

Universidade Brasil
Campus de Fernandópolis

RIVELINO RODRIGUES

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
REPAROS DE ESTRADAS RURAIS EM JALES/SP

USE OF WASTE FROM CIVIL CONSTRUCTION IN REPAIRS OF RURAL ROADS
IN JALES/SP

Fernandópolis, SP
2017

RIVELINO RODRIGUES

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM REPAROS DE
ESTRADAS RURAIS EM JALÉS/SP

Orientadora: Prof^a. Dr^a Danila Fernanda Rodrigues Frias

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Fernandópolis, SP

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Rodrigues, Rivelino

R616a Aproveitamento de resíduos da construção civil em reparos de estradas rurais em Jales/SP / Rivelino Rodrigues.
-- Fernandópolis, 2017.
47f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade de Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof^a Dra. Danila Fernanda Rodrigues Frias

1. Resíduos sólidos. 2. Perenização. 3. Sustentabilidade. I. Título.

CDD 363.728

Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

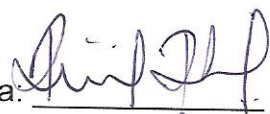
A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: **“APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM REPAROS DE ESTRADAS RURAIS EM JALES/SP”**

Autor(es):

Discente: Rivelino Rodrigues

Assinatura:



Orientadora: Danila Fernanda Rodrigues Frias

Assinatura:



Data: 29/novembro/2017

TERMO DE APROVAÇÃO

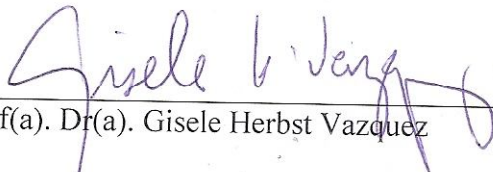
RIVELINO RODRIGUES

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
REPAROS DE ESTRADAS RURAIS EM JALES/SP**


Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:



Prof(a). Dr(a) Danila Fernanda Rodrigues Frias (Presidente)



Prof(a). Dr(a). Gisele Herbst Vazquez



Prof(a). Dr(a). Edy Carlos Santos de Lima

Fernandópolis, 29 de novembro de 2017.

Presidente da Banca Prof(a). Dr(a). Danila Fernanda Rodrigues Frias

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha amada esposa Lara, ao nosso filho João Pedro, a minha mãe Maria Bernardo Rodrigues e aos meus amigos e apoiadores, que foram imprescindíveis nessa trajetória, e muito contribuíram para essa vitória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a

Minha professora-orientadora, Dr^a. Danila Fernanda Rodrigues Frias, pela paciência, dedicação e competência, referência profissional a ser seguida;

Aos docentes de Mestrado em Ciências Ambientais, em especial, o professor Dr. Luiz Sergio Vanzela, coordenador do curso;

A UNIFEV pela concessão da bolsa do PIQCD – Programa de Incentivo à Qualificação do Corpo Docente, sem a qual não seria possível a realização deste curso;

A toda equipe da biblioteca da UNIFEV, pela disposição do acervo bibliográfico;

Aos meus amigos docentes da UNIFEV, em especial ao professor Dr. Rogério Matarucco, ao professor Dr. Djalma Domingos dos Santos e ao professor Dr. Osvaldo Gastaldon pelo apoio dado para que este curso fosse realizado;

Aos meus colegas professores da UNIFEV e da FATEC – Jales;

Ao amigo Flavio Prandi Franco, prefeito de Jales e à equipe da secretaria de obras de Jales, pela disposição dos dados necessários para a realização da pesquisa;

A todos os empresários do setor da construção civil que permitiram a entrada deste pesquisador nas dependências de suas empresas para desenvolver esta pesquisa;

Enfim, a todos aqueles que de alguma maneira contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM REPAROS DE ESTRADAS RURAIS EM JALES/SP

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre aplicações dos resíduos sólidos da construção civil (RCC) gerado no município de Jales / SP, o qual tem a agricultura como a principal força de desenvolvimento local e regional. Devido à evolução natural da cidade e a carência de programas de sensibilização e conscientização da população, existe acúmulo e descarte inadequado de resíduos sólidos. Nesse contexto, o objetivo principal do trabalho foi verificar a viabilidade do uso de resíduos sólidos da construção civil para a manutenção de estradas rurais do município. Para tanto, foram realizados levantamentos de dados correlacionados com a produção e destino dos RCC no município. Foi constatado que há, aproximadamente, 50 quilômetros de estradas rurais que apresentam condições muito ruins de tráfego no período das chuvas. Assim, realizou-se a pavimentação de um trecho de aproximadamente 350 metros da estrada Municipal Jal 350, da bacia do Córrego do Açoita Cavallo, obtendo-se como resultado final um valor de R\$27,00/m³ de RCC. Já se utilizando pedra brita para realizar a mesma pavimentação foi obtido um custo de R\$76,00/m³, o qual é bem superior se comparado à pavimentação utilizando RCC. A aplicação do RCC na pavimentação do trecho da estrada rural selecionada apresentou solução para dois graves problemas que os moradores do município possuem atualmente, ou seja, a destinação adequada para o entulho gerado e melhorias das condições de uso das vias em terra, otimizando o escoamento da produção agrícola e a economia local. Desta forma, o uso dos resíduos da construção civil, gerados na cidade de Jales/SP, para a manutenção de estradas rurais do município apresentou viabilidade ambiental e econômica.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, Perenização, Sustentabilidade.

USE OF WASTE FROM CIVIL CONSTRUCTION IN REPAIRS OF RURAL ROADS IN JALES/SP

ABSTRACT

This work presents a study on solid construction waste (RCC) applications generated in the municipality of Jales / SP, which has agriculture as the main local and regional development force. Due to the natural evolution of the city and the lack of public awareness and awareness programs, there is inadequate accumulation and disposal of solid waste. In this context, the main objective of this work was to verify the feasibility of the use of solid waste from the construction industry for the maintenance of rural roads in the municipality. For this purpose, data were collected correlating with the production and destination of RCC in the municipality. It was found that there are approximately 50 kilometers of rural roads that present very bad traffic conditions during the rainy season. Thus, a section of approximately 350 meters of the Jal 350 Municipal Road, from the Córrego do Açoita Cavalo basin, was paved, resulting in a final value of R \$ 27.00 / m³ of RCC. If using stone crushed stone to perform the same paving, a cost of R \$ 76.00 / m³ was obtained, which is much higher compared to paving using RCC. The application of the RCC in the paving of the selected rural road stretch presented a solution for two serious problems that the residents of the municipality currently have, namely, the adequate destination for the rubble generated and improvements in the conditions of use of the roads on land, optimizing the drainage of agricultural production and the local economy. In this way, the use of construction waste, generated in the city of Jales / SP, for the maintenance of rural roads of the municipality presented environmental and economic viability

Keywords: Solid waste, Perennialization, Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Padrão de cores estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 275/2001..	21
Figura 2 – Logística: Ciclo direto e ciclo reverso.	21
Figura 3 – Local selecionado para a pavimentação com RCC – (a): Mapa da bacia do córrego do açoita cavalo; (b): Início do local selecionado; (C): Local selecionado – antes da aplicação do RCC.	27
Figura 4 – Localização do município de Jales-SP.	29
Figura 5 – Principais impactos ambientais resultantes da disposição de resíduos em aterro sanitário.	31
Figura 6 – Aterro de resíduos de Jales – SP. (a)Aterro de RCC; (b)Aterro de RSU..	32
Figura 7 – Disposição inadequada de materiais no aterro de RCC – (a): pneus; (b):colchões; (c): RCC; (d): objetos de madeira.....	33
Figura 8 – Separação dos materiais entregues no aterro de RCC – (a): galhos; (b): triturador de galhos acoplado a um trator; (c; d): equipe separando o RCC...	34
Figura 9 – Separação dos resíduos e disposição de acordo com a sua classe no aterro de Jales/SP - (a): Classe A - RCC; (b): Classe B - Recicláveis; (c): Classe C – Gesso; (d): Classe D – Tintas, solventes e óleos; (e): Classe Lenhosos; (f): Classe Volumosos.	344
Figura 10 – Quantidade de resíduo sólido da construção civil coletado em Jales - SP / Série histórica – [toneladas] / [Ano]	35
Figura 11 – Massa de resíduos sólidos da construção civil coletada per capita.	36
Figura 12 – RCC transportado até o local - (a): Caminhão depositando o RCC; (b): RCC depositado para início do nivelamento.	38
Figura 13 – Motoniveladora – trecho da estrada rural pavimentada com RCC – (a): Início do nivelamento; (b): Motoniveladora realizando o nivelamento com o RCC depositado; (c) e (d): Trecho nivelado.	38
Figura 14 – Trecho da estrada rural pavimentada com RCC após o período chuvoso – (a); (b); (c); (d).....	43
Figura 15 – Trecho da estrada rural após o período chuvoso – Sem pavimentação com RCC:(a); (b)	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação da caracterização dos resíduos sólidos.....	16
Tabela 2 – Classificação dos resíduos conforme Conama nº 307 e nº 431	18
Tabela 3 – Formas de destinação dos resíduos da construção civil conforme Conama nº 307 e nº 431	19
Tabela 4 - Usos de RCD em pavimentação encontrados até 2015.....	24
Tabela 5 – Porcentagens de RCC coletados por empresas do município de Jales/SP.	32
Tabela 6 – Custos comparativos da utilização do RCC e da pedra brita no reparo do trecho selecionado da estrada rural.....	39
Tabela 7 – Características do reparo e comparativo de custos por km utilizando RCC ou pedra brita.....	39
Tabela 8 – Índice pluviométrico do município de Jales/SP (09/2017)	40
Tabela 9 – Índice pluviométrico do município de Jales/SP (10/2017)	41
Tabela 10 – Índice pluviométrico do município de Jales/SP (11/2017)	42

