

Universidade Brasil
Campus de Fernandópolis

CELSO ADALBERTO ZUANAZZI

CARACTERIZAÇÃO DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE VOTUPORANGA - SP

CHARACTERIZATION OF THE RECYCLING OF SOLID WASTE FROM CIVIL
CONSTRUCTION IN THE MUNICIPALITY OF VOTUPORANGA - SP

Fernandópolis, SP

2017

Celso Adalberto Zuanazzi

CARACTERIZAÇÃO DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE VOTUPORANGA - SP

Orientador: Prof. Dr. Luiz Sérgio Vanzela

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

Z85c Zuanazzi, Celso Adalberto
Caracterização da reciclagem de resíduos sólidos da construção civil no município de Votuporanga – SP / Celso Adalberto Zuanazzi. – Fernandópolis, 2017.
110 f. : 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.
Orientador: Profº Dr. Luiz Sérgio Vanzela

1. Sustentabilidade. 2. Gestão municipal. 3. Qualidade ambiental. I. Título.

CDD 363.7282

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: **“CARACTERIZAÇÃO DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE VOTUPORANGA - SP”**

Autor(es):

Discente: Celso Adalberto Zuanazzi

Orientador: Luiz Sergio Vanzela

Assinatura:

Assinatura:



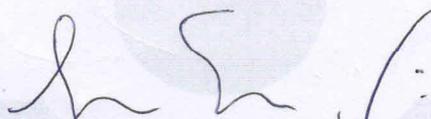
Data: 29/setembro/2017

TERMO DE APROVAÇÃO

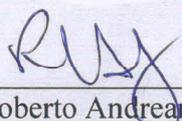
CELSO ADALBERTO ZUANAZZI

**CARACTERIZAÇÃO DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE VOTUPORANGA - SP**

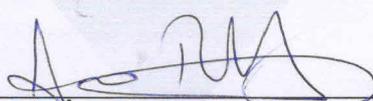
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:



Prof(a). Dr(a) Luiz Sergio Vanzela (Presidente)



Prof(a). Dr(a). Roberto Andreani Junior



Prof(a). Dr(a). Angelo Roberto Veiga

Fernandópolis, 29 de setembro de 2017.

Presidente da Banca Prof(a). Dr(a). Luiz Sergio Vanzela

CARACTERIZAÇÃO DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE VOTUPORANGA - SP

RESUMO

O setor de construção civil consome produtos industrializados, matérias-primas e equipamentos, além de serviços em sua cadeia produtiva; em decorrência, gera grandes impactos ambientais. A construção civil se depara com o grande desafio de conciliar sua atividade produtiva e lucrativa com o desenvolvimento sustentável consciente. A coleta seletiva, seguida pela reciclagem, torna-se um instrumento alternativo para minimizar tais impactos, ao mesmo tempo em que contribui para o desenvolvimento da economia brasileira. A reciclagem dos resíduos da construção civil como matéria-prima traz inúmeros benefícios econômicos e ambientais, entre outros: minimiza a extração de recursos naturais, cujas reservas, em grande maioria, são escassas e reduz os níveis de poluição atmosférica elevados em função da extração, processamento e transporte. O processo de reciclagem possui um custo menor e é considerado o melhor caminho para o desenvolvimento sustentável. Assim, neste trabalho objetivou-se caracterizar a reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil no município de Votuporanga-SP e acompanhar toda a cadeia produtiva da reciclagem desses materiais para o processo de reutilização a ser reimplantado no processo construtivo. A caracterização da reciclagem de resíduos sólidos da construção civil (RSCC) foi realizada a partir de visitas realizadas à empresa responsável pelo setor no município, bem como dos dados brutos do volume mensal de subprodutos produzidos e valores obtidos com a comercialização. Em Votuporanga, no período pesquisado, verificou-se uma produção anual média de RSCC de 33.213 m³, resultando em 0,36 m³ ano⁻¹ *per capita*. O volume médio de RSCC foi 2.768 m³ mês⁻¹, com maior produção entre dezembro e fevereiro. Observou-se que, em média, 55% do total do RSCC podem ser triturados e reaproveitados na construção civil, mas com um valor comercial cerca de 50% menor que os produtos convencionais. O potencial de renda bruta com a comercialização de RSCC no município é de R\$ 0,76 hab⁻¹ mês⁻¹.

