6 = 0% pedra 01 - 100% solo; T7 = 25% pedra 01 - 75% solo; T8 = 50% pedra 01 - 50% solo; T9 = 75% pedra 01 - 25% solo; T10 = 100% pedra 01 - 0% solo.



A Tabela 17 apresenta as porcentagens de composição do solo/resíduo reciclável de construção civil por tratamento.

Tabela 17: Classificação granulométrica do solo/resíduo reciclável de construção civil.

Classificação dos solos	T1/T6	T2	T3	T4	T5	T7	T8	T9	T10
	%								
pedregulhos médios	25,3	13,6	17,9	32,3	24,6	50,9	61,4	79,5	97,2
pedregulhos finos	14,4	16,9	12,9	30,6	14,7	7,7	5,1	2,2	0
areias grossas	16,1	52,4	23,2	21,2	24,0	32,8	21,4	8,08	0,06
areias médias	35,1	12,8	35,8	13,7	32,6	6,9	8,1	5,07	0,09
areias finas	7,9	1,2	8,48	1,9	3,6	0,3	3,8	4,48	0,16

Onde T1 = 0% bica solo - 100% solo; T2 = 25% bica terra - 75% solo; T3 = 50% bica terra - 50% solo; T4 = 75% bica terra - 25% solo; T5 = 100% bica terra - 0% solo; T6 = 0% pedra 01 - 100% solo; T7 = 25% pedra 01 - 75% solo; T8 = 50% pedra 01 - 50% solo; T9 = 75% pedra 01 - 25% solo; T10 = 100% pedra 01 - 0% solo.

Os tratamentos relacionados ao agregado bica terra (T1 a T5), apresentaram menores porcentagens de pedregulhos comparados aos tratamentos com pedra 01 (T6 a T10), principalmente o tratamento T3, o qual apresenta as menores porcentagens de elementos graúdos sendo esse 50% bica terra e 50% solo. O tratamento T4 foi o que apresentou a maior porcentagem de pedregulhos e uma das menores porcentagens de areias finas, contemplando 1,95%, porém o tratamento que apresenta menor porcentagem de areias finas é o T2, o qual foi constituído por 25% agregado e 75% solo.

Analisando as curvas granulométricas referentes aos tratamentos compostos por agregado Pedra 01 (T6 a T10) foi possível verificar que a grande porcentagem do volume foi composto o por partículas graúdas, principalmente a partir do Tratamento 07 (T7) sendo a maior porcentagem encontrada no tratamento T10 (T10), o qual apresenta sua totalidade de pedregulhos médios. As pequenas porcentagens de elementos miúdos (areia fina) contidas na caracterização deve-se provavelmente ao atrito entre o material, resultando em partículas menores.

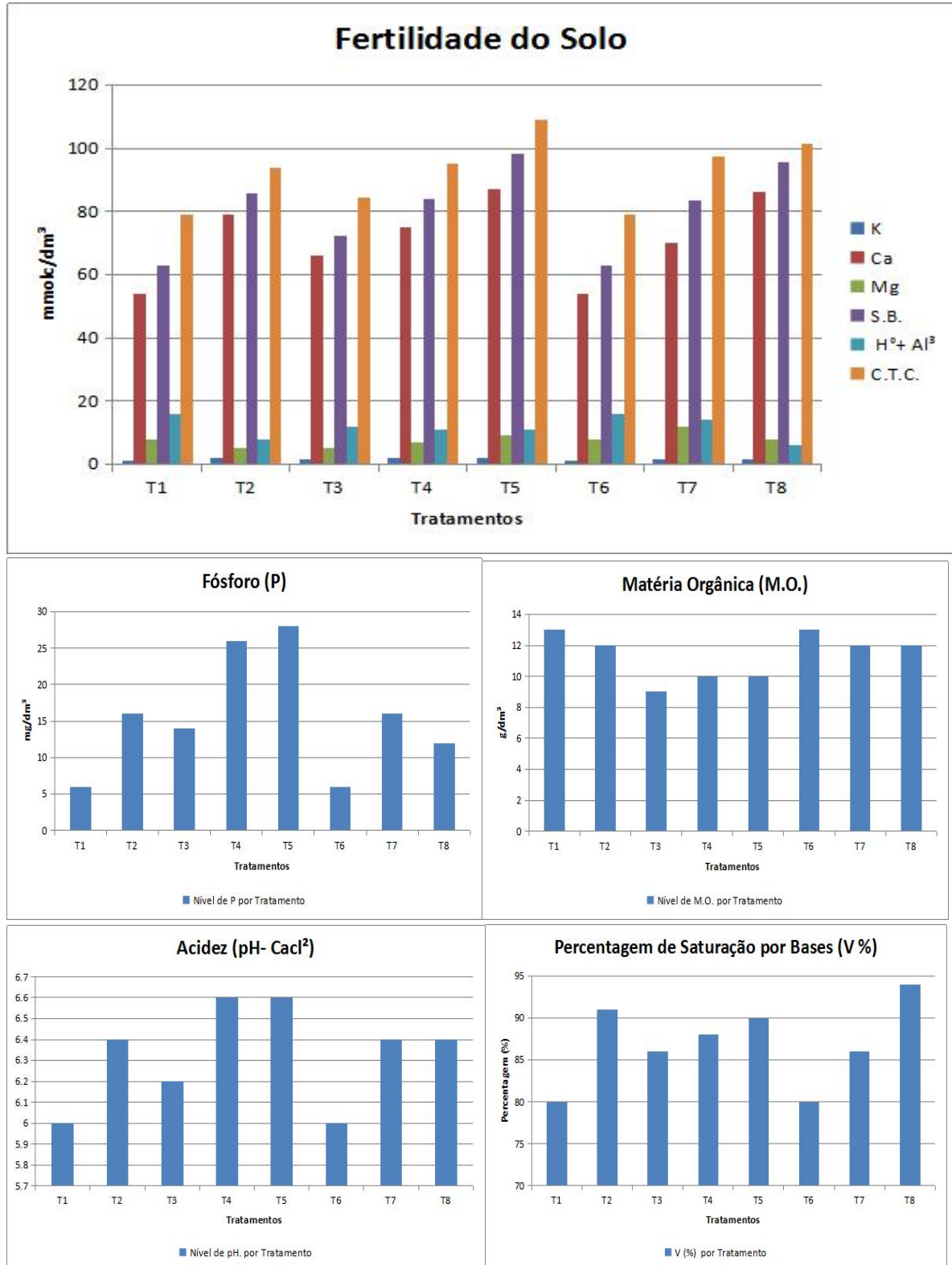
De maneira geral, pode-se observar que todos os tratamentos apresentam brita zero (4,8 mm - 9,5mm) e nenhum deles apresentou agregado graúdo maior que a especificação. Apesar dos tratamentos apresentarem grande heterogeneidade na granulometria, os tratamentos que contemplaram o mesmo tipo

de agregado apresentaram uma baixa variabilidade. Rocha (2006) realizando uma caracterização granométrica de resíduos de construção civil destacou a média encontrada de 56% de material graúdo e 44% de participação de elementos miúdos de em amostras provenientes de resíduos de construção e demolição. O mesmo autor salientou ainda que em uma das amostras a porcentagem máxima de material graúdo foi de 77%, enquanto outras amostras contaram com grandes porcentagens de grãos miúdos, totalizando uma delas em 68% da amostra.

Em estudo para avaliação de agregados reciclados oriundos de processos de construção e demolição para argamassa de assentamento e revestimento realizado por Carasek, *et al.* (2018), o mesmo realizou a caracterização deste material, o que resultou em uma composição variável, porém apresentou distribuições granulométricas bastante similares devido ao mesmo processo de britagem. Silva e Arnosti (2006) realizaram a caracterização de agregados reciclados, verificando por meio de peneiramento, um grande volume do material arenoso, o qual contemplava areia fina, média e grossa e pequena porcentagem, variando de 20-25%, de material caracterizado por argila e silte.

Em relação a análise de fertilidade cabe destacar que nos tratamentos compostos por 75% e 100% de agregado pedra 01 ( T9 e T10, respectivamente) não foi possível realizar as análises em função da composição granulométrica, conforme aponta a Tabela 15 (composição entre 80-100% de pedregulhos médios). Em relação aos tratamentos T1 a T8 as análises contemplaram entre os teores de potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), soma de Bases (S.B.), saturação por Alumínio (  $H^+ + Al^3$ ), capacidade de troca de Cátions (C.T.C.), fósforo (P), matéria orgânica (M.O.), acidez (pH) e porcentagem de saturação por Bases (V%). Estando os resultados apresentados na Figura 23.

Figura 23 : Teores de Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Soma de Bases (S.B.) acidez potencial ( $H^+ + Al^3$ ) e Capacidade de troca catiônica (CTC), Fósforo (P), Matéria Orgânica (M.O.), Acidez ( $pH - CaCl^2$ ), Percentagem de Saturação por Bases (V%).



Onde T1 = 0% bica solo - 100% solo; T2 = 25% bica terra - 75% solo; T3 = 50% bica terra - 50% solo; T4 = 75% bica terra - 25% solo; T5 = 100% bica terra - 0% solo; T6 = 0% pedra 01 - 100% solo; T7 = 25% pedra 01 - 75% solo; T8 = 50% pedra 01 - 50% solo; T9 = 75% pedra 01 - 25% solo; T10 = 100% pedra 01 - 0% solo.

Pela análise dos dados dispostos na Figura 14 foi possível destacar que em relação ao fósforo (P) o tratamento T1/T6 apresenta teor muito baixo ficando em torno de  $6 \text{ mg/dm}^3$  (BOLETIM 200, 2014); Os tratamentos T3 e T8 se caracterizam por índices baixos de fósforo, que se enquadram na faixa de  $7\text{-}15 \text{ mg/dm}^3$  e os demais tratamentos apresentam teores médios. Sampaio *et al.* (1995) afirmaram que nutrientes como N e P usualmente se apresentam em menores proporções em solos caracterizados como semi-áridos, resultando em prejuízos na produtividade vegetal. Os tratamentos que apresentaram teores baixos de potássio (K) foram os tratamentos T1/T6, T3 e T7, já os tratamentos T2, T4, T5 e T8 apresentaram teores médios deste nutriente (BOLETIM 200, 2014). Guerra (2005) destaca que elementos como fósforo e o potássio são considerados como os principais nutrientes, sendo então classificados como macronutrientes primários pelo fato das plantas utilizá-los em quantidades consideráveis de acordo. Holanda *et al.* (1984) realizou análises quanto a aumentos lineares nos teores de P, K e pH por consequência da adição de doses crescentes de esterco em um latossolo na região do Rio Grande do Norte.

De acordo com o Boletim 200 (2014) para a maioria das culturas, o valor mínimo de  $5 \text{ mmolc dm}^{-3}$  de magnésio (Mg) deve ser mantido no solo, possibilitando assim o suprimento desse nutriente à planta. No presente trabalho, pode-se observar que todos os tratamentos apresentaram o mínimo desejado de teor de Mg, sendo que o tratamento T7 apresentou o teor mais elevado, em torno de  $12 \text{ mmolc dm}^{-3}$ .