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACIJ – Associação Comercial e Industrial da Jales

ANVISA – Agência Nacional da Vigilância Sanitária

CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e Controle de Poluição das Águas.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

COOPERSOL – Cooperativa Regional Solidária de Catadores de Resíduos Sólidos de Jales

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NBR – Normas Brasileiras de Regulamentação

PEA – População Economicamente Ativa

PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RCC – Resíduos da Construção Civil

RCD – Resíduos da Construção e Demolição

RSU's – Resíduos Sólidos Urbanos

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa

SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA – Sistema Unificado de Atenção a Sanidade Agropecuária

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Relevância do tema e estado atual da arte	14
1.2. Fundamentação teórica.....	15
1.2.1 Meio Ambiente	15
1.2.2 Resíduos Sólidos da Construção Civil no Brasil.....	17
1.2.3 Reciclagem.....	20
1.2.3.1 Reciclagem dos Resíduos Sólidos da Construção Civil	22
1.2.3.2 Usina de reciclagem de entulho	24
1.3 Objetivos	25
1.3.1 Objetivo Geral	25
1.3.2 Objetivos Específicos	25
2. METODOLOGIA.....	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
3.1 Município do estudo.....	29
3.2 Resíduos sólidos.....	30
3.2.1 Resíduos da construção civil (RCC).....	31
3.2.2 Possibilidades para aplicações do RCC.....	36
3.3 Execução e custos da pavimentação com RCC do trecho selecionado da estrada rural do município de Jales/SP	37
3.3.1 Análise da qualidade do reparo realizado no trecho da estrada rural do município de Jales/SP	39
4. CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS	45

1. INTRODUÇÃO

1.1. Relevância do tema e estado atual da arte

Empresários e gestores da construção civil, relatam que o setor passa por constantes transformações, principalmente nos aspectos referentes às questões ambientais, especificamente em relação ao descarte dos resíduos sólidos gerados durante a construção (ISAQUE et al., 2017).

O aumento tanto da população mundial, quanto das construções civis geram cada vez mais resíduos sólidos. Assim, reciclar e reaproveitar esse material tornou-se uma atividade cada vez mais importante para a manutenção da qualidade de vida, para a saúde pública e para a atividade econômica da sociedade (SABESP, 2017).

As atividades da construção civil, desde a extração de matérias-primas para a construção até o final da vida útil da edificação, geram resíduos e alteram o meio ambiente (CARNEIRO; BURGOS; ALBERTE, 2001). Contudo, este setor tem um papel importante no desenvolvimento social e econômico do país, sendo responsável por significativa parcela do produto interno bruto (PIB) brasileiro. No entanto, as obras civis têm ocasionado um grande problema ambiental para a sociedade e para as administrações das cidades por conta do excessivo volume de resíduos sólidos gerados provenientes de novas construções e demolições (ABDOU & BERNUCCI, 2005).

Estes resíduos necessitam de tratamento peculiar, cujas ações devem ter foco na sustentabilidade econômica, social e ambiental (SCHERRER et al., 2014). Assim, uma das grandes problemáticas enfrentadas pela indústria da construção civil é em relação ao tratamento dos resíduos devido a natureza física dos mesmos. Esta situação se agrava pelo fato do setor ser um grande gerador de resíduos (VAHAN, 2011; SCHERRER; SILVA; BRITO, 2014).

De acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2011), o Brasil desperdiça oito bilhões de reais ao ano por não reciclar seus produtos, sendo que, 60% do lixo sólido das cidades vêm da construção civil e 70% desse total poderia ser reutilizado.

Foi destacado no Ministério do Meio Ambiente que a gestão integrada dos resíduos sólidos inclui todas as ações voltadas à busca de soluções, incluindo os planos nacionais, estaduais, microrregionais, intermunicipais, municipais e os de gerenciamento. Os planos de gestão sob responsabilidade dos entes federados (governos federal, estaduais e municipais) devem tratar de questões como coleta seletiva, reciclagem, inclusão social e participação da sociedade civil (BRASIL, 2014).

Dentre as várias opções, pode-se destacar o uso de resíduos da construção civil para pavimentar estradas rurais, auxiliando com isso, os produtores a escoar sua produção agrícola e a movimentação da população rural por meio das estradas não pavimentadas, que geralmente não são preservadas e que sofrem sérios danos principalmente nos períodos chuvosos do ano. Desse modo, é importante estabelecer uma estratégia de ação para a utilização de resíduos provenientes da construção civil no reparo da malha viária rural, para que este objetivo seja alcançado. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade do uso de resíduos sólidos da construção civil na manutenção de estradas rurais da região de Jales-SP.

1.2. Fundamentação teórica

1.2.1 Meio Ambiente

Durante o Encontro Estadual de Procuradores, estabeleceu-se que:

“O Meio Ambiente é o lugar em que vivemos, do qual dependemos para a nossa sobrevivência e o qual nos envolve e nos cerca” envolve todas as coisas vivas e não vivas situadas no planeta Terra, que afetam os ecossistemas e a vida dos seres humanos (SABESP, 2017).

Atualmente o tema meio ambiente tem gerado grandes discussões, e nesse contexto, a poluição é um dos mais preocupantes, principalmente o descarte desordenado e de forma imprópria dos resíduos sólidos, vulgarmente chamado de “lixo”.

De acordo com Tessaro, Sá, Scremin (2012), o descarte inadequado de resíduos sólidos é um dos maiores problemas na gestão dos municípios, pois ocasiona impactos significativos no meio ambiente, inclusive no urbano, o que pode comprometer a paisagem, o tráfego de pedestres e veículos, a drenagem urbana,

além de atrair resíduos não inertes que contribuem para a multiplicação de vetores de doenças.

A solução para essa questão não se encontra apenas nas ações dos indivíduos em sua singularidade ou na sociedade, mas deve partir principalmente do Estado, por meio de uma atuação sustentável e consciente (FARR, 2013).

De acordo Castilhos Junior et al. (2003) os resíduos urbanos podem ser classificados em:

Classe I – resíduos perigosos – inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos.

Classe II – resíduos não inertes – combustíveis, solúveis e biodegradáveis.

Classe III – resíduos inertes – não oferecem riscos à saúde ou ao meio ambiente. Já a caracterização dos resíduos sólidos, está descrita na Tabela 1.

Nesse contexto, para se trabalhar com a questão dos resíduos sólidos, primeiramente, deve-se considerar a sua classificação e caracterização, pontos importantes para a sua destinação e, conseqüente, minimização dos impactos socioambientais.

Tabela 1 – Relação da caracterização dos resíduos sólidos

Categoria	Exemplos
Matéria orgânica putrescível	Restos alimentares, flores, podas de árvores.
Plástico	Sacos, sacolas, embalagens de refrigerantes, água e leite, recipientes de produtos de limpeza, esponjas, isopor, utensílios de cozinha, látex, sacos de rafia.
Papel e papelão	Caixas, revistas, jornais, cartões, papel, pratos, cadernos, livros, pastas.
Vidro	Copos, garrafas de bebidas, pratos, espelho, embalagens de produtos de limpeza, embalagens de produtos de beleza, embalagens de produtos alimentícios.
Metal ferroso	Palha de aço, alfinetes, agulhas, embalagens de produtos alimentícios.
Metal não ferroso	Latas de bebidas, restos de cobre, restos de chumbo, fiação elétrica.
Madeira	Caixas, tábuas, palitos de fósforos, palitos de picolés, tampas, móveis, lenha.
Panos, trapos, couro e borracha	Roupas, panos de limpeza, pedaços de tecido, bolsas, mochilas, sapatos, tapetes, luvas, cintos, balões.
Contaminante químico	Pilhas, medicamentos, lâmpadas, inseticidas, raticidas, colas em geral, cosméticos, vidro de esmaltes, embalagens de produtos químicos, latas de óleo de motor, latas com tintas, embalagens pressurizadas, canetas com carga, papel-carbono, filme fotográfico.
Contaminante biológico	Papel higiênico, cotonetes, algodão, curativos, gazes e panos com sangue, fraldas descartáveis, absorventes higiênicos, seringas, lâminas de barbear, cabelos, pelos,
Resíduos da construção civil	Resíduos recicláveis, como agregados, tijolos, blocos, telhas, argamassa, concreto, areia, pedra, gesso, tintas, solventes, óleos e amianto.