Palavras-chave: sustentabilidade, gestão municipal, qualidade ambiental.

CHARACTERIZATION OF THE RECYCLING OF SOLID WASTE FROM CIVIL CONSTRUCTION IN THE MUNICIPALITY OF VOTUPORANGA – SP, BRAZIL

ABSTRACT

The civil construction industry consumes industrialized products, raw materials and equipment, as well as services in its production chain; as a result, it generates large environmental impacts. The construction is facing the great challenge of reconciling its productive and profitable activity with conscious sustainable development. The selective collection, followed by recycling, becomes an alternative instrument to minimize such impacts, at the same time that it contributes to the development of the Brazilian economy. Recycling of construction waste as a raw material brings numerous economic and environmental benefits, among others: it minimizes the extraction of natural resources, the vast majority of which are scarce and reduces high levels of air pollution due to extraction, processing and transportation. The recycling process has a lower cost and is considered the best path to sustainable development. Thus, this work aimed to characterize the recycling of solid waste from the construction industry in the municipality of Votuporanga-SP, Brazil, and to follow the entire production chain of the recycling of these materials for the reuse process to be redeployed in the construction process. The characterization of the recycling of solid waste from civil construction (SWCC) was carried out based on visits made to the company responsible for the sector in the municipality, as well as the gross data of the monthly volume of by-products produced and values obtained with the commercialization. In Votuporanga, during the study period, there was an average annual production of SWCC of 33,213 m³, resulting in 0.36 m³ year⁻¹ per capita. The mean SWCC volume was 2,768 m³ month⁻¹, with higher production between December and February. It was observed that, on average, 55% of the total SWCC can be crushed and reused in civil construction, but with a commercial value about 50% lower than conventional products. The gross income potential with the commercialization of SWCC in the municipality is R \$ 0.76 hab⁻¹ month⁻¹.

Key words: sustainability, municipal management, environmental quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Consumo energético mundial.....	18
Figura 2: Contaminação dos lençóis freáticos pelo chorume.	22
Figura 3: Putrefação do lixo: chorume.....	22
Figura 4: Quantidade diária (%) de resíduos sólidos, domiciliares e/ou públicos, coletados e/ou recebidos, Brasil 2000 e 2008.....	34
Figura 5: Evolução do número de catadores (autônomos e cooperativados) no Brasil.	36
Figura 6: Construções do ano de 2013 a 2015 em Votuporanga, SP.	37
Figura 7: Demolições no ano de 2013 a 2015 em Votuporanga, SP.....	38
Figura 8: Fontes geradoras de reciclagem de resíduos sólidos provenientes da construção civil.....	39
Figura 9: Resíduos sólidos gerais anuais.....	39
Figura 10: Loteamentos (parcelamento de solo urbano), em Votuporanga, entre 2013 e 2015.	40
Figura 11: Bloco para elevações.....	52
Figura 12: Lajotas para pavimentação.	53
Figura 13: Canaleta para vergas.....	53
Figura 14: Banco para usos diversos.	53
Figura 15: Peças intertravadas (pavimentação).....	54
Figura 16: Tijolo para alvenaria.	54
Figura 17: Piso ecológico (pavimentação).....	54
Figura 18: Equilíbrio dinâmico da sustentabilidade.	62
Figura 19: Vista orbital da localização do município de Votuporanga, SP (encarte à esquerda), com detalhe da Usina Mejan Ambiental (encarte à direita).	67
Figura 20: Vista aérea da usina de reciclagem Mejan Ambiental.....	70
Figura 21: Fluxograma da produção de materiais reciclados a partir dos RCC.	72
Figura 22: Fachada da Usina de Reciclagem Mejan Ambiental.....	73
Figura 23: Caçamba coletora de resíduos sólidos.	74
Figura 24: Resíduos sólidos da construção civil para reciclagem.	74
Figura 25: Demolição do estádio Plínio Marin – Votuporanga-SP.....	75
Figura 26: Demolição do estádio Plínio Marin – Votuporanga-SP.....	75