A saturação por bases (V%) caracteriza-se como um dos principais indicadores para avaliação das condições gerais de fertilidade dos solos. Sendo considerado solos férteis aqueles que apresentam  $V\% \geq 50\%$  e solos pouco férteis  $V\% < 50\%$  (EMBRAPA, 2010). De maneira geral, no presente trabalho pode-se observar que todos os tratamentos analisados puderam ser considerados como solos férteis, sendo evidenciado o T8 foi o que apresentou 94% saturação por bases, sendo o tratamento T1/T6 aquele que apresentou menor valor ficando com 80% de saturação por bases.

Em relação ao parâmetro acidez foi possível destacar que o tratamento T1/T6 apresentou acidez baixa (pH entre 5,6 - 6,0), quanto todos os tratamentos restantes apresentaram acidez média (pH entre 6,1 - 7,0) de acordo com a interpretação de classes para acidez do solo segundo Tomé Junior (1987) *apud*

Embrapa (2010). Cabe ressaltar que quando os parâmetros saturação por bases apresentam valores entre 50 e 80 % e pH contemplados entre 6,0 e 6,5, grande parte das culturas apresentam boa produtividade (EMBRAPA, 2010).

De acordo com a EMBRAPA (2010) valores próximos a  $100 \text{ mmolc dm}^{-3}$  podem ser considerados alto em relação a capacidade de troca de cátions (CTC), sendo que este parâmetro retrata a capacidade de liberação de nutrientes, contribuindo com a manutenção da fertilidade por um determinado período, ainda auxilia na diminuição de ocorrências quanto a efeitos tóxicos pertinentes a utilização de fertilizantes. No presente trabalho pode-se destacar que os tratamentos T8 e T5 foram os que apresentam maior CTC, superando o valor de  $100 \text{ mmolc/dm}^3$ , sendo que os tratamentos T2, T3, T4, e T7 apresentam valores próximos a este, o tratamento T1/T6 é o que apresenta o menor valor de  $79,1 \text{ mmolc dm}^{-3}$ . O valor da CTC também se encontra influenciado pelo teor de matéria orgânica contido no solo, ou seja um solo considerado com alto teor de matéria orgânica, apresentará conseqüentemente altos valores de CTC (EMBRAPA, 2010) de forma geral, os teores de matéria orgânica em todos os tratamentos são considerados baixos e inclusive apresentaram-se próximos entre si, sendo que os tratamentos T2, T7, T8 apresentaram o mesmo teor de  $12 \text{ g/dm}^3$ . Em resultados referentes a avaliação da porcentagem de matéria orgânica presente em agregados oriundos de resíduos de construção e demolição (RCD), Silva e Arnosti (2006) observaram a média de 5% em 6 lotes de RCD analisados. Assim, incrementos de matéria orgânica é uma característica que deve ser exercida durante a restauração do substrato degradado (LONGO *et al.*, 2005), uma vez que atua como um suporte para o estabelecimento e desenvolvimento de vegetação colonizadora. (LONGO *et al.* 2011).

O alumínio (Al), quando presente no solo, é um fator preocupante quanto ao desenvolvimento de uma planta (EMBRAPA, 2010) conseqüentemente, a saturação por alumínio (H+Al) revela-se como um importante parâmetro a ser analisado, a fim de minimizar os prejuízos em relação a implantação da cultura analisada. Tendo em vista os tratamentos analisados, o T2 e T8 apresentam classificação de saturação por alumínio baixa e pouco prejudicial, quanto o restante dos tratamentos apresentam classificação média. De maneira geral, pode-se dizer que condições de estresse ou de impedimento químico submetidos ao solo, influenciam diretamente em parâmetros como, o pH, alumínio trocável I ( $\text{Al}^{+3}$ ) e

saturação por alumínio. (GIRACCA, NUNES, 2016). Em relação ao Cálcio (Ca) foi possível destacar que, de acordo com a o Instituto Agronômico de Campinas (IAC, 2015), todos os tratamentos apresentam altos teores, salientando os tratamentos T5 e T8, com os maiores níveis.

A espécie leguminosa *Crotalaria juncea* é comumente utilizada para adubação verde e apresenta grande influência na cobertura vegetal pelo fato da mesma apresentar pouco exigência quanto a fertilidade do solo em que é submetida. (Sipes & Arakari, 1997; Mcsorley, 1999; Robinson & Cook, 2001 *apud* SILVA *et al.*2007). Silva et al. (2007) destacou que em plantio realizado junto com a espécie *Crotalaria juncea*, observou-se que esta apresentou-se pouco exigente quanto ao teor de nutrientes do solo, tornando-se válido ressaltar que o plantio não contou com a implementação de esterco.

Guerra (2015) afirma que um solo pode ser considerado produtivo e fértil quando o mesmo apresenta nutrientes considerados fundamentais e em escalas equilibradas para o desenvolvimento e crescimento do cultivo, que assegura que suas características físicas e biológicas livres de elementos considerados tóxicos e se apresentem em locais que contribuam com fatores climáticos favoráveis. A Tabela 18 apresenta de forma resumida a interpretação da análise de fertilidade conforme autores citados anteriormente, em relação aos teores dos parâmetros de fertilidade do solo obtidos nos tratamentos.

Tabela18: Classificação dos tratamentos em relação aos parâmetros de fertilidade.

Classificação dos Tratamentos	P	K	Mg	V	pH	C.T.C.	M.O.	H <sup>o+</sup> Al <sup>3</sup>	Ca
MUITO BAIXO	T1/T6				T2,T3,T4,T5,T7, T8				
BAIXO	T3/T8	T1/T6, T3 e T7			T1/T6		T1,T2, T3,T4, T5,T6, T7,T8	T2, T8	
MÉDIO/ (MÍNIMO ACEITÁVEL/ FERTÉIS)	T7, T4, T2, T5	T8, T2,T4, T5	T1,T2, T3,T4, T5,T6, T7.T8	T1,T2,T3,T4,T5 ,T6,T7. T8				T1/T6, T3, T4 T5, T7t	
ALTO						T1,T2,T3,T4,T5, T6,T7.T8			T1,T2,T3,T4,T5, T6,T7T8

## 6.2. Avaliação do crescimento da *Crotalaria juncea*

Após a montagem do experimento foi realizado o acompanhamento do desenvolvimento das plantas, com o objetivo de obter parâmetros como a germinação das sementes e a evolução das mudas. O acompanhamento aconteceu com coleta de dados em períodos aproximados de quinze dias a partir da data do plantio das sementes, desta forma, foi estruturada uma planilha onde foram inseridas as informações de cada etapa: a medição das mudas, a contagem do número de folhas das mesmas e registros fotográficos. A evolução pode ser acompanhada conforme os registros fotográficos que ocorreu na fase de acompanhamento dos experimentos na Figura 24.

Figura 24: Avaliações periódicas de crescimento das plantas.



a): Primeira avaliação: Data: 19/01/18



b) Segunda avaliação Data: 31/01/18



b) Terceira avaliação: Data: 13/02/18





c):Quarta avaliação: Data: 27/02/18



d) Quinta avaliação: Data: 16/03/18



e) Sexta avaliação: Data: 05/04/18

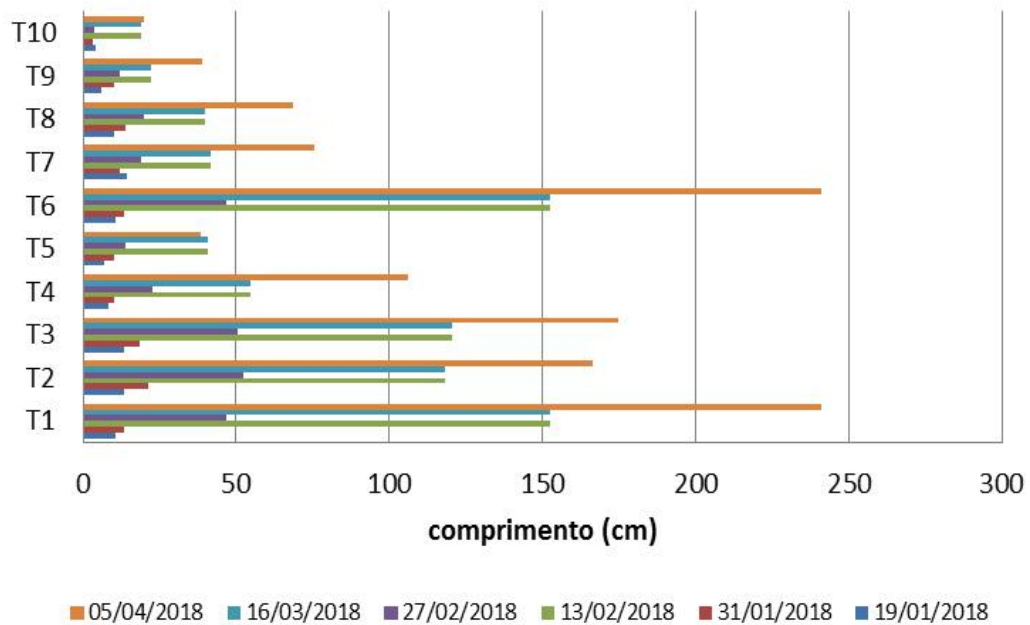
A análise de crescimento permitiu conhecer diferenças funcionais e estruturais entre plantas, de forma a identificar respostas à aplicação de diferentes tratamentos (RADFORD, 1967; EVANS, 1972; CAUSTON & VENUS, 1981). O crescimento é avaliado por variações em magnitude de alguma característica ou estrutura morfológica da planta ao longo do tempo. Por sua vez, essas variações temporais permitem o acompanhamento da produção fotossintética efetiva. Isso porque mais de 95% da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo de seu crescimento provém da atividade fotossintética (CAUSTON & VENUS, 1981). Menos de 5% da matéria seca advém da absorção de nutrientes do solo, embora a inter-relação entre fotossíntese e absorção seja fundamental ao processo como um todo.

A produção fotossintética efetiva, geralmente expressa em termos de aumento de biomassa ao longo do tempo, é resultante do balanço entre fotossíntese bruta, respiração, fotorrespiração e perdas devidas à senescência de tecidos e



órgãos. No Gráfico 01 estão apresentados os valores comparativos de comprimento da parte aérea em diferentes datas de avaliação.

Gráfico 01: Comparativo entre o comprimento da parte aérea nas diferentes datas de avaliação.



Onde T1 = 0% bica terra - 100% terra; T2 = 25% bica terra - 75% terra; T3 = 50% bica terra - 50% terra; T4 = 75% bica terra - 25% terra; T5 = 100% bica terra - 0% terra; T6 = 0% pedra 01 - 100% terra; T7 = 25% pedra 01 - 75% terra; T8 = 50% pedra 01 - 50% terra; T9 = 75% pedra 01 - 25% terra; T10 = 100% pedra 01 - 0% terra

A Figura 25 apresenta uma visão geral do experimento após a sexta avaliação, apontando a evolução do crescimento vegetativo dos tratamentos que variam de 100% solo à 100% pedra 01.