Fonte: Adaptado de Castilhos Junior et al. (2003).

1.2.2 Resíduos Sólidos da Construção Civil no Brasil

A construção civil é um segmento importante na economia, pois é um indicativo do crescimento econômico e social. É um dos primeiros segmentos a apresentar resultados diretamente ligados ao momento econômico. Mas, também, é uma atividade geradora de danos ambientais e seus resíduos têm representado um grande problema a ser administrado, uma vez que consome recursos naturais, altera a paisagem e gera um montante exacerbado de resíduo (MACHADO, 2015).

Ainda de acordo com o Machado (2015), os resíduos da construção civil são considerados de baixa periculosidade e devem ter um gerenciamento adequado para evitar que sejam abandonados e se acumulem as margens de rios, terrenos baldios ou outros locais inapropriados. Este material também gera problemas de saúde pública, pois há presença de produtos orgânicos, químicos, tóxicos e embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças, além de servir de abrigos para animais sinantrópicos, representando assim, um grave problema em muitas cidades brasileiras, pois sobrecarregam os sistemas de limpeza pública.

A Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002) estabeleceu as regras para a gestão e o manejo de resíduos da construção e demolição. Essas regras foram incorporadas às legislações referentes ao saneamento básico e à política nacional para os resíduos sólidos.

A Resolução 307 define Resíduos Sólidos da Construção Civil da seguinte forma:

Art. 2º Inciso I: Resíduos Sólidos da Construção Civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (MACHADO, 2015).

Além disso, o Inciso IV do Art. 2º traz a definição de Agregado Reciclado:

Art. 2º Inciso IV – Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia (MACHADO, 2015).

A Resolução CONAMA 307, alterada pela Resolução 348/2004, (CONAMA, 2004), determinou ainda que o gerador deve ser o responsável pelo gerenciamento desses resíduos. De acordo com o art. 3º da Resolução 307, os resíduos da construção civil devem ser classificados, para efeito dessa resolução e conforme a Resolução do Conama nº 431, em Resíduos Classe A, B, C ou D, o que é detalhado na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação dos resíduos conforme Conama nº 307 e nº 431

Classes	Integrantes predominantes considerados na composição gravimétrica
A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: <ol style="list-style-type: none"> 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, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.
B	Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.
C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação
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.

Fonte: Tessaro, Sá, Scremin (2012).

Além disso, os resíduos da construção civil deverão ser destinados de acordo com a sua classificação, (Tabela 3).

Tabela 3 – Formas de destinação dos resíduos da construção civil conforme Conama nº 307 e nº 431

Classes	Integrantes predominantes considerados na composição gravimétrica
A	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.
B	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.
C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: Tessaro, Sá, Scremin (2012).

Em 2 de agosto de 2010 foi sancionada a Lei 12.305/2010, também conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos Brasileira (PNRS, 2010), que regula o manejo ambientalmente correto para todos os resíduos, implementa metas de redução, reutilização, reciclagem no intuito de reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos para destinação final e define os Resíduos da Construção Civil da seguinte maneira:

Art. 13 [...] Inciso h – Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (BRASIL, 2010).;

Já de acordo com BRASIL, (2010) a Seção III – Dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos, o Art. 16. da Lei 12.305, estabelece:

Art. 16. A elaboração de plano estadual de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para os Estados terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

§ 1º Serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no *caput* os Estados que instituírem microrregiões, consoante o §3º do art. 25 da Constituição Federal, para integrar a organização, o planejamento e a execução das ações a cargo de Municípios limítrofes na gestão dos resíduos sólidos.

§ 2º Serão estabelecidas em regulamento normas complementares sobre o acesso aos recursos da União na forma deste artigo.

§ 3º Respeitada a responsabilidade dos geradores nos termos desta Lei, as microrregiões instituídas conforme previsto no § 1º abrangem atividades de

coleta seletiva, recuperação e reciclagem, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, a gestão de resíduos de construção civil, de serviços de transporte, de serviços de saúde, agrossilvopastoris ou outros resíduos, de acordo com as peculiaridades microrregionais (BRASIL, 2010)

Por outro lado, o Art. 20, item III, da Seção V – Do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, (Brasil, 2010) determina que:

Art. 20. Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:

[...] III – as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama; [...]

Parágrafo único. Observado o disposto no Capítulo IV deste Título, serão estabelecidas por regulamento exigências específicas relativas ao plano de gerenciamento de resíduos perigosos.

Neste contexto, para a diminuição do impacto ambiental e econômico, considerando uma visão sustentável a gestão dos (RCC), deve-se incentivar a redução de resíduos na fonte, a reutilização de resíduo, reciclagem e, por ultimo, a disposição final. Pois, independente da durabilidade do material, em algum momento pós-consumo, inevitavelmente, se transformará em resíduo (JOHN, 2000). Portanto, a reciclagem/reutilização são condições prioritárias para sustentabilidade e mitigação dos impactos ambientais causados pela indústria da construção civil.

1.2.3 Reciclagem

A reciclagem engloba todo material que pode ser transformado e reutilizado para outro fim. Esse material tem que ser voltado ao seu estado de matéria prima, onde são recriados produtos novos ou insumos, tendo em vista que se diminui a exploração dos recursos naturais.

Quanto à padronização na destinação dos materiais recicláveis que deve ser utilizada na execução do sistema da coleta seletiva, o CONAMA, em sua resolução de nº 275 de 25 abril de 2001, estabeleceu o código de cores que deve ser utilizado para diferenciar tais materiais, adotado na identificação de coletores e transportadores (Figura 1), assim como nas campanhas informativas sobre a coleta seletiva (BISPO, 2013).



Figura 1 – Padrão de cores estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 275/2001
Fonte: CONAMA, 2004

Já a logística reversa é descrita com o processo de coleta, transporte, armazenagem e processamento de todos os produtos descartados. A Figura 2 apresenta o fluxo direto e reverso de produtos. Pode-se perceber que o ciclo reverso tem início a partir de resíduos do processo produtivo ou do consumo de clientes, e podem ir para descarte ou voltar para o ciclo do produto (LAMBERT, STOCK, VANTINE, 1998).

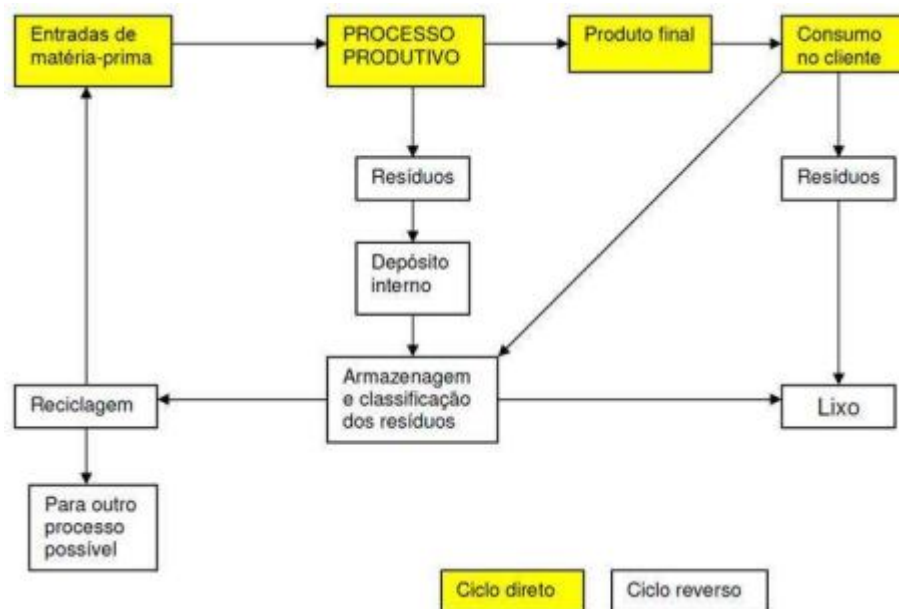


Figura 2 – Logística: Ciclo direto e ciclo reverso.
Fonte: LEITE (1999)

Em um ciclo de reciclagem proposto por Gonçalves (2003), há identificação de seus autores como sendo o consumidor, o catador ou cooperativa, o intermediário ou atravessador e a indústria. De acordo com a proposta, o papel de cada um destes

segmentos é de suma importância, para que os objetivos do sistema sejam alcançados.

- Consumidor: deve praticar o consumo responsável, utilizando critérios socioambientais para a escolha de produtos; separar os resíduos recicláveis na fonte (em casa), destinando-os para a reciclagem e procurar melhorar seus conhecimentos sobre o assunto.
- Catador: deve se auto organizar em cooperativas ou associações, para romper o ciclo de exploração do seu trabalho pelos atravessadores; proceder à coleta de forma organizada, como, por exemplo, não catando no lixão, nem rasgando sacos nas ruas; desenvolver sua ética ambiental e seu empreendedorismo, saindo da marginalidade.
- Intermediário: cabe o respeito e apoio aos catadores, pagando-lhes um preço justo e reconhecendo a importância dos mesmos para que seu empreendimento prospere.
- Indústria: deve desenvolver políticas socioambientais, investindo no ciclo da reciclagem como um todo; utilizar, nos seus processos de produção, materiais recicláveis, em substituição aos materiais virgens; produzir embalagens e produtos que sejam reutilizáveis ou de fácil reciclagem, atribuindo ao seu produto valores ambientais, o que será reconhecido por seus clientes, fechando-se, assim, o ciclo, que se fortalece, na medida em que seus elos se retroalimentem mutuamente.