Figura 27: Demolição do estádio Plínio Marin – Votuporanga-SP.....	75
Figura 28: Processo de reciclagem – Mejan Ambiental.....	76
Figura 29: Processo de reciclagem – Mejan Ambiental.....	76
Figura 30: Interior da usina de reciclagem Mejan Ambiental,.....	76
Figura 31: Areia – material reciclado pela usina Mejan Ambiental.....	77
Figura 32: Pedra – material reciclado pela usina Mejan Ambiental.....	77
Figura 33: Pedrisco – material reciclado pela usina Mejan Ambiental.	77
Figura 34: Descarte de resíduos sólidos em área imprópria na periferia da cidade.	78
Figura 35: Descarte de resíduos sólidos em área imprópria na periferia da cidade.	78
Figura 36: Descarte de resíduos sólidos em área imprópria à margem de rodovia Péricles Belini.....	78
Figura 37: Evolução da população urbana no município de Votuporanga – SP, desde 1991.	80
Figura 38: Evolução da área urbana no município de Votuporanga, SP, a partir do ano de 2002.	81
Figura 39: Evolução da densidade demográfica do perímetro urbano no município de Votuporanga, SP, a partir do ano de 2002.	81
Figura 40: PIB municipal (a) e PIB per capita mensal (b) de Votuporanga, SP, de 2002 a 2014.	82
Figura 41: PIB setorial de Votuporanga, SP, no período de 2002 a 2014.....	83
Figura 42: Volume anual de RSCC produzido em Votuporanga - SP, nos anos de 2014- 2015, e a média 2014-2015.	84
Figura 43: Média mensal do volume de RSCC produzido no município de Votuporanga – SP, entre os anos de 2014 e 2015.....	85
Figura 44: Volume médio anual de subprodutos gerados a partir dos RSCC no município de Votuporanga – SP, entre os anos de 2014 e 2015, em que as barras se referem ao erro padrão da média.....	86
Figura 45: Volume médio mensal de subprodutos da trituração (Vspt) dos RCC no município de Votuporanga, SP, entre os anos de 2014 e 2015 (as barras se referem ao erro padrão da média).....	87
Figura 46: Bica corrida de RSCC misturado, ainda sem separação.	88
Figura 47: Subproduto do RSCC: areia.....	88
Figura 48: Subproduto da construção civil: rachão oblongo/ovalado, com largura aproximada de 6 cm.	89

Figura 49: Subproduto da construção civil: rachão arredondado com cerca de 16 cm.	89
Figura 50: Subproduto do RSCC: pedras obtidas pela separação dos materiais (observar as medidas na régua).....	90
Figura 51: Subproduto do RSCC: pedriscos de tamanhos diversos (observar as medidas na régua).	90
Figura 52: Subproduto do RSCC: pedriscos de tamanhos diversos (observar as medidas na régua).	91
Figura 53: Produção média mensal de RCC no município de Votuporanga, SP, entre os anos de 2014 e 2015.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classes dos resíduos sólidos perigosos e não perigosos.....	19
Tabela 2: Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos, Brasil 1989/2008	34
Tabela 3: Construção do ano de 2013 e 2015 m Votuporanga, SP.....	37
Tabela 4: Demolições no ano de 2013 a 2015 em Votuporanga, SP	38
Tabela 5: Fontes geradoras de reciclagem de resíduos sólidos provenientes da construção civil.....	38
Tabela 6: Resíduos sólidos gerais anuais	39
Tabela 7: Loteamentos (parcelamento de solo urbano) em Votuporanga, SP, de 2013 a 2015	40
Tabela 8: Dados demográficos do município de Votuporanga, do Estado de São Paulo e do Brasil	80
Tabela 9: Valores dos produtos reciclados e convencionais comercializados em Votuporanga, SP	93
Tabela 10: Potencial mensal de ganho com a reciclagem e comercialização dos RCCs	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPEM	Instituto de Pesos e Medidas
PIB	Produto Interno Bruto
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos da construção civil
RSCC	Resíduos Sólidos de Construção Civil
RSU	Resíduo sólido urbano
SAEV	Superintendência de Água e Esgoto de Votuporanga
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
un	Unidade
V:	Volume