Figura 25: Comparação entre os tratamentos bica terra e pedra 01 na sexta medição dos experimentos (da direita para esquerda T1, T2, T3, T4, T5, T7, T8, T9 e T10).



Onde T1 = 0% bica terra - 100% terra; T2 = 25% bica terra - 75% terra; T3 = 50% bica terra - 50% terra; T4 = 75% bica terra - 25% terra; T5 = 100% bica terra - 0% terra; T6 = 0% pedra 01 - 100% terra; T7 = 25% pedra 01 - 75% terra; T8 = 50% pedra 01 - 50% terra; T9 = 75% pedra 01 - 25% terra; T10 = 100% pedra 01 - 0% terra

Em relação a evolução temporal, torna-se cabível evidenciar após o monitoramento das visitas periódicas, o grande desenvolvimento das mudas, principalmente nos tratamentos compostos por 100% solo (T1 e T6). Em relação aos tratamentos que foram compostos pelo agregado bica terra, os mesmos se destacaram em relação ao grande número de folhas, especialmente os tratamentos T2 e T3 que apresentam valores totais que ultrapassaram 60 folhas na sexta visita. O tratamento T10, constituído por 100% pedra 01, foi o que apresentou a menor evolução em relação a este parâmetro.

O comprimento da parte aérea apresentou resultados próximos ao que foi observado em relação ao parâmetro número de folhas, destacando os tratamentos T1, T2, T3 e T6 com maior desenvolvimento e o tratamento estruturado por 100% pedra 01, o T10, o menos evoluído.

De forma geral, os tratamentos contemplados pelo agregado pedra 01 evoluíram em menor escala em relação aos parâmetros mencionados comparando com os tratamentos com bica terra.

Após 90 dias de instalação do experimento, os vasos foram desmontados sendo realizadas análises da massa verde e seca na parte aérea e raízes das plantas. O valor da massa seca foi utilizado preferencialmente tendo em vista o fator

de que o teor de água é variável, dependendo das condições de cultivo, colheita e armazenamento pós amostragem. A biomassa pode ser estimada para a planta inteira ou para seus componentes. (CLEMENT E BOVI, 2000).

Após lavagem e separação, o material foi cortado e pesado, em seguida inserido em estufa a 65°C por um período de 96 horas no Laboratório de Mecânica Solos no CEATEC – PUC - Campinas para obtenção da massa seca de raízes e da parte aérea. Pela relação dos valores de massa seca de raízes e o volume de solo que estas ocupavam.

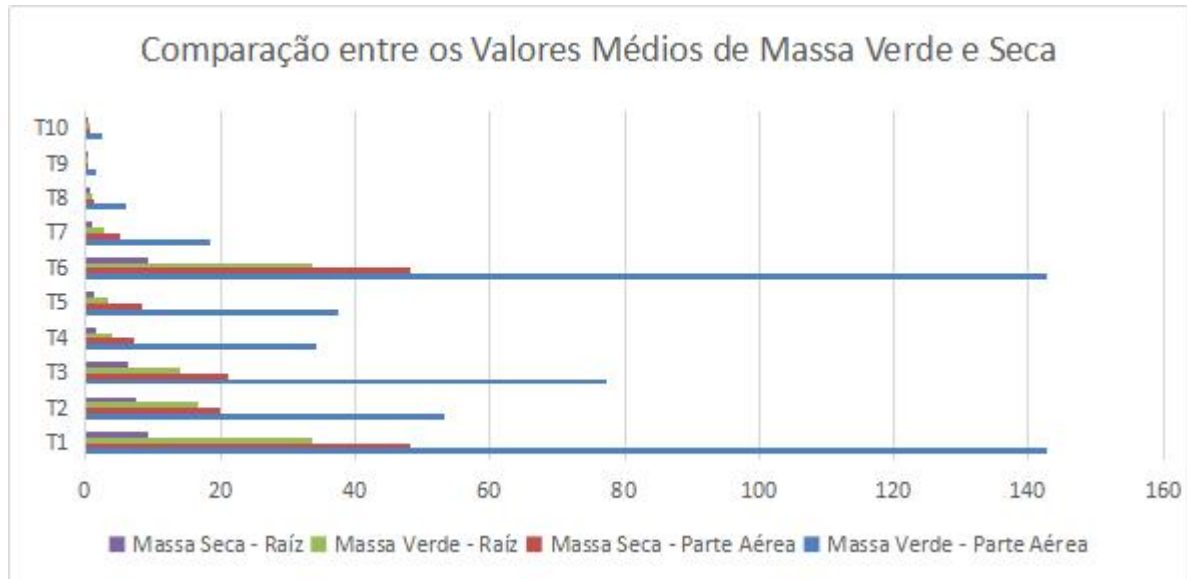
A Figura 26 apresenta as imagens obtidas na desmontagem do experimento que contemplam as partes aéreas e raiz das amostras do tratamento 02.

Figura 26: Parte Aérea e Raiz -Tratamento 02.



Como forma de apresentar uma análise comparativa entre massa verde e seca das amostras de tratamentos, o Gráfico 02 expõe valores médios de massa verde e seca da parte aérea e também valores médios de massa verde e seca das raízes das mudas de cada tratamento. Constata-se que nos tratamentos T3 e principalmente T1/T6, o índice de volume de massa verde é bastante notável, ultrapassando a 140 gramas. Quanto aos tratamentos compostos por pedra 01, principalmente os que apresentavam maior porcentagem deste agregado, obtiveram os menores valores quanto aos parâmetros avaliados.

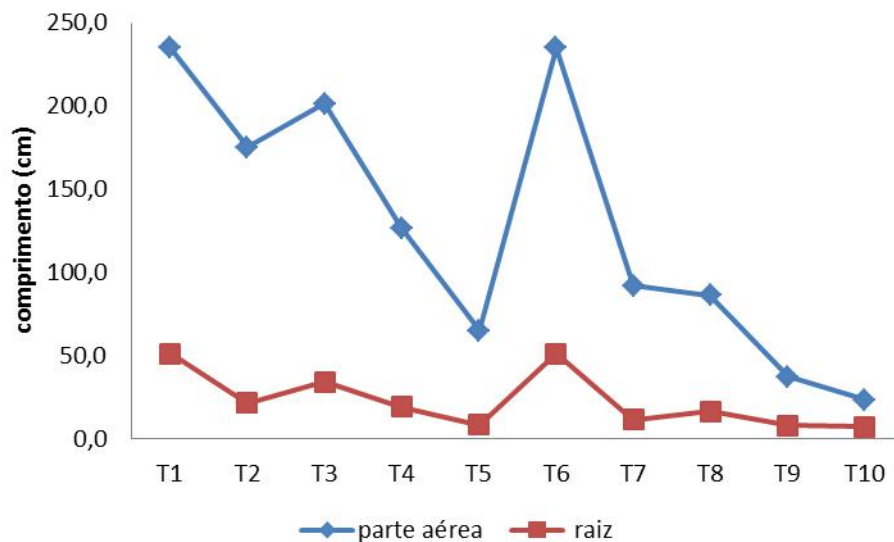
Gráfico 02: Comparação entre os valores médios de massa verde e massa seca da parte aérea das mudas e das raízes das mesmas.



#### Massa Seca/ Verde - gramas (g)

Onde T1 = 0% bica terra - 100% terra; T2 = 25% bica terra - 75% terra; T3 = 50% bica terra - 50% terra; T4 = 75% bica terra - 25% terra; T5 = 100% bica terra - 0% terra; T6 = 0% pedra 01 - 100% terra; T7 = 25% pedra 01 - 75% terra; T8 = 50% pedra 01 - 50% terra; T9 = 75% pedra 01 - 25% terra; T10 = 100% pedra 01 - 0% terra

Gráfico 03 – Comparação entre o comprimento da parte aérea e raízes.



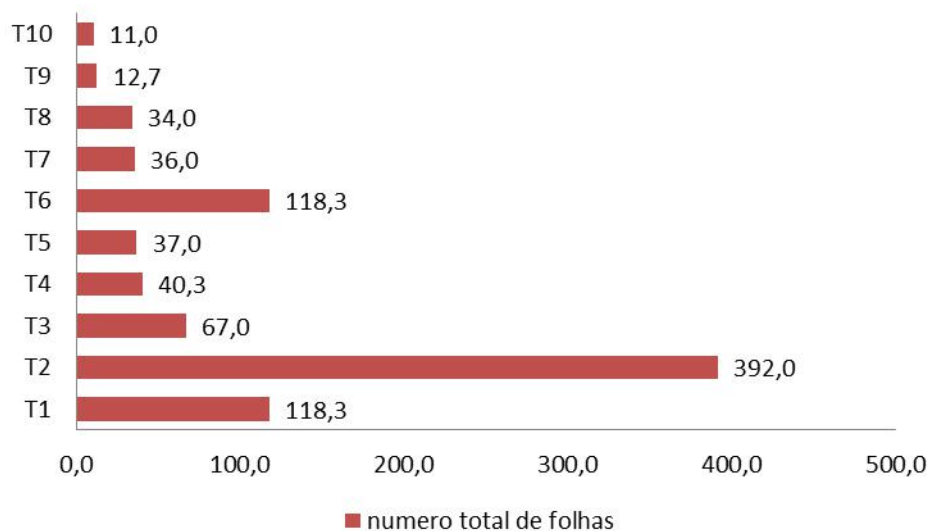
Onde T1 = 0% bica terra - 100% terra; T2 = 25% bica terra - 75% terra; T3 = 50% bica terra - 50% terra; T4 = 75% bica terra - 25% terra; T5 = 100% bica terra - 0% terra; T6 = 0% pedra 01 - 100% terra; T7 = 25% pedra 01 - 75% terra; T8 = 50% pedra 01 - 50% terra; T9 = 75% pedra 01 - 25% terra; T10 = 100% pedra 01 - 0% terra

Santos *et al.* (2014) realizou um experimento no qual avaliou o crescimento da *Crotalaria juncea* em diferentes níveis de salinização na água

utilizada para irrigação, concluindo que os níveis de salinidade da água de irrigação não interferiram no crescimento da *Crotalaria juncea* até a condutividade elétrica de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  no período de 40 dias.

O Gráfico 04 apresenta o número médio de folhas presente em cada tratamento. Torna-se possível a constatação que nos tratamentos T1/ T6 e principalmente no T2 o número de folhas apresentou-se bastante elevado em relação aos outros tratamentos, esse item pode ser justificado talvez pelo próprio posicionamento do tratamento, podendo ser então favorecido em relação a luminosidade e também pelo fato do mesmo apresentar grande porcentagem de solo, o que possibilita boas características para sua evolução. Os menores índices de presença de folhas são destacado em T9 e T10.