Nos casos em que essa interação não acontece, ocorre a falência do sistema, com baixo índice de reciclagem, exclusão social e prejuízos ao meio ambiente (GONÇALVES, 2003).

1.2.3.1 Reciclagem dos Resíduos Sólidos da Construção Civil

A reciclagem dos Resíduos Sólidos da Construção Civil por meio de uma política de conscientização ambiental já seria uma solução para o problema existente há décadas.

Segundo Abdou & Bernucci (2005), em alguns países a reciclagem do entulho está se tornando uma alternativa em diversos setores da construção civil. O resíduo pode ser empregado em muitas atividades, das quais, destacam-se a confecção de elementos pré-moldados e a execução de camadas em estruturas de pavimentos.

Carneiro; Burgos; Alberte (2001), disse que o uso de agregado reciclado em camadas de pavimentos urbanos tem sido uma das maneiras mais difundidas para o fim dos resíduos da construção civil. O aproveitamento deste material em pavimentação apresenta muitas vantagens, tais como: utilização de quantidade significativa de material reciclado, tanto na fração miúda quanto na graúda; simplicidade dos processos de execução do pavimento e de produção do agregado reciclado (separação e britagem primária). Todos estes aspectos contribuem para a redução dos custos, a difusão dessa forma de reciclagem e a possibilidade de uso dos diversos materiais componentes do resíduo – concretos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, entre outros.

Desde a década de 80, o Brasil vem realizando experiências de aplicação do resíduo sólido de construção civil como material de pavimentação, porém sem estudos sistemáticos e monitoramentos periódicos. No início da década de 90, foi instalada a primeira recicladora no país pela PMSP – Prefeitura do Município de São Paulo (ABDOU & BERNUCCI, 2005).

No final de 2004, iniciou-se a pavimentação do sistema viário do novo campus da USP na zona Leste (USP-Leste), seguindo um projeto inovador de Pavimento Ecológico, com o emprego de materiais reciclados em toda sua estrutura. As camadas de base e a sub-base do Pavimento Ecológico da USP-Leste foram feitas com agregado reciclado de resíduo sólido de construção civil, e seu revestimento foi executado com asfalto modificado com borracha moída de pneu, o chamado asfalto-borracha (ABDOU & BERNUCCI, 2005).

Em trabalho realizado por Silva et al. (2015), o emprego dos agregados na produção de componentes usados na pavimentação, vem sendo intensificado nos últimos anos e embora as pesquisas realizadas indiquem um bom potencial para utilizar agregados reciclados para esse fim, o seu uso é relativamente pequeno, pois a maior dificuldade para a aplicação do agregado reciclado é sua variabilidade.

Zordan (1997) e Leite (2001), avaliaram a viabilidade técnicas da utilização desses materiais em relação as propriedades mecânicas e concluíram que agregados

reciclados podem sim ser utilizados na pavimentação. A Tabela 4 traz casos de usos de Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD) em pavimentação.

Tabela 4 - Usos de RCD em pavimentação encontrados até 2015

Locais	Uso	Resultados
Belo Horizonte (MG)	Camadas de reforço do subleito, sub-base e base da pavimentação.	Muitas semelhanças entre as estruturas feitas com agregados reciclados e convencionais.
Espanha	Agregado reciclado de RCD em troca do agregado graúdo no concreto asfáltico	Vantagens econômicas para obras, minimização dos impactos socioambientais.
Manaus (AM)	Retirada do agregado graúdo da mistura asfáltica e troca com agregados reciclados	O uso do agregado reciclado precisa de uma quantidade maior de ligante, pois têm maior porosidade que os convencionais.
New Jersey (EUA)	Emprego de agregados reciclados de concreto em base e sub-bases de pavimentos	Amostras de agregados reciclados de concreto e as misturas de agregados reciclados de concreto com BGS apresentam resultados de módulo de resiliência superiores ao da BGS.

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2015)

De acordo com Silva et al. (2015), em relação à destinação final dos RCD, observa-se que é necessária uma melhor gestão por parte dos geradores, explicitamente no que se diz respeito a diminuir as perdas no processo produtivo e na reutilização dos materiais reaproveitáveis, com intuito a diminuir a quantidade de resíduo produzido, bem como o envio dos RCD aos locais apropriados. Em termos de reformas e demolições, faz-se necessário a absorção da prática do reuso e da reciclagem dos RCD, o que, desta forma, reduziria o volume dos materiais descartados.

1.2.3.2 Usina de reciclagem de entulho

O entulho da construção civil é um resíduo de grande volume que, se disposto clandestinamente, afeta a qualidade de vida de todos, pois causa a degradação do meio ambiente, a poluição visual e a proliferação de vetores e doenças. Além disso, há um grande desperdício quando o entulho não é reciclado, já que muitos dos materiais podem ser transformados em agregados para a própria construção, preservando matéria-prima e reduzindo custos (OLIVEIRA & MENDES, 2008).

A Unidade de Tratamento de Resíduos de Jales/SP realiza a remoção e destinação final dos resíduos da construção civil, para tanto, possui uma usina de reciclagem de entulho. Após a triagem, o entulho é triturado por um equipamento que faz a separação em agregados de alta qualidade, como areia, pedras, pedriscos e rachão. Todo esse processo atende ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010).

A reciclagem de entulhos traz inúmeras vantagens, dentre as quais está a reutilização do material que iria para o aterro, que se transforma em matéria-prima para ser reaproveitada na produção de argamassa, contrapiso, sub-base para asfalto, guias e tijolos ecológicos (SIMONI et al., 2015). Neste contexto, de acordo com levantamentos realizados junto à secretaria de planejamento do município, a prefeitura de Jales/SP está pleiteando uma usina de reciclagem de entulho através do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) e Ministério das Cidades.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade do uso de resíduos sólidos na manutenção de estradas rurais da região de Jales/SP.

1.3.2 Objetivos Específicos

Conhecer o ciclo dos resíduos sólidos urbanos: geração, coleta, tratamento, armazenamento, reuso e disposição final;

Identificar e quantificar os tipos de resíduos sólidos gerados pela construção civil da cidade de Jales/SP

Verificar os custos do uso desse tipo de resíduo na pavimentação de estradas rurais;

Executar ações de utilização dos resíduos sólidos da construção civil de Jales/SP, para melhoria de parte da malha viária rural do município de Jales/SP.

2. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido no município de Jales/SP. O campo de pesquisa delimitado foi o setor da construção civil utilizando, principalmente, informações disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além de artigos, dissertações, teses sobre o assunto e levantamento de dados.

O levantamento de dados inicial foi realizado junto ao órgão responsável do município pela limpeza pública, para verificar os procedimentos referentes à coleta e destinação final do RCC do município e dos agentes envolvidos. Após a identificação dos agentes envolvidos (setor público e privado de coleta) foram realizadas visitas às mesmas com o objetivo de coletar dados referentes às movimentações de carga, destinação final dada, tipos de equipamentos utilizados, etc. Para atingir os objetivos propostos, foram desenvolvidas as seguintes etapas:

Etapa 1 – Caracterização do município de estudo.

Para a caracterização do município de Jales realizou-se um levantamento junto às Secretarias de Agricultura e Abastecimento, de Meio Ambiente e de Obras e Serviços Públicos e, também, dados e estatísticas do IBGE (2017) e levantamentos *in loco*.

Etapa 2 – Levantamento de dados sobre a coleta e transporte de entulho.

Foram realizadas pesquisas e aquisição de dados junto aos órgãos públicos do município e empresas prestadoras de serviço de transporte de entulho. Além disso, foram coletadas informações sobre a manutenção das estradas rurais com profissionais e servidores municipais de carreira da prefeitura municipal de Jales.

Etapa 3 – Análise das condições das estradas rurais do município.

Para a análise das condições das estradas rurais do município foram realizados levantamentos *in loco* com produtores rurais e motoristas de caminhão leiteiro e de ônibus escolares, além de levantamentos junto à Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento.

Etapa 4 – Análise de custo econômico: Comparativo da utilização do RCC gerado versus utilização de pedra para pavimentação das estradas rurais.

Para análise da viabilidade da utilização de RCC em pavimentações de estradas rurais foi realizado um levantamento de custos, junto às empresas de transporte e pedreiras localizadas na região de Jales/SP, correlacionados ao valor de separação do RCC, de carregamento, de transporte e espalhamento, assim como o valor do m³ da pedra brita, serviços de transporte e de espalhamento.

Etapa 5 – Seleção do local com possibilidade de aplicação da solução proposta.

As estradas rurais do município perfazem o total de 675,4 km e destes, apenas 30%, cerca de 200 km estão perenizados (em ótimo estado de conservação) e os 70% restantes, necessitam de aplicação de produtos para sua melhoria.