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Importância	14
1.2 Desenvolvimento ambiental, qualidade de vida e resíduos sólidos	15
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 Construção civil	17
3.2 Conceitos básicos	19
3.2.1 Resíduos sólidos.....	19
3.2.2 Chorume	21
3.2.3 Coleta seletiva	23
3.3 Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos.....	23
3.4 Políticas públicas de resíduos sólidos no Brasil.....	23
3.5 Resíduos sólidos da construção civil	26
3.6 Caracterização dos resíduos de construção e demolição.....	29
3.7 Logística reversa de resíduos sólidos.....	30
3.8 Estatísticas gerais.....	32
3.9 Impactos sobre o meio ambiente e a saúde.....	40
3.10 Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente	41
3.11 Normas brasileiras para a gestão de resíduos.....	43
3.12 Reciclagem dos resíduos de construção civil.....	46
3.13 Tratamento de resíduos da construção civil.....	48
3.14 A reciclagem na cadeia produtiva da construção no Brasil	50
3.14.1 Vantagens da reciclagem	52
3.14.2 Barreiras da reciclagem	55
3.15 Avanços na gestão de resíduos da construção civil.....	55
3.16 Gestão de resíduos sólidos da construção civil	57
3.17 Exemplos da reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil ..	58
3.17.1 O caso de Belo Horizonte em Minas Gerais	58
3.17.2 O caso de Ribeirão Preto em São Paulo	59
3.17.3 Reciclagem em obra	59

3.18 Envolvimento das pessoas para uma gestão eficiente	60
3.19 Gestão ambiental	61
3.20 História e características do município de Votuporanga, SP.....	63
3.21 Características gerais do município: população, características socioeconômicas e expansão urbana e industrial.....	65
4 MATERIAL E MÉTODOS	67
4.1 Localização do município, área, relevo e clima.....	67
4.2 Metodologia.....	68
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
5.1 Processo de produção de produtos dos RCC: Mejan Ambiental	70
5.2 Expansão urbana	80
5.3 Expansão socioeconômica.....	82
5.4 Produção de RCC	83
5.5 Subprodutos dos RCC	86
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
CONCLUSÕES	98
REFERÊNCIAS.....	99

1 INTRODUÇÃO

No último século houve um crescimento significativo na urbanização em todo o planeta, após a Revolução Industrial, sendo considerada por alguns pesquisadores como a transformação social mais importante da época. A urbanização em países subdesenvolvidos, ou em desenvolvimento, como o Brasil, surgiu acompanhada por um declínio nos padrões de vida, consequência de uma migração do campo para a cidade em busca de emprego e de melhores condições de vida (FIGUEIREDO, 1994).

Ademais, ocorreu um rápido crescimento nos processos de produção com a Revolução Industrial do século XVIII, que estabeleceu o modo de vida das sociedades daquele tempo, relacionado à ideia de enriquecimento e de melhoria de vida, estendendo-se até a atualidade, e que interferiu nas relações das sociedades com os recursos naturais existentes e o meio ambiente (SILVA; FREITAS, 2016).