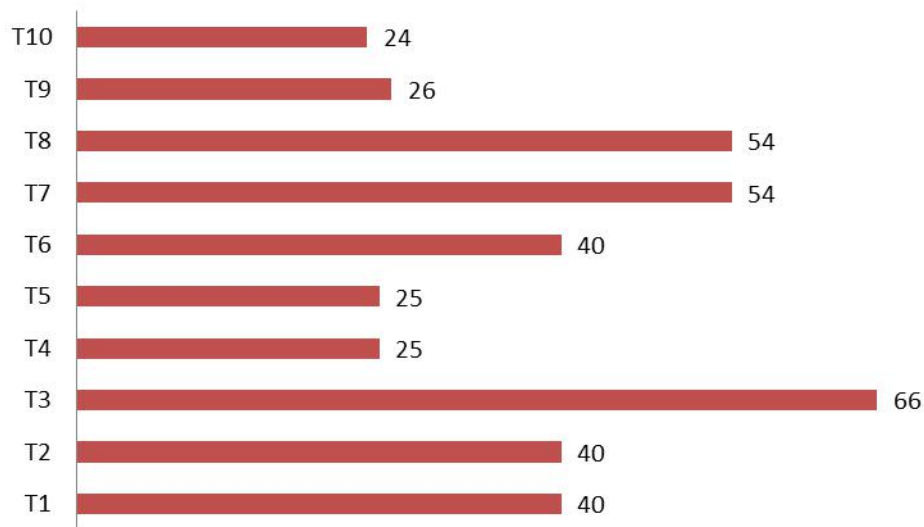
Gráfico 04: Número total de folhas por tratamento.



Onde T1 = 0% bica terra - 100% terra; T2 = 25% bica terra - 75% terra; T3 = 50% bica terra - 50% terra; T4 = 75% bica terra - 25% terra; T5 = 100% bica terra - 0% terra; T6 = 0% pedra 01 - 100% terra; T7 = 25% pedra 01 - 75% terra; T8 = 50% pedra 01 - 50% terra; T9 = 75% pedra 01 - 25% terra; T10 = 100% pedra 01 - 0% terra

No Gráfico 05 foram apresentados os totais de germinação de sementes por tratamento observado 15 dias após a implantação do experimento. Destaca-se que nos tratamentos referentes ao T7, T8 e principalmente T1/ T6 a porcentagem de germinação é elevada em relação ao restante dos tratamentos, sendo perceptíveis os níveis de germinação mais baixos em T10, T4 e T5.

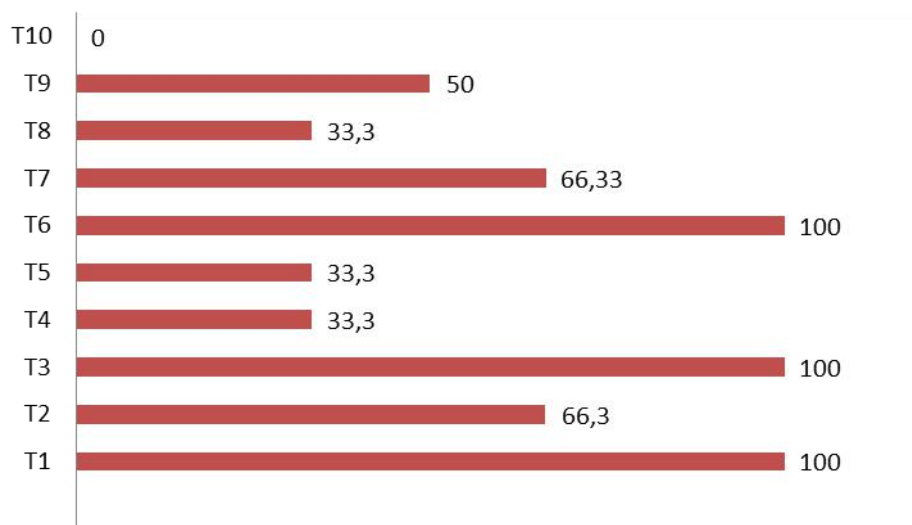
Gráfico 05: Porcentagem de germinação de sementes por tratamento.



Onde T1 = 0% bica terra - 100% terra; T2 = 25% bica terra - 75% terra; T3 = 50% bica terra - 50% terra; T4 = 75% bica terra - 25% terra; T5 = 100% bica terra - 0% terra; T6 = 0% pedra 01 - 100% terra; T7 = 25% pedra 01 - 75% terra; T8 = 50% pedra 01 - 50% terra; T9 = 75% pedra 01 - 25% terra; T10 = 100% pedra 01 - 0% terra

No Gráfico 06 foi apresentado a porcentagem de plantas com flores por tratamento ao final do experimento. Pode-se observar que os tratamentos T3 e T1/T6 apresentaram 100% das plantas com flores. Já nos tratamentos T4, T5 e T8, apenas 33,3% das plantas apresentaram flores, sendo que o tratamento T10 não apresentou flores.

Gráfico 06: Porcentagem de plantas com flores por tratamento.



Onde T1 = 0% bica terra - 100% terra; T2 = 25% bica terra - 75% terra; T3 = 50% bica terra - 50% terra; T4 = 75% bica terra - 25% terra; T5 = 100% bica terra - 0% terra; T6 = 0% pedra 01 - 100% terra; T7 = 25% pedra 01 - 75% terra; T8 = 50% pedra 01 - 50% terra; T9 = 75% pedra 01 - 25% terra; T10 = 100% pedra 01 - 0% terra

Como forma de testar uma outra alternativa de condicionante para o solo visando a recuperação de área degradada, Mizobata *et. al* (2017) avaliou o desenvolvimento de mudas de *Dipteryx alata* (baru) e de *Astronium fraxinifolium* (gonçalo-alves) em solo considerado degradado, compactado ou não, suplementado com resíduo agroindustrial. Os resultados obtidos apontaram que a espécie *Dipteryx alata* se apresentou pouco exigente em relação a adição de nutrientes proveniente do resíduo agroindustrial. A espécie *Astronium fraxinifolium* teve também o parâmetro altura influenciado negativamente pela compactação, (sendo também o processo de compactação, possivelmente, a grande influência em relação a baixa porcentagem de umidade contida no tratamento T2, no presente trabalho, mesmo o tratamento apresentando grande porcentagem de solo), porém o acréscimo do resíduo agroindustrial promoveu o beneficiamento de parâmetros como altura diâmetro do caule, massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular. Em relação a raiz, foi possível a constatação que ambas as espécies apresentaram sua morfologia alterada por conta da compactação.

Os dados de análise da vegetação obtidos após a desmontagem do experimento: número de sementes germinadas, número de folhas, comprimento parte aérea, massa verde parte aérea, massa seca parte aérea, comprimento das raiz, massa verde raiz, massa seca raiz estão apresentados na Tabela 19. Os resultados referentes ao solo como densidade, umidade, absorção de água, massa específica e massa específica aparente estão apresentados na Tabela 20. A Tabela 19 apresenta as médias juntamente com a análise estatística, desvio padrão e coeficiente de variação em relação aos parâmetros relevantes ao crescimento vegetativo da *Crotalaria juncea*.

Tabela 19: Análise estatística dos parâmetros relativos ao crescimento vegetativo da *Crotalaria juncea*.

Tratamentos	Número de Sementes Germinadas									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<b>Médias *</b>	2a	2a	3,3a	1a	1a	2a	2,66a	2,66a	1,33a	0,66a
<b>Des. padrão</b>	0	1,3	0,4	0,7	1,3	0	1,8	0,9	0,9	0,9
<b>C.V</b>	0	66,7	13,3	66,7	133,3	0	66,7	33,3	66,7	133,3

Onde T1 = 0% bica solo - 100% solo; T2 = 25% bica terra - 75% solo; T3 = 50% bica terra - 50% solo; T4 = 75% bica terra - 25% solo; T5= 100% bica terra - 0% solo; T6 = 0% pedra 01 - 100% solo; T7 = 25% pedra 01 - 75% solo; T8 = 50% pedra 01 - 50% solo; T9 = 75% pedra 01 - 25% solo; T10 = 100% pedra 01 - 0% solo.

\*Médias de 3 repetições \*\*Números seguidos da mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Continuação Tabela 19: Análise estatística dos parâmetros relativos ao crescimento vegetativo da *Crotalaria juncea*.

Tratamentos	Número de Folhas									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Médias *	118,3a	392a	67a	40,33a	37b	118,3a	36a	34b	12,6b	11b
Des. padrão	31,6	478	16,7	32,4	49,3	31,6	24	13,3	8,4	14,7
C.V	26,7	121,9	24,9	80,4	133,3	26,7	66,7	39,2	66,7	133,3
Tratamentos	Comprimento Parte Aérea (cm)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Médias *	247,3b	175,3 ab	201,3 ab	126,6 ab	65 ab	247,3 b	92ab	86,2ab	39,3a	23,3a
Des. padrão	4,4	47,1	27,8	84,4	86,7	4,7	61,3	30,4	32,4	31,1
C.V	1,8	26,9	13,8	66,7	133,3	1,9	66,7	35,3	82,5	133,3
Tratamentos	Massa Verde Parte Aérea (g)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Médias *	142,7b	53,2ab	77,4ab	34,1ab	37,4ab	142,7b	18,4ab	6,1a	1,6a	2,2a
Des. padrão	32,9	52,1	50,8	32,5	49,9	32,9	12,3	5,8	1,7	3
C.V	23,1	97,8	65,6	95,4	133,3	23,1	66,7	95,7	107,8	133,3
Tratamentos	Massa Seca Parte Aérea (g)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Médias *	48,2b	19,9ab	21,2ab	7,2ab	8,4ab	48,2b	5,1ab	1,3a	0,35a	0,51a
Des. padrão	15,4	21,6	13,3	5,8	11,1	15,4	3,4	0,9	0,4	0,7
C.V	31,9	109	62,9	80,1	133,3	31,9	66,7	74,2	101,3	133,3
Tratamentos	Comprimento da Raiz (cm)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Médias *	51b	21,3ab	34,3ab	19,3ab	8,3a	51b	11,3a	16,5ab	8a	7,3a
Des. padrão	10	0,9	12,4	12,9	11,1	10	7,6	6	5,3	9,8
C.V	19,6	4,2	36,2	66,7	133,3	19,6	66,7	36,4	66,7	133,3
Tratamentos	Massa Verde da Raiz (g)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Médias *	33,7b	16,6ab	13,9ab	4,03ab	3,16a	33,7b	2,8a	0,98a	0,14a	0,6a
Des. padrão	8,5	20,2	5,5	3,8	4,2	8,5	1,9	0,6	0,2	0,8
C.V	25,1	121,7	39,2	94,1	133,3	25,1	66,7	64	119,4	133,3
Tratamentos	Massa Seca da Raiz (g)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Médias *	9,4a	7,4a	6,3a	1,4a	1,09a	9,4a	0,8a	0,17a	0,0,8a	0,12a
Des. padrão	2,8	9,3	3,2	1,3	1,5	2,8	0,5	0,1	0,1	0,2
C.V	29,5	124,7	50,4	94,9	133,3	29,5	66,7	62,7	66,7	133,3

Onde T1 = 0% bica solo - 100% solo; T2 = 25% bica terra - 75% solo; T3 = 50% bica terra - 50% solo; T4 = 75% bica terra - 25% solo; T5 = 100% bica terra - 0% solo; T6 = 0% pedra 01 - 100% solo; T7 = 25% pedra 01 - 75% solo; T8 = 50% pedra 01 - 50% solo; T9 = 75% pedra 01 - 25% solo; T10 = 100% pedra 01 - 0% solo.