Em um levantamento realizado, junto à Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento, produtores rurais, motoristas de caminhão leiteiro e de ônibus escolares junto a Prefeitura Municipal, constatou-se que existem, aproximadamente 50 km de estradas que apresentam condições muito ruins de tráfego. E, no período das chuvas apresentam atoleiros, dificuldades de trânsito próxima as caixas de contenção, além de açudes, córregos e riachos, que transbordam.

A utilização do RCC, em primeiro plano, seria nesses locais de mais problemas de tráfego. Dentre os locais do município com prioridade de intervenção e, portanto, aplicação da solução proposta com utilização do RCC, foi selecionado um trecho de aproximadamente 350 m da estrada Municipal Jal 350, da bacia do Córrego do Açoita Cavallo, que interliga a Rodovia Elyeser Montenegro Magalhães (SP-463) até a sede da Fazenda Boa Esperança, conforme apresenta a Figura 3.

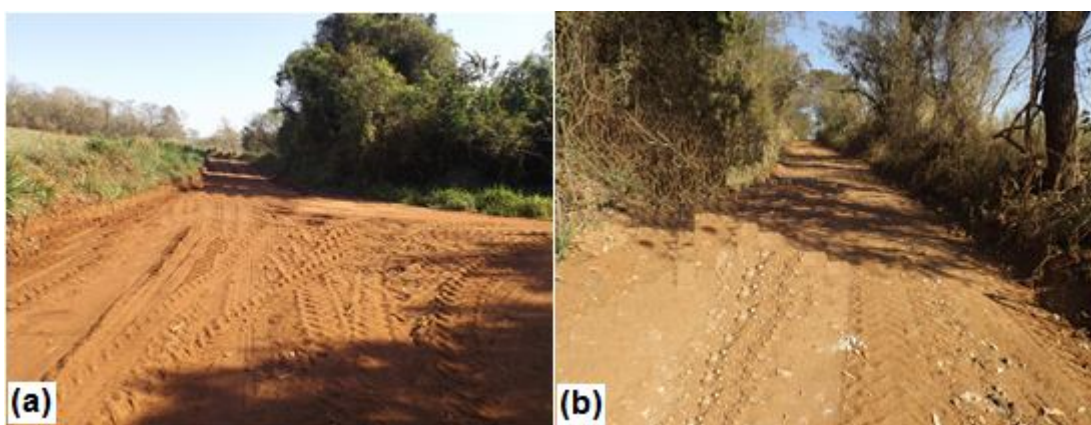


Figura 3 – Local selecionado para a pavimentação com RCC – (a): Mapa da bacia do córrego do açoita cavallo; (b): Início do local selecionado; (C): Local selecionado – antes da aplicação do RCC.

Fonte: Próprio autor, 2017.

Etapa 6 – Aplicação estratégia de ação.

Realizada a seleção do trecho da estrada para implementação da proposta, foi realizada a pavimentação com o material RCC selecionado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Município do estudo

O município de Jales (Figura 3), um dos mais novos do Estado de São Paulo, foi fundado pelo engenheiro Euphy Jalles a partir de um planejamento urbanístico racional, demonstrando a visão empreendedora de seu fundador. O distrito de Jales foi fundado em 15 de abril de 1941, mas como apresentou grandes perspectivas de desenvolvimento pela potencialidade da região, foi elevado à categoria de município em 1948, sendo projetado como um município organizado e preparado para uma expansão racional e ordenada (IBGE, 2017).

A cidade de Jales está localizada no noroeste paulista a 585 km da capital e nas proximidades dos Estados de Minas Gerais e Mato Grosso. Fica próxima das bacias hidrográficas do rio Turvo, do rio Grande e do rio São José dos Dourados, tem 368,57 km², uma população estimada de 49.110 habitantes e densidade demográfica 133,25 hab/km². Da população, cerca de 91% reside na zona urbana do município (IBGE, 2017).

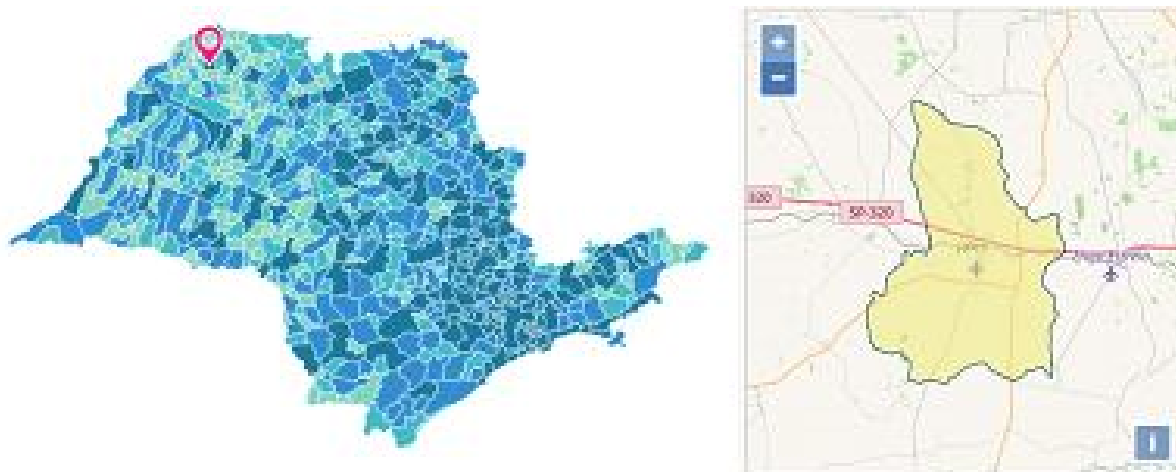


Figura 4 – Localização do município de Jales-SP.
Fonte: IBGE (2017); GOOGLE-MAPS (2017).

A agricultura é a principal força do desenvolvimento local e regional, proporcionando, também, o desenvolvimento dos setores comercial, industrial e de serviços, tanto na geração de empregos, como na arrecadação de impostos. A região apresenta uma estrutura fundiária que propicia o desenvolvimento de projetos na área de desenvolvimento familiar, por apresentar, aproximadamente, 85% das propriedades com áreas menores a 48,4 ha, o que caracteriza a região como

composta, em sua maioria, por pequenas e médias propriedades rurais. Jales possui um total de 191,58 km de vias urbanas, sendo 162,85 km de vias pavimentadas. Já as estradas rurais perfazem o total de 675,4 km, sendo 12 km pavimentados, ou seja, apenas 1,8%. Nesse contexto, a manutenção e/ou pavimentação das estradas rurais do município é de suma importância para garantir e intensificar a economia.

De acordo com o IBGE (2017), Jales apresentou em 2014 um PIB per capita de R\$22.409,63. Na comparação com os demais municípios do estado, sua posição era de 284 de 645. Já na comparação com cidades do Brasil sua colocação era de 1445 de 5570. Em 2015, tinha 72,2% do seu orçamento proveniente de fontes externas. Em comparação às outras cidades do estado, estava na posição 463 de 645 e, quando comparado a cidades do Brasil, ficava em 4.393 de 5.570.

3.2 Resíduos sólidos

O município de Jales optou por adotar a visão de gerenciamento de resíduos sólidos como o conjunto de alternativas e soluções técnicas que permitam a redução, reciclagem, recuperação e disposição. Nesta visão, as iniciativas de caráter legal e administrativo ficam sob responsabilidade do poder público inserindo-se no conjunto das atividades de gestão.

Já os aspectos de operação do aterro são passados a iniciativa privada. Os serviços de coleta, transporte e disposição final dos resíduos sólidos urbanos domiciliares são feitos por uma empresa terceirizada.

Em 2007 foi elaborado um Plano de Gestão e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos para o município de Jales. Esse plano propõe preservar a saúde pública, proteger e melhorar a qualidade do meio ambiente, assegurar a utilização adequada e racional dos recursos naturais, disciplinar o gerenciamento dos resíduos e gerar benefícios sociais e econômicos. No plano, o gerenciamento integrado de resíduos contempla as seguintes atividades: redução de resíduos (incluindo reuso dos produtos), reciclagem de materiais (incluindo compostagem); e disposição final (em aterro sanitário).

Contudo, apesar de aterros sanitários serem um dos meios mais utilizados e de menor custo para a estocagem de RSU, o fato de estarem estocados não quer dizer que estejam inativos conforme afirma Castilhos Junior et al. (2003). A Figura 4 evidencia esquematicamente as influências de agentes naturais (chuva e

microrganismos), os quais ativam processos físicos, químicos e biológicos de transformação. Tais processos são responsáveis pela formação de biogás, odores e os lixiviados.