Em consequência disso, o volume de resíduos inorgânicos gerados anualmente, crescem em todo o mundo e a problemática de sua destinação final agravada pelo modelo capitalista, resulta em um dos maiores problemas da sociedade moderna (MENEZES; FARIAS FILHO; FERREIRA et al., 2009).

Vale ressaltar que, mesmo que tal modelo proporcione vários benefícios, a industrialização, fundamentada na ciência e nas tecnologias modernas, causa doenças e degradações ecológicas e, conseqüentemente, danifica e polui o meio ambiente (HISATUGO; MARÇAL JUNIOR, 2007).

As questões ecológicas são, sobretudo, um problema moral da humanidade, e a sociedade dá início a um novo milênio como sendo a civilização dos resíduos, marcada pelo desperdício e pelo paradoxo de um desenvolvimento industrial e tecnológico sem precedentes em sua história, enquanto populações inteiras são mantidas à margem não só das vantagens de tal desenvolvimento, como também das condições mínimas de subsistência (SCHRAMM, 1992).

1.1 Importância

Diante da importância dos estudos que tratam da gestão dos resíduos e sua reciclagem, tendo em vista os fatores macroambientais cada vez mais significativos, este trabalho pode contribuir com as administrações municipais, tomadores de decisão e empresários na criação de projetos e programas de gerenciamento de resíduos e

reciclagem mais direcionados à realidade local, considerando seus aspectos regionais (COSTA; COSTA JUNIOR; LUNA, 2007).

A abordagem do tema se relaciona e se explica pelo crescimento das cidades e pela necessidade cada vez maior de se edificar para atender as diversas atividades e necessidades humanas (MARTINS; CÂNDIDO, 2015). Neste contexto, é imperativo a adoção da reciclagem de resíduos, que tem como objetivo a redução do uso de recursos naturais e preservação da matéria-prima no processo de produção (CORRÊA, 2009).

A reciclagem é imprescindível à medida que estudos mostram que “os resíduos de construção e demolição constituem uma importante parcela dos resíduos sólidos produzidos nas cidades brasileiras, correspondendo em torno de 50% dos resíduos sólidos urbanos” (CABRAL; SCHALCH; MOLIN, 2009, p. 448).

No mesmo sentido, o desenvolvimento econômico, o crescimento populacional, a urbanização, a revolução tecnológica, as alterações no estilo de vida e nos modos de produção e o consumo da população são caracteres que contribuem para o processo do aumento na produção de resíduos sólidos. Consequentemente, os descartes da construção civil tornam-se cada vez menores e distantes dos lugares em que são coletados, geram altos custos econômicos e sociais, criam vários pontos de disposição inadequados, ocasionam impactos ambientais descontrolados sem gerenciamento e em desacordo com as normas e resoluções ambientais (GOUVEIA, 2012).

1.2 Desenvolvimento ambiental, qualidade de vida e resíduos sólidos

Verifica-se que o último decênio do século XX tem apresentado uma nova visão do desenvolvimento que envolve o ambiente natural e os aspectos socioculturais, destacando a qualidade de vida dos seres humanos que passa a ser condição para o progresso.

O desenvolvimento ambiental sustentável, portanto, fundamenta-se em três aspectos: produção mais limpa, gestão ambiental e logística reversa. A união desses três importantes aspectos gera benefícios que podem mitigar impactos causados por descartes residuais, melhorar a qualidade de vida dos cidadãos urbanos e obter um balanço ambiental positivo (JABBOUR; SANTOS, 2006).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo desta pesquisa é caracterizar a produção e potencial de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil no município de Votuporanga, Noroeste Paulista.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar as características gerais do município de Votuporanga, SP (população, características socioeconômicas e expansão urbana e industrial);
- Caracterizar a empresa que detêm a reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil (RSCC) no município de Votuporanga – SP;
- Quantificar a produção mensal de RSCC dos anos de 2014 e 2015;
- Caracterizar a reciclagem dos RSCC dos anos de 2014 e 2015;
- Avaliar a produção e o “potencial de reciclagem” dos RCC para o município (por meio de comparativos com dados médios brasileiros e mundiais);
- Avaliar o mercado de materiais de construção obtidos dos RSCC e sua importância para o desenvolvimento socioeconômico do município (Produto Interno Bruto, empregos e aspectos ambientais).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Construção civil