\*Médias de 3 repetições \*\*Números seguidos da mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade



Torna-se pertinente a menção da constatação de altos coeficientes de variação encontrado em alguns tratamentos, este fato é justificado em função da mortalidade de algumas plantas.

Em relação ao número de sementes germinadas e a massa seca da raiz os tratamentos não apresentam diferenças significativas entre si, com valores médios variando de 0,7 a 2,7; 0,2 a 12 g, respectivamente. Câmara e Endres (2007) conduziram uma pesquisa a qual tinha como finalidade avaliar o nível de sombreamento necessário à produção de mudas com qualidade para plantio de duas espécies, contudo a avaliação apontou que para uma das espécies, o maior número de folhas foi produzido no cultivo em que foi submetido a 50% de sombreamento. A relação de massa da parte aérea e sistema radicular, também apresentou variação, sendo influenciável a exposição às diferentes intensidades de sombreamento.

Em relação ao comprimento da parte aérea os tratamentos T9 e T10 não diferiram significativamente entre si e apresentam os menores valores de desenvolvimentos, com mínimo de 23,3 cm e máximo de 39,3 cm, esses tratamentos contaram com as maiores porcentagens de agregado pedra 01. Os tratamentos T2, T3 T4, T5, T7 e T8 apresentaram resultados que não variam significativamente entre si, apresentando valor máximo de 201,3 cm e mínimo de 65 cm, contudo, esse grupo apresentou faixas de médias que se aproximam tanto do grupo de menor desenvolvimento da parte aérea (T9 e T10), quanto do grupo que apresenta maior desenvolvimento da parte aérea da planta, o tratamento T1/T6 cuja estruturação apresentou 100% solo, sem adição de agregados chegando a 247 cm de comprimento.

A mesma situação pode ser observada para a massa verde e massa seca da parte aérea, as quais apresentam um grupo em que as médias não se diferem entre si com os tratamentos que apresentam maior porcentagem de pedra 01, T9, T10, e também T8 com a menor massa verde e seca da parte aérea da planta, e um grupo de transição que acopla os tratamentos T2, T3 T4, T5, T7, o qual as médias não se diferem entre si e as mesmas se aproximam tanto do grupo de menor massa (T8, T9 e T10) quanto do grupo que apresenta maior massa verde e seca e que as medias não se diferem, constituído pelo tratamento T1/T6,

Branke & Gardner (1987) constataram que a lentidão em relação ao crescimento inicial da espécie de leguminosa introduzida (feijão guandu) foi justificada pela desproporcionalidade em relação à separação dos assimilados para as raízes, o que se apresenta como consequência o menor desenvolvimento da parte aérea da espécie.

Torna-se válido ressaltar que o desenvolvimento vegetativo encontra-se influenciado não só pela disposição de nutrientes no meio em que a mesma se encontra submetida, mas principalmente uma série de fatores que auxiliam no crescimento vegetativo, como a própria estrutura do solo, matéria orgânica presente no mesmo, retenção de umidade são fatores fundamentais que não se encontram presentes ou de forma bastante amena se comparados aos tratamentos com pedra 01, contudo torna-se justificável os apontamentos em relação aos grupos que produziram maior massa da parte aérea, serem os tratamentos que maior apresentam porcentagem de solo e bica terra consequentemente maior teor de nutrientes do que em tratamentos estruturados pelo agregado pedra 01.

Em relação aos parâmetros relacionados ao sistema radicular, o comprimento da raiz apresentou os menores valores nos tratamentos T5, T7, T9 e T10, os quais as médias não apresentam diferenças significativas entre si. O tratamento T1/T6 foi que apresentou maior desenvolvimento. Os tratamentos T2, T3, T4 e T8, apresentaram médias próximas entre si que se caracterizam tanto pelo grupo de maior quanto o de menor desenvolvimento. A massa verde da raiz apresentou características semelhantes ao parâmetro comprimento da raiz, visto que o tratamento T1/T6, foi o que apontou maior desenvolvimento. Os menores valores foram observados nos tratamentos T5, T7, T8, T9 e T10, os quais as médias não apresentam diferenças significativas entre si, destacando o T9 como menor massa verde em relação a raiz, com 0,14 g. Os tratamentos T2, T3 e T4 representam o grupo que apresentam médias próximas entre si que se caracterizam tanto pelo grupo de maior quanto o de menor desenvolvimento. Em estudos relacionados ao crescimento da raiz, em relação às espécies invasoras na região da Amazônia, Dias (1995) ressaltou que plantas irrigadas tendem a potencializar a evolução radicular em camadas consideradas superficiais do solo, sendo que plantas não irrigadas sofrem uma menor evolução radicular.

De forma geral, o tratamento correspondente a T1/T6 foi o tratamento que apresentou melhor desenvolvimento em todos parâmetros analisados, visto que apresenta sua totalidade constituída por solo o que possibilita condições ideais para o desenvolvimento da espécie, abaixo do T1/T6, foi possível ressaltar a evolução dos tratamentos compostos pelo agregado bica terra tendo em vista que grande porcentagem deste agregado é composto por solo, contudo em análise referente a relação do desenvolvimento da parte aérea e da raiz dos tratamentos, observou-se a evolução aconteceu na mesma proporção, ou seja, os tratamentos que mais desenvolveram parte aérea (T1/T6 à T4), foram os mesmos que mais evoluíram quanto ao crescimento das raízes, os tratamentos que menos apresentaram desenvolvimento de parte aérea (T7 à T10) foram os mesmos que apresentaram o menor comprimento de raiz, apresentando composição pelo agregado pedra 01.

A Tabela 20 apresenta a análise estatística, a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação relativas aos parâmetros de solo e agregados. Cabe destacar que devido aos procedimentos laboratoriais para as análises de absorção de água, massa específica e massa específica aparente para tratamentos com agregado pedra 01 instituídos pela NBR NM 53 foi possibilitado ser executado somente com o tratamento T10, constituído por 100% pedra 01 (100% agregado gráudo), os tratamentos T7, T8 e T9 não foram realizadas em função da composição granulométrica do tratamento (por haver solo incluso) foram impossibilitados de serem realizados as análises laboratoriais.

Tabela 20: Análise estatística dos parâmetros relativos aos parâmetros de solo.

Tratamentos	Densidade do solo (g . cm <sup>3</sup> )									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<b>Médias *</b>	1,9a	2,06a	2,33a	2,16a	2,41a	1,9a	2,69 ab	2,95ab	3,77b	2,2a
<b>Des. padrão</b>	0,08	0,2	0,17	0,15	0,22	0,08	0,31	0,29	0,7	0,03
<b>C.V</b>	4,28	10,13	7,68	7,01	9,45	4,28	11,75	9,96	18,75	1,63
Tratamentos	Umidade (%)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<b>Médias *</b>	10,15c	1,88a	10,45c	9,01c	5,39b	10,15c	19,9e	14,08 d	1,8a	2,62a
<b>Des. padrão</b>	0,61	0,24	1,41	0,41	0,67	0,61	0,28	0,76	0,1	0,49
<b>C.V</b>	6,01	12,95	13,49	4,58	12,49	6,01	1,44	5,39	5,92	18,97

Onde T1 = 0% bica terra - 100% terra; T2 = 25% bica terra - 75% terra; T3 = 50% bica terra - 50% terra; T4 = 75% bica terra - 25% terra; T5= 100% bica terra - 0% terra; T6 = 0% pedra 01 - 100% terra; T7 = 25% pedra 01 - 75% terra; T8 = 50% pedra 01 - 50% terra; T9 = 75% pedra 01 - 25% terra; T10 = 100% pedra 01 - 0% terra

\*Médias de 3 repetições \*\*Números seguidos da mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Continuação Tabela 20: Análise estatística dos parâmetros relativos aos parâmetros de solo.

Tratamentos	Massa Específica (g/cm <sup>3</sup> )									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Médias *	1,27a	1,3a	1,28a	1,27a	1,27a	--	--	--	--	2,57a
Des. padrão	0	0	0	0	0	--	--	--	--	9,8
C.V	3,2	2,4	0,3	2,3	2,7	--	--	--	--	133,3
Tratamentos	Massa Específica Aparente (g/cm <sup>3</sup> )									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Médias *	0,99a	1,32a	1,11a	1,11a	1,18a	--	--	--	--	2,28a
Des. padrão	0	0,3	0	0	0	--	--	--	--	0,8
C.V	0,1	24,2	0,4	0,1	3	--	--	--	--	133,3
Tratamentos	Absorção de Água (%)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Médias *	2,5c	2,55c	0,99a	3,69d	1,84b	--	--	--	--	5,97e
Des. padrão	0,1	0	0	0,1	0	--	--	--	--	0,5
C.V	4,9	0,5	1,1	1,5	1	--	--	--	--	7,8

Onde T1 = 0% bica terra - 100% terra; T2 = 25% bica terra - 75% terra; T3 = 50% bica terra - 50% terra; T4 = 75% bica terra - 25% terra; T5 = 100% bica terra - 0% terra; T6 = 0% pedra 01 - 100% terra; T7 = 25% pedra 01 - 75% terra; T8 = 50% pedra 01 - 50% terra; T9 = 75% pedra 01 - 25% terra; T10 = 100% pedra 01 - 0% terra

\*Médias de 3 repetições \*\*Números seguidos da mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

A densidade do solo nos tratamentos T1/T6, T2, T3, T4 T5 e T10, não apresentaram diferenças significativas entre si, assim como T7 e T8 também não diferiram entre si. O tratamento T9 ,diferencia-se de todos os demais apresentando os teores mais elevado. Os valores de densidade do solo pode sofrer diversas influências como associação aos tratos culturais do local, declive do terreno, e também o histórico de uso da área em questão (GUARIZ *et al.* 2009). As altas densidades do solo encontradas no presente trabalho, provavelmente foram provenientes do próprio material em estudo que apresenta altos teores de pedregulhos, em todos os tratamentos, conforme mostra a Tabela 17. Segundo Longo et al. (2011) a adubação verde utilizada na recuperação de áreas degradadas por mineração na região amazônica, proporcionou boa tendência de cobertura do solo, o que poderá modificar de modo positivo algumas propriedades do solo/substrato em questão. Porém, os 15 meses decorridos, mesmo com o estabelecimento da vegetação, não foram suficientes para promover alterações nas propriedades físicas do solo.