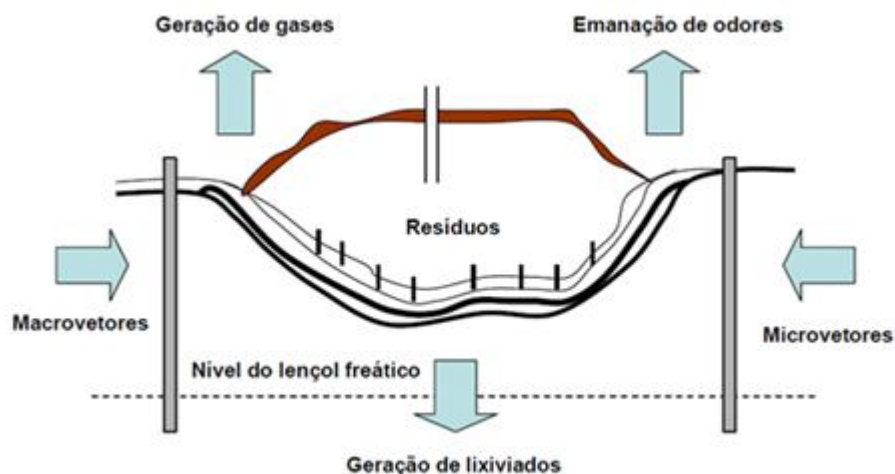


Figura 5 – Principais impactos ambientais resultantes da disposição de resíduos em aterro sanitário.
Fonte: Adapto de CASTILHOS JUNIOR et al. (2003).

No município de Jales, ainda existem poucas ações de políticas públicas ligadas à educação ambiental que orientam a população sobre o destino dos resíduos e para a necessidade de se adotar atitudes para reduzir a produção. O aterro sanitário do município de Jales entrou em operação em julho de 2008 e foi projetado para ter uma vida útil de 10 anos, sendo gerenciado por empresa contratada pela Prefeitura Municipal através de processo licitatório.

3.2.1 Resíduos da construção civil (RCC)

A Figura 5 evidencia o aterro de resíduos da construção civil de Jales – SP, no qual há disposição dos resíduos das obras de construção e reformas em todo o perímetro urbano. A coleta se dá pelas empresas de locação de caçambas de entulho, além de empresas que possuem caminhões basculantes e pás carregadeiras que são contratadas para limpar o RCC nos terrenos.

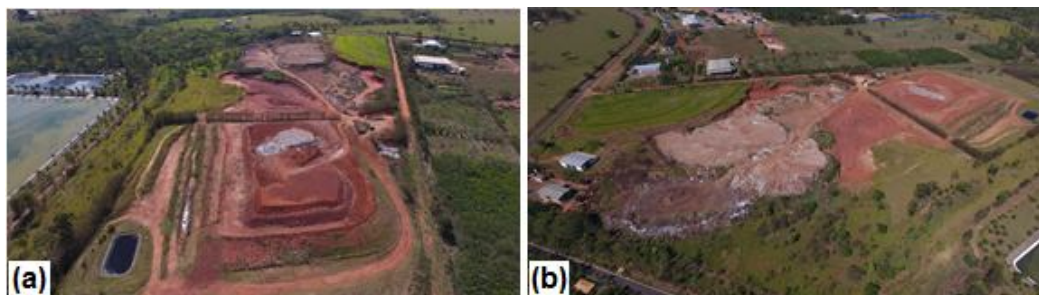


Figura 6 – Aterro de resíduos de Jales – SP. (a) Aterro de RCC; (b) Aterro de RSU
Fonte: Próprio autor, 2017.

A Tabela 5 apresenta as empresas responsáveis pelos serviços de caçambas na cidade de Jales. São aproximadamente 50 caçambas com RCC depositadas diariamente no espaço, das quais 50% é transportado e depositado por duas das seis empresas participantes.

Tabela 5 – Porcentagens de RCC coletados por empresas do município de Jales/SP.

Empresa	% entulho transportado
Empresa 1	27%
Empresa 2	23%
Empresa 3	16%
Empresa 4	14%
Empresa 5	11%
Empresa 6	9%

Fonte: Próprio autor, 2017.

Constatou-se por meio de visitas ao local, que além do RCC depositado, havia galhos de árvores, latas de tinta, plásticos, pneus, lixo doméstico, animais mortos, vidros entre outros materiais depositados nas caçambas, conforme mostra Figura 6. A NBR 10004 descreve que a classificação de resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características e, estes são partes integrantes dos laudos de classificação.

Destaca-se que toda a responsabilidade pelo não controle dos resíduos, não deve ser atribuída única e exclusivamente aos profissionais. Muitas vezes, este não tem conhecimento do grau da importância desta prática. Cabe aos gestores responsáveis, por meio de treinamentos, buscar a adequação da prática de segregação destes resíduos.



Figura 7 – Disposição inadequada de materiais no aterro de RCC – (a): pneus; (b):colchões; (c): RCC; (d): objetos de madeira.
Fonte: Próprio autor, 07/2017.

Como não havia separação adequada dos materiais entregues pelas caçambas e caminhões, o aterro de RCC foi interditado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) durante 60 dias (06/2017 à 08/2017), impondo multa caso a regularização não ocorresse em curto espaço de tempo (A TRIBUNA, 08/2017). A liberação foi concedida apenas após a Prefeitura Municipal contratar uma empresa especializada no segmento de recebimento e separação de resíduos sólidos, por um processo licitatório, para realizar a separação dos materiais (Figura 7) e de acordo com a sua classe (A,B, C, D, lenhosos e volumosos).



Figura 8 – Separação dos materiais entregues no aterro de RCC – (a): galhos; (b): triturador de galhos acoplado a um trator; (c; d): equipe separando o RCC.
Fonte: Próprio autor, 07/2017.



Figura 9 – Separação dos resíduos e disposição de acordo com a sua classe no aterro de Jales/SP - (a): Classe A - RCC; (b): Classe B - Recicláveis; (c): Classe C – Gesso; (d): Classe D – Tintas, solventes e óleos; (e): Classe Lenhosos; (f): Classe Volumosos.
Fonte: Próprio autor, 07/2017.

De acordo com levantamento realizado junto à Secretaria Municipal de Obras, Serviços Públicos e Habitação, para a série histórica de 2003 até 2016, o município de Jales/SP apresentou um significativo aumento na coleta de resíduo sólido da construção civil conforme mostra a Figura 9.

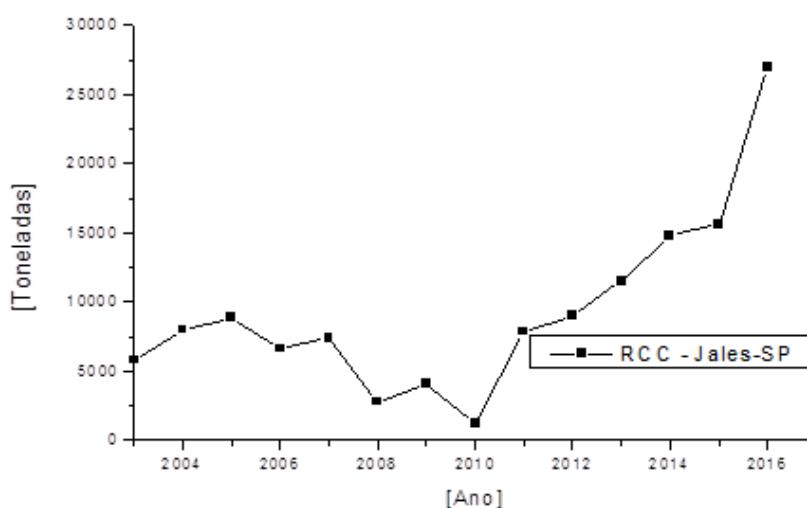


Figura 10 – Quantidade de resíduo sólido da construção civil coletado em Jales - SP / Série histórica – [toneladas] / [Ano]
Fonte: Adaptado de Deepask (2017)

Em relação à massa de resíduos sólidos da construção civil coletada per capita segundo Deepask (2017), Jales apresentou produção média de 25,53 kg de RCC/habitante para o ano de 2010, enquanto a média no Brasil para o mesmo ano foi de 141 kg de RCC/habitante. No ano de 2013 a média per capita brasileira de resíduos sólidos da construção civil coletada atingiu 121,83 kg/habitante, sendo em Jales, ou seja, praticamente o dobro coletado 237,18 kg de RCC/habitante, demonstrando assim um aumento na coleta de RCC no município desde o ano de 2010, aliado ao início dos programas de incentivo a construção civil dados pelo governo federal, como o programa Minha Casa Minha vida (Figura 10).