A umidade é um dos parâmetros analisados que apresentou maiores variações entre os tratamentos, sendo que T2, T9 e T10 não apresentam diferenças significativas e se destacam pelas menores porcentagens de umidade dos tratamentos, em análise, os tratamentos T9 e T9 podem ser justificados com uma baixa umidade tendo em vista que os mesmos apresentam pouca e nenhuma respectivamente incidência de solo nos tratamentos, o qual garante um maior índice de umidade. A baixa porcentagem de umidade no T2 pode ser justificada talvez por um maior processo de compactação do solo, tendo em vista que esse tratamento apresenta grande porcentagem de solo. T1/T6 T3 e T4 também não apresentam diferenças significativas entre suas médias, quanto T5, T7 e T8, são os três tratamentos que se diferem de todos os outros, sendo T7, com a maior porcentagem de umidade que chega a 19,87%, o que pode ser justificado pelo fato desse tratamento apresentar 75% de solo em sua constituição, apresentando assim boas características que garante alto índice de umidade. Guariz *et al.* (2009) destacam a relação entre a variação da umidade e a densidade do solo sob diferentes coberturas vegetais, sendo possível concluir a influência linear da umidade nos resultados de densidade do solo. Em relação a cobertura vegetal, o mesmo salienta que os solos que apresentam a cobertura vegetal pela espécie de eucalipto apresentam maior umidade. O baixo teor de umidade no solo tende a limitar os valores pertinentes a densidade do solo, por conta da perda de sua estruturação (SOUZA *et al.* 2006). Timm *et al.* (2006) defende o fator de que o parâmetro umidade age com grande influência em diversos processos em relação ao solo e também no desenvolvimento vegetativo, como o movimento de água, a compactação e aeração do solo e o evolução radicular.

Em relação a absorção de água os tratamentos T3, T4, T5 e T10 se diferem todas entre si, com o T3 se apresentando como a menor porcentagem de absorção. Os tratamentos T1 e T2, não apresentam diferenças significativas, tratamentos estes que apresentam maior porcentagem de solo na estruturação. Em estudo apresentado por Silva e Arnosti (2006), a absorção de água dos RCD reciclados apresentou uma alta porcentagem tendo em vista a comparação realizada por Carneiro *et al.* (2001) e Neville (1997), os quais apresentam a faixa de absorção da água em um agregado natural variando de 0,2 % - 3,4%, sendo esta uma das principais diferenças entre um agregado reciclado e um agregado natural.

Os apontamentos realizados por Campos *et al.* (2018) afirmam que a absorção de água é maior em agregados reciclados em comparação com os agregados naturais, contudo, agregados recicláveis apresentam menor densidade e menor resistência mecânica caso comparado com os naturais. Nas determinações de absorção de água de agregados reciclados graúdos, foi constatado 5,60% e miúdos 9,96%, já os agregados naturais apontaram as porcentagens de 0,22% em miúdos (areia) e 0,38% agregado graúdo (brita).

As médias em relação à massa específica e massa específica aparente dos tratamentos com bica terra não apresentam diferenças significativas entre si, o que se difere do tratamento T10 estruturado em sua totalidade por pedra 01, a qual apresenta resultados de massa específica e aparente superiores aos tratamentos T1 á T5.

Em estudos realizados por Campos *et al.* (2018), a massa específica aparente para agregados reciclados miúdos, foi 2,610 (g/cm<sup>3</sup>) e 2,671 (g/cm<sup>3</sup>) para agregados reciclados graúdos, o que se aproxima da média encontrada em T10.

Os resultados em relação aos parâmetros comprimento da parte aérea e raiz, massa seca e verde da parte aérea e raiz, número de folhas, número de sementes germinadas, umidade e densidade do solo foram submetidos a análise quanto a matriz de correlação, possibilitando a análise da associação de variáveis através do coeficiente de Pearson ( $r$ ), como pode ser analisado na Tabela 21.

O valor do coeficiente de correlação pode sofrer alteração apresentando assim um número de pares concordantes a qual na matriz a correlação positiva é destacada pela cor azul e um número de pares discordantes a qual a correlação negativa encontra-se destacada na cor vermelha, vale ressaltar que os tons mais fortes evidenciam a correlação, positiva ou negativa.

O coeficiente de Pearson pode variar entre -1 (correlação entre as variáveis se apresenta como perfeita negativa) e são destacadas pela coloração vermelha, assim, quanto maior a correlação negativa, maior a intensidade da coloração vermelha e 1 (correlação entre as variáveis se apresenta como perfeita positiva) destacadas pela coloração azul, assim, quanto maior a correlação positiva, maior a intensidade da coloração azul contudo, o resultado aponta se a correlação é positiva ou não. Ressalta-se que caso o coeficiente se igualar a 0, as variáveis não dependem uma da outra.

Tabela 21: Valores de correlação de Pearson das variáveis.

	Absorção de água	Massa específica aparente	Massa específica	Massa verde (aérea)	Massa seca (aérea)	Massa verde (raízes)	Massa seca (raízes)	Comp. (parte aérea)	Comp. (raiz)	Núm. de folhas	Núm. de sementes germinadas	Densidade	Umidade
Absorção de água	1,000	0,835	0,857	-0,514	-0,443	-0,403	-0,532	-0,599	-0,442	-0,246	-0,734	-0,121	-0,487
Massa específica ap.	0,835	1,000	0,978	-0,673	-0,587	-0,528	-0,544	-0,727	-0,601	-0,188	-0,496	0,119	-0,674
Massa específica	0,857	0,978	1,000	-0,566	-0,492	-0,449	-0,518	-0,670	-0,481	-0,325	-0,480	0,059	-0,522
Massa verde (aérea)	-0,514	-0,673	-0,566	1,000	0,992	0,977	0,931	0,932	0,964	0,341	0,263	-0,659	0,132
Massa seca (aérea)	-0,443	-0,587	-0,492	0,992	1,000	0,995	0,946	0,925	0,960	0,400	0,254	-0,643	0,103
Massa verde (raízes)	-0,403	-0,528	-0,449	0,977	0,995	1,000	0,962	0,928	0,954	0,467	0,263	-0,643	0,071
Massa seca (raízes)	-0,532	-0,544	-0,518	0,931	0,946	0,962	1,000	0,951	0,910	0,626	0,351	-0,656	-0,008
Comprimento (parte)	-0,599	-0,727	-0,670	0,932	0,925	0,928	0,951	1,000	0,952	0,497	0,477	-0,643	0,227
Comprimento (raiz)	-0,442	-0,601	-0,481	0,964	0,960	0,954	0,910	0,952	1,000	0,298	0,389	-0,592	0,218
Núm. de folhas	-0,246	-0,188	-0,325	0,341	0,400	0,467	0,626	0,497	0,298	1,000	0,168	-0,430	-0,295
Núm. de sementes germinadas	-0,734	-0,496	-0,480	0,263	0,254	0,263	0,351	0,477	0,389	0,168	1,000	0,017	0,653
Densidade	-0,121	0,119	0,059	-0,659	-0,643	-0,643	-0,656	-0,643	-0,592	-0,430	0,017	1,000	-0,044
Umidade	-0,487	-0,674	-0,522	0,132	0,103	0,071	-0,008	0,227	0,218	-0,295	0,653	-0,044	1,000

Cohen (1988) destaca que valores de correlação de Pearson que se apresentam entre 0,1 e 0,29 são apontados como os que apresentam com pequena correlação, valores entre 0,30 e 0,49 são médias correlações e 0,50 e 1 apresentam grandes correlações, valores considerados moderadamente distintos em relação as observações realizadas por Dancy e Reidy (2005), os quais consideram valores de 0,1 à 0,3 como fraco, 0,4 à 0,6 considerados moderados e 0,7 à 1 como fortes, sendo esta a a relação adotada para análise de correlação de variáveis presentes neste trabalho.

Destacam-se mais fortes correlações positivas entre os comprimentos e massas verdes e secas das raízes e partes aéreas, sendo que a correlação de várias variáveis se encontram bem próximas ao coeficiente 1, apresentando a correlação perfeitamente positiva,  $0,910 < r \leq 1$ , tendo em vista que esses parâmetros apresentam grande influência entre si.

São apresentadas de baixa à média correlação dos comprimentos e massas verdes e secas das raízes e partes aéreas e número de sementes germinadas em relação ao número de folhas, destacando-se os parâmetros massa seca das raízes com o número de folhas, o qual se apresentou um dos maiores valores de correlação, com  $r=0,626$  dentre esses parâmetros de análises, destacando a densidade, umidade, absorção de água, massa específica e massa específica aparente como as menores coerência em relação ao número de folhas, destacando a densidade com  $r= - 0,430$

A massa específica, massa específica aparente e principalmente absorção de água com  $r= -0,734$  são os parâmetros que apresentam as menores

correlações em relação ao número de sementes germinadas, As massas verdes e secas de parte aérea e raiz, o comprimento da raiz, o número de folhas e densidade, apresentam baixa correlação em relação ao número de sementes germinadas, o comprimento da parte aérea apresenta média correlação a este mesmo parâmetro e a umidade como o maior valor de correlação em relação a sementes germinadas, com  $r=0,653$

A densidade das amostras foi o parâmetro as quais as correlações apresentaram fortemente negativas em relação aos comprimentos das partes aéreas e raízes, número de folhas, umidade, absorção de água e massas verdes e secas das raízes e partes aéreas com a menor correlação de  $r= - 0,659$  (massa verde aérea em relação a densidade), essa correlação negativa se evidencia tendo em vista que um solo menos denso, apresenta conseqüentemente maiores vazios o que possibilita um crescimento vegetal maior, como é expresso nos tratamentos com pedra 01, os quais apresentam uma densidade maior que pode ser justificada pela incidência de pedregulhos e com isso, um menor crescimento vegetativo.

Baixa correlação foi destacada em massa específica, aparente e número de sementes germinadas em relação ao parâmetro densidade, evidenciando massa específica aparente com o a maior coerência do parâmetro, com  $r=0,119$ .

A massa seca das raízes, o número de folhas, a densidade, a absorção de água, massa específica e massa específica aparente apresentam as menores correlações em relação ao parâmetro umidade, evidenciando a massa específica aparente com  $r= -0,674$ . As massas verdes de raiz e parte aérea, massa seca de parte aérea comprimentos da parte aérea e raiz apresentam valores fracos de correlação em relação a umidade com média de  $r= 0,150$ , sendo o número de sementes germinadas o parâmetro que apresenta maior correlação em relação à umidade, com  $r=0,653$ .

As massas verdes e secas das raízes e partes aéreas, os comprimentos das raízes e partes aéreas, o número de sementes germinadas, densidade, número de folhas e umidade apresentam as menores correlação em relação ao parâmetro absorção de água, se destacando o número de sementes germinadas com  $r= - 0,734$ , sendo a massa específica e aparente com as maiores correlações entre os parâmetros, em relação a absorção de água, com massa específica apresentando  $r=0,857$ .