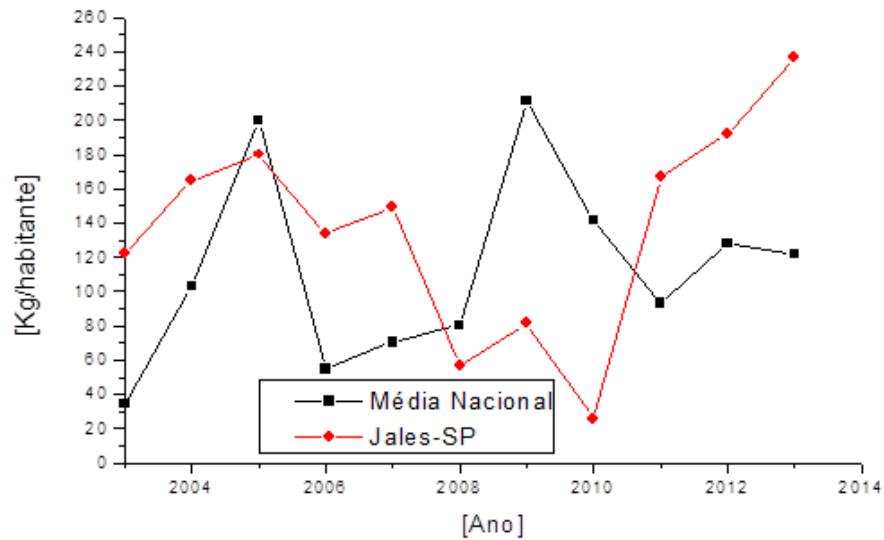


Figura 11 – Massa de resíduos sólidos da construção civil coletada per capita.
Fonte: Deepask (2017). [Adaptado].

De acordo com o levantamento realizado junto à Secretaria Municipal de Obras, Serviços Públicos e Habitação, são entregues em média 50 caçambas no aterro por dia e considerando que cada uma dessas caçambas tem capacidade de carregamento de 3 m³, o montante totaliza 150 m³/dia, que multiplicados por 1.500 kg/m³, totaliza-se 225 t de RCC por dia. Com isso, calculou-se que atualmente Jales obtém cerca de 4,582 kg de RCC por habitante/dia.

3.2.2 Possibilidades para aplicações do RCC

A reciclagem é uma medida necessária em função da existência de resíduos da construção civil, mas, para ser viável, devem-se levar em consideração as condições em que os resíduos serão segregados (ARRUDA, 2005). Conforme afirmou Carneiro; Burgos; Alberte (2001), a reciclagem em substituição às deposições irregulares de RCC apresenta vantagens econômicas, claramente notadas nos custos de limpeza urbana para as administrações municipais devido ao alto custo do descarte irregular, correção da deposição com aterramento e controle de doenças. Os custos para a reciclagem são em média 25% menor.

O reuso dos RCC gerados em Jales/SP, historicamente, era realizado para aplicações em pontos com grandes erosões, tanto na área urbana quanto rural.

Porém, com a correta separação, a proposta é aplicar nas estradas rurais, porque, além de diminuir a quantidade de resíduos dentro dos aterros, traz benefícios como:

- ✓ Diminuição dos custos de pavimentação;
- ✓ Melhoria das condições de uso das vias em terra;
- ✓ Otimização do escoamento da produção e melhor deslocamento dos produtores rurais.
- ✓ Poupança de recursos minerais naturais, conseqüente, diminuição de agressão ao meio ambiente;
- ✓ Diminuição dos custos de operação de aterros;
- ✓ Necessidade de áreas menores para manutenção de aterros, em função do prolongamento da vida útil dos existentes;

Visando tais benefícios foi implementado o uso do RCC gerados na cidade de Jales/SP para pavimentação de um trecho de uma estrada rural, para verificar a viabilidade da proposta almejada.

3.3 Execução e custos da pavimentação com RCC do trecho selecionado da estrada rural do município de Jales/SP

Esse local foi selecionado por se tratar de uma estrada rural com movimento intenso, concentrar em seu trajeto dezenas de propriedades rurais, desde agricultores familiares até fazendas com cultivo de cana de açúcar, apresentar um dos pontos críticos de maior extensão, quando do período das chuvas, chegando à 350 m de extensão e por acumular o maior número de reclamações dos usuários, os quais solicitam ao poder público que o problema seja resolvido. As Figuras 12 e 13 evidenciam o RCC transportado e depositado no local e a motoniveladora – atuando no trecho da estrada rural pavimentada com RCC.



Figura 12 – RCC transportado até o local - (a): Caminhão depositando o RCC; (b): RCC depositado para início do nivelamento.
 Fonte: Próprio autor, 2017.



Figura 13 – Motoniveladora – trecho da estrada rural pavimentada com RCC – (a): Início do nivelamento; (b): Motoniveladora realizando o nivelamento com o RCC depositado; (c) e (d): Trecho nivelado.
 Fonte: Próprio autor, 2017.

Os custos envolvidos com a utilização do RCC no reparo do trecho selecionado da estrada rural (Tabela 6) foram levantados pelo próprio autor *in loco*. Também, foi realizado um levantamento de custos do mesmo trecho com a utilização de pedra britada número 1 ou número 2 usualmente utilizada na pavimentações de estradas rurais. Os custos da pedra britada apresentados na Tabela 6 foram obtidos

através de levantamento junto à empresas de transporte e pedreiras localizadas na região de Jales/SP.

Tabela 6 – Custos comparativos da utilização do RCC e da pedra brita no reparo do trecho selecionado da estrada rural

Materiais e Mão de obra [R\$/m ³]		Carregamento e transporte [R\$/m ³]	Espalhamento [R\$/m ³]	Custo Total [R\$/m ³]
RCC	14,00	7,00	6,00	27,00
Pedra brita nº 1; nº 2	50,00	20,00	6,00	76,00

Fonte: Próprio autor, 2017.

Pode-se observar que o custo da utilização da pedra britada é bem superior se comparado à pavimentação utilizando RCC. A Tabela 7 apresenta as características da pavimentação realizada, quantidade e custo de material por km. De acordo com a CODASP (2017) o custo da pavimentação de estrada rural é de 30.000,00 R\$/km

Tabela 7 – Características do reparo e comparativo de custos por km utilizando RCC ou pedra brita

Características do trecho pavimentado [m]		Total de material utilizado [m ³ /km]	Custo [R\$/km]	
Comprimento	350	300	RCC	8.100,00
Largura	6,00		Pedra brita nº 1 ou nº 2	22.800,00
Espessura	0,05			

Fonte: Próprio autor, 2017.

Desta forma, evidencia-se que a utilização do RCC para pavimentação de estradas rurais, além de todas as vantagens socioambientais já citadas, também possui viabilidade econômica sendo, aproximadamente, 65%, mais econômico que a pedra brita utilizada no estudo e 73% mais econômico que a pavimentação de estradas rurais praticada pelo programa melhor caminho (CODASP, 2017).

3.3.1 Análise da qualidade do reparo realizado no trecho da estrada rural do município de Jales/SP

Após o período chuvoso de setembro, outubro, novembro (Tabela 8, Tabela 9 e Tabela 10) foi realizada uma verificação da eficácia do uso do RCC gerados na cidade de Jales/SP na pavimentação do trecho selecionado da estrada rural.

Tabela 8 – Índice pluviométrico do município de Jales/SP (09/2017)

SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA, PECUÁRIA ABASTECIMENTO E MEIO AMBIENTE DE JALES							
OBSERVAÇÕES TERMO-PLUVIOMÉTRICAS							
JALES					MÊS:	SETEMBRO	ANO: 2017
VIVEIRO MUNICIPAL					ANO AGRÍCOLA:	2017/2018	
Responsável pela coleta: Valdecir Serrilho							
DATA	CHUVA (mm)	DURAÇÃO (horas)	TEMPERATURA		OBSERVAÇÕES		
			MÁX.	MÍN.			
01	0,0						
02	0,0						
03	0,0						
04	0,0						
05	0,0						
06	0,0						
07	0,0						
08	0,0						
09	0,0						
10	0,0						
11	0,0						
12	0,0						
13	0,0						
14	0,0						
15	0,0						
16	0,0						
17	0,0						
18	0,0						
19	0,0						
20	0,0						
21	0,0						
22	0,0						
23	0,0						
24	0,0						
25	0,0						
26	0,0						
27	0,0						
28	0,0						
29	0,0						
30	1,4						
31	-						
TOTAL:		1,4		mm			

Fonte: Próprio autor, 2017.

Tabela 9 – Índice pluviométrico do município de Jales/SP (10/2017)

SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA, PECUÁRIA ABASTECIMENTO E MEIO AMBIENTE DE JALES								
OBSERVAÇÕES TERMO-PLUVIOMÉTRICAS								
JALES					MÊS:	OUTUBRO	ANO:	2017
VIVEIRO MUNICIPAL					ANO AGRÍCOLA:		2017/2018	
Responsável pela coleta: Valdecir Serrilho								
DATA	CHUVA (mm)	DURAÇÃO (horas)	TEMPERATURA		OBSERVAÇÕES			
			MÁX.	MÍN.				
01	1,0							
02	38,5							
03	0,0							
04	0,0							
05	0,0							
06	0,0							
07	0,0							
08	0,0							
09	0,0							
10	0,0							
11	0,0							
12	0,0							
13	0,0							
14	0,0							
15	0,0							
16	0,0							
17	0,0							
18	0,0							
19	0,0							
20	0,0							
21	0,0							
22	0,0							
23	1,0							
24	0,0							
25	0,0							
26	0,0							
27	0,8							
28	62,9							
29	18,5							
30	0,0							
31	21,2							
TOTAL:		143,9		mm				

Fonte: Próprio autor, 2017.

Tabela 10 – Índice pluviométrico do município de Jales/SP (11/2017)

SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA, PECUÁRIA, ABASTECIMENTO E MEIO AMBIENTE DE JALES						
OBSERVAÇÕES TERMO-PLUVIOMÉTRICAS						
JALES					MÊS: NOVENBRO	ANO: 2017
Viveiro Municipal					ANO AGRÍCOLA: 2017/2018	
Reponsável pela coleta: Valdecir Serrilho						
DATA	CHUVA (mm)	DURAÇÃO (horas)	TEMPERATURA		OBSERVAÇÕES	
			MÁX.	MÍN.		
01	0,0					
02	0,0					
03	0,0					
04	39,6					
05	47,3					
06	0,0					
07	0,9					
08	0,0					
09	43,3					
10	0,0					
11	0,0					
12	0,0					
13	0,0					
14	0,0					
15	0,0					
16	0,0					
17	0,0					
18	1,0					
19	9,6					
20	0,0					
21	0,0					
22	10,5					
23	0,0					
24	0,0					
25	0,0					
26	17,3					
27	23,1					
28	19,6					
29	0,0					
30	0,0					
31	-					
TOTAL:	212,2		mm			

Fonte: Próprio autor, 2017.

Para tanto, foi observado *in loco* no mês de novembro a situação atual da estrada rural utilizado no estudo, conforme mostra a Figura 14 e Figura 15.



Figura 14 – Trecho da estrada rural pavimentada com RCC após o período chuvoso – (a); (b); (c); (d)
Fonte: Próprio autor, 2017.

Constatou-se que a estrada rural estava perenizada em ótimo estado de conservação no trecho de 350 m que foi executada a pavimentação com RCC, Figura 13. Contudo, aonde não foi realizado o uso do RCC, por exemplo, a 500 m de distante do local selecionado já apresentou condições muito ruins de tráfego com parte da estrada deteriorada pela erosão, Figura 14.



Figura 15 – Trecho da estrada rural após o período chuvoso – Sem pavimentação com RCC:(a); (b)
Fonte: Próprio autor, 2017.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o uso dos resíduos da construção civil para a manutenção de estradas rurais em Jales/SP apresenta viabilidade ambiental e econômica, solucionando dois graves problemas, o do entulho gerado pela evolução natural da cidade em relação ao recolhimento e armazenamento e o escoamento da produção agrícola da região.

Além disso, a viabilidade econômica da aplicação permitirá economia de recursos financeiros para a Prefeitura Municipal que deixará de gastar com conservação das estradas, uma vez que o uso desses materiais não será perdido durante a época de chuvosa do ano formando uma camada permeável que não sofrerá alterações significativas.

REFERÊNCIAS

A TRIBUNA - Empresa Jornalística da Região de Jales. Em menos de 15 dias, Prefeitura transfere duas vezes o depósito de resíduos da construção civil. Jornal Online. 8 de Agosto 2017. Disponível em: <<http://atribunanaweb.com.br/noticia/em-menos-de-15-dias-prefeitura-transfere-duas-vezes-o-deposito-de-residuos-da-construcao-civil>>. Acesso em 10 ago. 2017.

ABDOU, M. R.; BERNUCCI, L. L. B. Pavimento Ecológico: uma opção para a pavimentação de vias das grandes cidades. Sinal de Trânsito, 2005. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/pavimento_ecologico.pdf>. Acesso em: 28 set 2017.

ABRECON. Brasileiro produz por ano meia tonelada de resíduos de construção civil. Brasil Atual, 2011. Disponível em < <https://abrecon.org.br/brasileiro-produz-por-ano-meia-tonelada-de-residuos-de-construcao-civil/>>. Acesso em 15 out. 2017.

ARRUDA, P. T. M. Responsabilidade civil decorrente da poluição por resíduos sólidos domésticos. São Paulo: Ed. Método, 2005.

BISPO, C. S. Gerenciamento de resíduo sólido recicláveis: estudo de caso das cooperativas do município de Nata/RN, 2013. 243 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política nacional de resíduos sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 29 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Plano de gerenciamento de resíduos sólidos: instrumento de responsabilidade socioambiental na administração pública. Brasília, 2014. Disponível em: <https://www.comprasgovernamentais.gov.br/images/conteudo/ArquivosCGNOR/cartilha_pgrs_mma.pdf>. Acesso em: 20 set. 2017.

CARNEIRO, A. P., BURGOS, P. C., ALBERTE, E. P. V. Uso do agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos: Projeto entulho bom. Salvador: Caixa Econômica Federal, 2001. pp.190-227.

CASTILHOS JUNIOR, A. B., et al. Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES/RiMa, 2003, 294p.

CONAMA Nº 307/2002 - "Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil". - Data da legislação: 05/07/2002 - Publicação DOU nº 136, de 17/07/2002, págs. 95-96 - Alterada pelas Resoluções nº 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015.

CODASP – Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Programa melhor caminho. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.sp.gov.br/Pesquisa?pesquisa=programa+melhor+caminho>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

CONAMA 307, alterada pela Resolução 348/2004 - "Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil". - Data da legislação: 05/07/2002 - Publicação DOU nº 136, de 17/07/2002, págs. 95-96 - Alterada pelas Resoluções nsº 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015.

CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001 - Código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva Publicada no DOU no 117-E, de 19 de junho de 2001, Seção 1, página 80

DEEPASK. Quantidade de lixo coletados por cidade do Brasil. Disponível em: <<http://www.deepask.com/goes?page=jales/SP-Lixo-construcao-civil:-Veja-quantidade-de-residuos-coletados-por-cidade-do-Brasil>>. Acesso em: 25 out. 2017.

FARR, D. Urbanismo sustentável – desenho urbano com a natureza. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GONÇALVES, P. A reciclagem integradora dos aspectos ambientais sociais e econômicos. 2003. Disponível em: <http://www.amda.org.br/imgs/up/Artigo_15.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2017.

GOOGLE. Google Earth - Maps. Jales, 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-20.2063628,-50.43994,10.25z>>. Acesso em 21 jun. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Cidades, 2017. Acesso: 06/07/2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/jales/panorama>>.

ISAQUE, V. F. S. et al. Gerenciamento de resíduos sólidos nas empresas da construção civil em aracaju/se: Estudo Multicasos. Revista Ciências Exatas e Tecnológicas. ISSN Impresso 1980-1777 ISSN Eletrônico 2316-3135 Aracaju, v. 4, n. 2, p. 87-98, 10/2017. Acesso: 23/10/2017. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoexatas/article/viewFile/4593/2466>>.

JOHN, V. M. *Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. 2000. 113f. Tese de Livre Docência - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

LAMBERT, D.; STOCK, J.; VANTINE, J. Administração Estratégica da Logística. São Paulo: Vantine Consultoria, 1998.

LEITE, M. B. *Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição*. 2001. 290f. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LEITE, P.R. Canais de distribuição reversos. Revista Tecnológica. São Paulo, 1999. Acesso em 15 / 05 / 2017. Disponível em:

<<http://meusite.mackenzie.com.br/leitepr/microsoft%20word%20-%20iii%20simpoi-texto%20final.pdf>>.

MACHADO, G. B. Classificação dos resíduos da construção civil no brasil. 2015. Acesso em 20 / 05 / 2017. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/classificacao-dos-residuos-da-construcao-civil-no-brasil/>>.

MACHADO, G. B. A logística reversa – Portal dos resíduos sólidos, 2013. Acesso em 13 / 06 / 2017. Disponível em: < <http://www.portalresiduossolidos.com/a-logistica-reversa/>>.

OLIVEIRA, E.G.; MENDES, O. Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: estudo de caso da resolução 307 do CONAMA. 2008. Disponível em: <http://pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/GERENCIAMENTO%20DE%20RES%20C3%8DDUOS%20DA%20CONSTRU%20C3%87%20C3%83O%20CIVIL%20E%20DEMOLI%20C3%87%20C3%83O%20-%20ESTUDO%20DE%20CASO%20DA%20RESOL____.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Meio Ambiente. Disponível em <<http://site.sabesp.br/site/interna/Default.aspx?secaold=112>>. Acesso em: 22 out. 2017.

SCHERRER, A.; SILVA, J. L. G.; BRITO, L. A. P. F. Estudo da influência do crescimento da construção civil na deposição de resíduos sólidos: estudo de caso no município de Caraguatatuba. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 10, n. 2, pp. 243-263, 2014.

SILVA, W. et al. Utilização de agregados dos resíduos da construção e demolição (RCD) em pavimentação. 2015. Disponível em < http://www.confea.org.br/media/Civil_utilizacao_de_agregados_do_residuos_da_construcao_e.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2017.

SIMONI, J.H. et al. Gerenciamento de resíduos da construção civil: estudo de caso em usina de reciclagem em Maringá – PR. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria. v. 19, n. 2, pp.568-574, 2015.

TESSARO, A. B.; SÁ, J. S. DE; SCREMIN, L. B. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. Ambiente Construído, v. 12, n. 2, pp. 121-130, 2012.

VAHAN, A. O desafio da sustentabilidade na construção civil. v.5. São Paulo: Blucher, 2011.

ZORDAN, S. E. *A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto*. 1997. 156 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.