Em relação a massa específica aparente, as massas verdes e secas das raízes e partes aéreas, os comprimentos das raízes e partes aéreas, o número de sementes germinadas, número de folhas e umidade, apresentam as menores coerências, sendo o comprimento da parte aérea com o menor valor de  $r = -0,727$ . A densidade apresenta baixa correlação com a massa específica aparente, porém a absorção de água e principalmente a massa específica possuem grandes coerências, principalmente massa específica com  $r = 0,978$  apresentam os maiores valores de correlação em relação a massa específica aparente.

As massas verdes e secas das partes aéreas e raízes, o comprimento das raízes, umidade, o número de sementes germinadas, o número de folhas e principalmente o comprimento das partes aéreas com  $r = -0,670$  apresentam a menor correlação em relação à massa específica. A densidade apresenta baixo valor de correlação em relação à massa específica, já os parâmetros como absorção de água e evidenciando a massa específica aparente e s com  $r = 0,978$  apresentam as maiores coerências em relação à massa específica.

## 7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho foi possível concluir que:

- O desenvolvimento da *Crotalaria juncea* em relação aos parâmetros analisados como comprimento das partes aéreas e raízes, número de folhas, massas verdes e secas das partes aéreas e raízes, observou-se maior distribuição nos tratamentos que apresentaram maior porcentagem de solo, como nos tratamentos T1/T6 (100% solo), T2 (75% solo e 25% bica terra) e T3 (50% solo e 50% bica terra), tendo em vista que o agregado bica terra também apresenta grande parte de seu volume constituído por solo;
- Em relação às sementes germinadas, foi possível analisar que os tratamentos T3, T7 (75% solo e 25% pedra 01) e T8 (50% solo e 50% pedra 01) apresentaram o maior número. A relação de T7 e T8 apresentarem o maior número de germinação justifica-se pelo fato de sementes germinarem em maiores espaços vazios, contudo, estes tratamentos apresentam grandes porcentagens de agregado de granulometria graúda. O grande índice de germinação no tratamento T2 explica-se pelo fato do mesmo apresentar grandes porcentagens de solo, o que garante ótimas características para o crescimento vegetativo de uma espécie;
- Apesar do baixo desenvolvimento em relação aos parâmetros mencionados dos tratamentos por pedra 01, observou-se que os mesmos apresentaram bons teores de fertilidade em geral, destacando-se principalmente índice de matéria orgânica incorporados ao solo que se aproxima do tratamento T1/T6 e maiores teores de potássio em comparação ao tratamento T1/T6. Torna-se importante ressaltar que a 'rocha' pedra 01, apresenta maior disponibilidade de nutrientes a medida em que a mesma vem se decompondo se comparado a um solo já intemperizado, justificando então os bons índices de fertilidade em tratamentos com pedra 01;
  - Contudo, foi possível afirmar que o desenvolvimento da *Crotalaria juncea* aconteceu em todos os tratamentos, porém de forma mais

lenta nos tratamentos por pedra 01, observando-se que as melhores proporções de solo e RCC aconteceram nos tratamentos T2 e T3 tendo em vista a evolução vegetativa em relação aos parâmetros analisados. Torna-se fundamental mencionar que em vários parâmetros como número de sementes germinadas, massa seca das raízes, massa específica e massa específica aparente, a proporção de solo/agregado não se diferenciaram entre si, como apontado em análise estatística, sendo o parâmetro que mais apresenta diferenças entre os tratamentos é a absorção de água;

- Torna-se importante destacar o potencial do agregado bica terra na recuperação de áreas degradadas observado pelo desenvolvimento da espécie vegetal analisada em diferentes proporções do agregado. Assim este pode ser apontado esse como uma alternativa como condicionante de solo tendo em vista seu pouco reaproveitamento. Cabendo ressaltar que o uso do RCC incorporado a porcentagens de solo seria uma interessante alternativa a ser implementada no Município de Santa Bárbara d'Oeste, tendo em vista a disponibilidade do material apresentada pelo poder público (as alternativas ambientalmente corretas que o município apresenta para captação do RCC - ecopontos), promovendo assim a reutilização dos resíduos e as problemáticas em relação as áreas degradadas por processos erosivos (desde que sejam avaliados as condições específicas de cada local, para possível o uso desta alternativa. Torna-se possível ainda, analisar a possibilidade de melhoria das características físicas do solo tendo em vista a cobertura vegetal implementada pelo desenvolvimento de uma espécie junto à área degradada.

## 8. LITERATURA CITADA

- ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2015. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em 03 ago. 2018.
- AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. O desafio da sustentabilidade na construção civil. Goldemberg, J. (Coord.). São Paulo: Blucher, 2011. v. 5
- ALMEIDA, R. O. P. O.; SÁNCHEZ, L. E. Revegetação de áreas de mineração: Critérios de monitoramento e avaliação de desempenho. Sociedade de Investigações florestais, Viçosa, v.29, n.1, p.47-54, 2005.
- ALVES, Mayara Menezes Leal. Critérios para Seleção de Área Degradada pela Mineração Passível de Implantação de Aterro de Resíduos de Construção e Demolição – Região Administrativa de São Sebastião, Distrito Federal. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Católica de Brasília. Brasília-DF, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 30: Agregado miúdo - Determinação da absorção de água. Referências. Rio de Janeiro, p. 03. 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 52: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Referências. Rio de Janeiro, p. 06. 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 53: Agregado graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Referências. Rio de Janeiro, p. 21. 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação. Referências. Rio de Janeiro, p. 71. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Referências. Rio de Janeiro, p. 7. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Referências. Rio de Janeiro, p. 12. 2004.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação . Referências. Rio de Janeiro, p. 7. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos . Referências. Rio de Janeiro, p. 10. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos . Referências. Rio de Janeiro, p. 12. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181: Solo - Análise Granulométrica. Referências. Rio de Janeiro, p. 13.1984.
- BARROS, M. C. Avaliação de um resíduo da construção civil beneficiado como material alternativo para sistema de cobertura. 2005.
- BERTONI, J. LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. – São Paulo: Ícone, 2014. – 9ª edição 360p.
- BESEN, G. R. et al. Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas. In: SALDIVA P. et al. Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. São Paulo: Ex Libris, 2010.
- BRAGA, et al. Introdução a engenharia ambiental. São Paulo, SP: Editora: Prentice Hall, 2002. 305p.
- Branke, M. P. & Gardner, F. P. 1987. Juvenile growth in pigeonpea, soybean and cowpea in relation to seed and seedling characteristics. Crop Science 27. p.311-316.
- BRASIL - Ministério do Meio Ambiente - MMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA - Resolução nº 307 – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. De 5 de julho de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de julho de 2002, 96p.
- BRASIL. Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.s.ambiente.sp.gov.br/cpla/Plano%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20do%20Estado%20de%20S%C3%A3o%20Paulo.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2018.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Diário oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília/DF, 31 de abr. 1989. Disponível

em:[http://www.bvambientebf.uerj.br/arquivos/edu\\_ambiental/popups/lei\\_federal.htm](http://www.bvambientebf.uerj.br/arquivos/edu_ambiental/popups/lei_federal.htm)>. Acesso em 25 de jan de 2018.

BRITO, J.; BRAVO, M.; MÁLIA, M. Indicadores de resíduos de construção e demolição para construção residenciais novas. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.11, n.3, p.117-130, 2011.

BRITO, A. O.; Estudos da erosão no ambiente urbano, visando planejamento e controle ambiental no distrito federal. 2012. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2012.

BRITO, C. D. C. A.; LIMA, T. B. R.; LIMA D. G. N.; CARVALHO, F.H.J. Pesquisa Exploratória sobre Recuperação de área Degradada com Resíduo da Construção Civil: Estudo de caso Itatinga. In VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 7., 2016, Campina Grande -PB. Anais... Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais.

BOLETIM 200. INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS.2014. Disponível em: , Acessado em 22 de out. 2018.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). A produtividade da construção civil brasileira. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <[http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/a/a2/CBIC\\_FGV.pdf](http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/a/a2/CBIC_FGV.pdf)>. Acessado em 03 de abr. 2018.

CÂMARA, C. A., ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpinifolia* benth. E *sterculia foetida* l. Sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. *FLORESTA*, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, jan./mar. 2008

CAMPOS, R. S., BARBOSA, M. P., PIMENTEL, L. L., MACIEL, G. F. Influência dos agregados reciclados nas propriedades reológicas e mecânicas do concreto autoadensável. *Revista Matéria*. v.23, n.1, 2018.

CANDIDO, F. A.; SANTOS, J.J.A.; CANDIDO, B.C.A.; PEREIRA, F.C.; CRUZ, T.M.L. Recuperação de Áreas Degradadas. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 72, 2015, Fortaleza - CE. Anais...Fortaleza: Contecc, 2015.

CARASEK, H., GIRARDI, A. C. C., ARAÚJO, R. C., ANGELIM, R., CASCUDO, O. Estudo e avaliação de agregados reciclados de resíduo de construção e demolição para argamassas de assentamento e de revestimento. *Associação Brasileira de Cerâmica*, São Paulo, v. 64, n. 370, p. 288-300, 2018.

- CARNEIRO, A. P. et al. Caracterização do entulho e do agregado reciclável. In: CASSA, J. C. S. Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: Projeto Entulho Bom. Salvador: Ed. EDUFBA, 2001. p. 142-186.
- CAUSTON, D.R.; VENUS, J.C. 1981. The biometry of plant growth. Edward Arnold, London. 307p.
- CEMARA PRÓ AMBIENTAL. 2014. Disponível em: <<https://www.cemara.com.br/>>. Acessado em 13 de fev. 2018.
- COHEN, Jacob. (1988), Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- CLEMENT, C.R. Growth and genetic analysis of pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae) in Hawaii. PhD dissertation. University of Hawaii at Manoa, Honolulu, HI. 1995. 221 p.
- CLEMENT, C.R., BOVI, M.L.A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. *Acta Amazonica*. 2000. p.349 - 362..
- CÓRDOBA R. E. Estudo de Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduo de Construção e Demolição do Município de São Carlos - SP. 2010. 372f. Tese (Mestre em Hidráulica e Saneamento) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- CORINGA, J. E. S. Uso de Resíduos da Construção Civil na Recuperação de Área Degradada pela extração de argila. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 3, 2012, Goiânia - GO. Anais...Goiânia: IBEAS, 2012. p1-5.
- DANCEY, Christine & REIDY, John. (2006), Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows. Porto Alegre, Artmed
- DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA - RELATÓRIO TÉCNICO. 2011. Disponível em: <<http://www.ppgest.ufscar.br/documentos/rt/rt27.pdf>>. Acessado em 23 de out. 2018.
- DIAS, F. M. 1995. Root and shoot growth in response to soil drying in four Amazonian weedy species. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. 1995. 7, p.53-59.
- DIAS, J. A. A análise sedimentar e o conhecimentos dos sistemas. 2014. Disponível em: <[http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/ebooks/Sedim/SedimC\\_CG.pdf](http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/ebooks/Sedim/SedimC_CG.pdf)>. Acessado em: 03 de out. 2018.
- EVANS, G.C. 1972. The quantitative analysis of plant growth. Blackwell Scientific, Oxford. 734p.

EEA. Effectiveness of environmental taxes and charges for managing sand, gravel and rock extraction in selected EU countries. EEA Report 2. European Environment Agency. Schultz Grafisk, Copenhagen, 2008. Disponível em: <[https://www.eea.europa.eu/publications/eea\\_report\\_2008\\_2](https://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_2)>. Acesso em: 24 out. 2017.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos\\_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf)>. Acessado em 10 de nov. 2017.

EMBRAPA. Comunicado Técnico. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/33519/1/cot082.pdf>>. Acessado em 16 de mar. 2018.

EMBRAPA. Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/498802/1/doc90.pdf>>. Acessado em 20 de mar. 2018.

EMBRAPA. BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/882598/conceitos-de-fertilidade-do-solo-e-manejo-adequado-para-as-regioes-tropicais>> . Acessado em 22 de out. 2018.

ENGEL V. L.; PARROTA, L. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEIMA, P. Y; Oliveira R. E.; Moraes, L. F .D.; Engel, V. L.; Gandara, F.B. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. FEPAF. Botucatu, SP.2003. p 01-23.

FERREIRA, D.F. Estatística multivariada. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2008. 662p.

FERREIRA, R. R. M., Recuperação de voçorocas de grande porte. In: Encontro brasileiro sobre ravinas, voçorocas, erosão hídrica do solo e movimentos de massa, 2015, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Ufrgs, 2015.

FERREIRA E. M.; ANDRAUS M. P.; CARDOSO A. A.; COSTA L. F. S.; LÔBO L. M.; LEANDRO W. M. Recuperação de Áreas Degradadas, Adubação Verde e Qualidade da Água. Revista Monografias Ambientais - REMOA, Santa Maria. v.15, n.1, p.228-246, 2016.



- FERREIRA, D. F. 2000. Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/meusarquivospdf/sisvarmanual.pdf>>. Acessado em 24 de out. de 2018.
- FERREIRA, R. A.; AGUIAR NETTO, A. O.; SANTOS, T. I. S.; SANTOS, B. L.; MATOS, E. L. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, estado de Sergipe: da degradação à restauração. Revista *Árvore*, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 265-277, mar./abr. 2011. a
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009.
- GIRACCA, E. M. N., NUNES, J. L. S. 2016. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes\\_361443.html](https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_361443.html)>. Acessado em: 12 de ago. 2017.
- GRIFFITH, J. J. Recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. Viçosa: UFV, 1986.
- GUARIZ, H. R., CAMPANHARO, W. A., PICOLI, M. H. S., CECÍLIO, R. A., GUERRA, A. J. T., Experimentos e monitoramentos em erosão dos solos. Revista do Departamento de Geografia, Rio de Janeiro, v.16, p.32-37, 2005.
- GUERRA, A. J. T., Erosão e conservação dos solos: conceito, tema e aplicações. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 340p, 2005.
- HOLLANDA, M. P. Variação da umidade e da densidade do solo sob diferentes coberturas vegetais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, 2009, Natal. Anais...: INPE, 2009. p. 7709-7716.
- HOLANDA, J.S.; TORRES FILHO, J. & BEZERRA NETO, F. Alterações na fertilidade de dois solos adubados com esterco de curral e cultivadas com caupi. R. Bras. Ci. Solo, 8:301-304, 1984.
- Revista do Departamento de Geografia, Rio de Janeiro, v.16, p.32-37, 2005.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. 2015. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br>>. Acessado em 15 de out. 2018.
- IBAMA. Manual de Recuperação de áreas degradadas pela mineração. Brasília, IBAMA, 1990. 96p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa anual da indústria de construção 2015, Rio de Janeiro, v.25. p.1-58, 2015.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.

JALALI, S., “Quantification of Construction Waste Amount”, Universidade do Minho, Guimarães, 2006.

LEPESCH, Igo. Formação e conservação dos solos. 2ªed. 2010. Editora: Oficina de Textos.

LONGO, R.M., RIBEIRO A.I., MELO W.W. Uso da adubação verde na recuperação de solos degradados por mineração na Floresta Amazônica. *Bragantia*, 70: 139-146. 2011.

LONGO, R.M., A.I. RIBEIRO, W.J. MELO. Caracterização física e química de áreas mineradas pela extração de cassiterita. *Bragantia*, 64: 101-107. 2005.

MARQUES NETO J. C., SCHALCH V. Diagnóstico ambiental para gestão sustentável dos resíduos de construção e demolição. In: Simpósio Luso - brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 12, 2006, Figueira da Foz - Portugal. Anais... Figueira da Foz, Portugal: APRH/ABES, 2006.

NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. 2. ed. Versão atual. São Paulo: Pini, 1997. 828 p.

KARTAM, N.; AL-MUTAIRI, N.; AL-GHUSAIN, I.; AL-HUMOUD, J. Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait. *Waste Management*, v. 24, 2004, p. 1049-1059.

KOBYIAMA, M.; MINELLA, J.P.G.; FABRIS, R. Áreas degradadas e sua recuperação. In: Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n.210, p.10-17, 2001.

MAGAGNIN N. F., Resíduo da construção civil na cidade de Londrina: análise da política de gerenciamento de resíduos da construção civil adotada pelo município e estudo de caso utilizando uma proposta de reciclagem baseada na técnica de estabilização por solidificação à base de cimento Portland. 2015. 274f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

MAJER, J. D. Fauna studies and land reclamation technology: review of the history and need for such studies. In: MAJER, J. D. Animals in primary succession: the role of fauna in reclaimed lands. London: Cambridge University Press, 1989. p.3-33

MÁLIA, M.; BRITO, J.; BRAVO, M. Indicadores de resíduos de construção e demolição para construções residenciais. Ambiente Construído. Porto Alegre, 2011, v.11.

MARTINS, V. J. Filtração lenta em escala domiciliar com meios filtrantes reciclados provenientes de resíduos da construção e demolição civil - Campinas. 2017. 49f. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas. 2017.

MELO, A. V. S. Diretrizes para a produção de agregado reciclável em usinas de reciclagem de resíduos da construção civil. 2011. 232f. (Mestre em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 448 – Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10, 11 da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, DF, 2012a.

MIZOBATA, K. K. G. S., CASSIOLATO, A. M. R., MALTONI, K. L. Crescimento de mudas de baru e gonçalo-alves em solo degradado, suplementado com resíduo, em ilha solteira - sp. Ciência Florestal, n.2, v.27, jun. 2017. p 429-444.

PIEDRAS, S. ;POUEY, J.; MORAES, P. R. Uso de áreas degradadas pela extração de areia no cultivo intensivo de pescado em tanque-rede. Brasileira Agrociência, Pelotas, n.4. v.11, out./dez. 2005. p.467-470.

PLANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO ESTADO DE SAO PAULO, 2014. Disponível em: < <http://s.ambiente.sp.gov.br/cpla/plano-residuos-solidos-sp-2014.pdf>>. Acessado em 15 de set. 2018.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE SANTA BÁRBARA D'OESTE, 2015. Documentos Internos.

RADFORD, R.J. 1967. Growth analysis formulae - their use and abuse. Crop Science, 7:171-175.

RIBEIRO, C. M. Gerenciamento. Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em Santa Bárbara d'Oeste. Trabalho de conclusão de curso, apresentado como exigência para obtenção do Título de Engenheira Ambiental ao Programa de Graduação em Engenharia Ambiental, do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e Tecnológicas, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2014.

- ROCHA, E.G.A.; Os resíduos sólidos de construção e demolição: Gerenciamento, quantificação e caracterização. Um estudo de caso no distrito federal. 2006. 174f. Dissertação (Mestrado em estruturas e construção civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006,
- ROCHA, S. A.; Gerenciamento de resíduos nos canteiros de obras, analisando em foco a cidade de Salvador. Especialize On-line IPOG, Goiânia, v.01, n.09, 2014.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; SILVA, V.M. & ALVES, G.D. Capacidade de suprimento de N e resposta à fertilização de 20 solos de Pernambuco. R. Bras. Ci. Solo, 20:269-279, 1995.
- SANTOS, A. C.; ANDRADE, A. P. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas de solo. R. Bras Ci. Solo, Recife, v.25, p.1063-1071, 2001.
- SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DE SANTA BÁRBARA D'OESTE. Documentos internos. 2018.
- SILVA, R.W.C., ARNOSTI, JR. S. Caracterização do Resíduo de construção e demolição reciclado. Holos Environment, v.5, n.2, p.-137, 2006.
- SILVA, T. O., MENEZES, R. S. Z., TIESSEN, H., SAMPAIO, E. V. B., SALCEDO, I. H., SILVEIRA, L.M. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, crotalaria juncea. I - produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo.2007.
- Statistical Analysis System - SAS. User's Guide. 5.ed. Cary: SAS Institute Inc., 1985
- SILVA, V.A.; FERNANDES, A. L. T. Cenário do Gerenciamento dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD) em Uberaba - MG. Soc. & Nat., Uberlândia, v.24, n.02, p.333-344, 2012.
- SILVA, A. C., SANTOS, F. C. N., SUKAR, S. F., FERREIRA, S. R. M. Avaliação da Adição de Resíduos de Construção Civil (RCC) para Estabilização de Solos Colapsíveis. In: XVIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2016, Belo Horizonte - MG. Anais...Minas Gerais: COBRAMSEG, 2016. v18.
- SINDUSCON. Disponível em: <<http://https://www.sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2015/09/MANUAL-DE-RES%C3%84DUOS-2015.pdf>>. Acessado em: 09 jan. 2018.

SOUZA, M.A.S.; OLIVEIRA, S.M.O.; ARANTES, S.O.; BORGES, E.N. Densidade do solo em três sítios de amostragem submetido a diferentes sistemas de manejo na cafeicultura do cerrado. Anais. X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos – São Paulo. 2006.

SPADOTTO, A.; NORA, D.D.; TURELLA, E.C.L.; WERGENES, T.N.; BARBISAN, A. O. Impactos ambientais causados pela construção civil. Unoesc & Ciência - ACSA, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 173-180. 2011.

SUPORTE LABORATÓRIO. 2018. Disponível em: <<http://www.suportesolos.com.br/blog/ensaios-geotcnicos-anlise-granulometrica-do-solo-a-curva-e-os-tipos-de-anlise/72/>>. Acessado em 03 out. 2018.

TAVARES, S. R. L. Áreas degradadas: conceitos e caracterização do problema. In: TAVARES, S. R. L. Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228p.

TIMM, L. C.; PIRES, L.F.; ROVERATTI, R.; ARTHUR, R.C.J.; REICHARDT, K.; OLIVEIRA, J.C.M.; BACCHI, O.O.S. Field spatial and temporal patterns of soil water content and bulk density changes. Sci. agric. 2006, vol. 63, no. 1, pp. 55-64.

TUCCI, C. E. M. Gestão de águas pluviais urbanas: saneamento para todos. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS – UFLA DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA, 2011. Disponível em: <<http://www.des.ufla.br/>>. Acessado em 10 de jul. 2018.