Historicamente, a construção civil sempre existiu, de forma rudimentar, com o intuito de suprir as necessidades básicas do homem. Com a evolução da espécie humana, o homem se diferenciou dos demais seres vivos com diversas características como a capacidade de executar e aprimorar técnicas através de estudos. As edificações construídas com responsabilidade social surgiram com a qualificação e técnicas mais adequadas e satisfatórias para a construção de edifícios cada vez mais sustentáveis (CORRÊA, 2009).

O processo da construção civil caminha concomitantemente com o desenvolvimento convencional, que, há décadas, tem aplicado e utilizado matérias-primas não renováveis (de origem natural), como materiais cerâmicos, agregados do concreto armado, pedra britada, areia grossa, aço, água e agregante cimento Portland. Essa matéria-prima constitui os elementos estruturais dos edifícios, que são transformados em resíduos sólidos provenientes das edificações em reforma, das demolições e do desperdício que ocorre nas edificações em construção. Constata-se que, em muitas cidades, não há mais locais para essas disposições, em virtude da aglomeração de pessoas e da alta valorização do espaço físico – situação que causa grande impacto ambiental ao longo da cadeia produtiva da construção civil e um gerenciamento complexo e oneroso à municipalidade (OLIVEIRA, 2015).

“O setor da construção civil é um segmento que se destaca pelo elevado desperdício de material e geração de resíduos. Tais resíduos são descartados em aterros [...]” (MENEZES; FARIAS FILHO; FERREIRA et al., 2009, p. 263).

A construção civil, em termos econômicos, é o segundo maior setor econômico do país e representa aproximadamente 16% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, posicionando-se atrás apenas da agroindústria (GUEDES, 2014).

O setor é visto como uma atividade importante para o desenvolvimento econômico e social, maior gerador de resíduos da sociedade e uma das áreas que mais cresce no mundo. Em contrapartida, é uma atividade que causa grande impacto ambiental, devida à grande utilização de recursos naturais para a produção de bens de consumo, sendo responsável por expressiva quantidade dos resíduos sólidos produzidos atualmente. Em 2005, a indústria da construção civil gerou 68,5 milhões de

toneladas de resíduos industriais (AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006; ÂNGULO, 2005).

No mesmo entender, a construção civil, além de ser um dos segmentos mais importantes para o desenvolvimento da sociedade, “é uma atividade que causa impactos ambientais, pois utiliza recursos naturais, modifica o meio ambiente e gera um grande volume de resíduos” (TESSARO; SÁ; SCREMIN, 2012, p. 122).

A construção civil tem gerado muitos empregos para indivíduos de baixa renda e é considerada uma das mais prejudiciais do mundo, liderando as taxas de acidentes de trabalho fatais, não fatais e anos de vida perdidos (SANTANA; OLIVEIRA, 2004).

Aproximadamente 15 a 50% dos recursos naturais são consumidos pela construção civil, sendo considerado o maior gerador de toda a sociedade. Por exemplo, tem-se a habitação, que consome muita energia durante todo o seu ciclo de vida. Na realidade, todas as atividades desenvolvidas na construção civil são geradoras de resíduo, normalmente denominado entulho ou resíduo de construção e demolição (RCD) ou, ainda, recentemente tem sido chamado resíduo da construção civil (RCC). A Figura 1 apresenta a forma como a energia do planeta é consumida, ressaltando-se que cabem à habitação 50% da energia consumida (AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006).

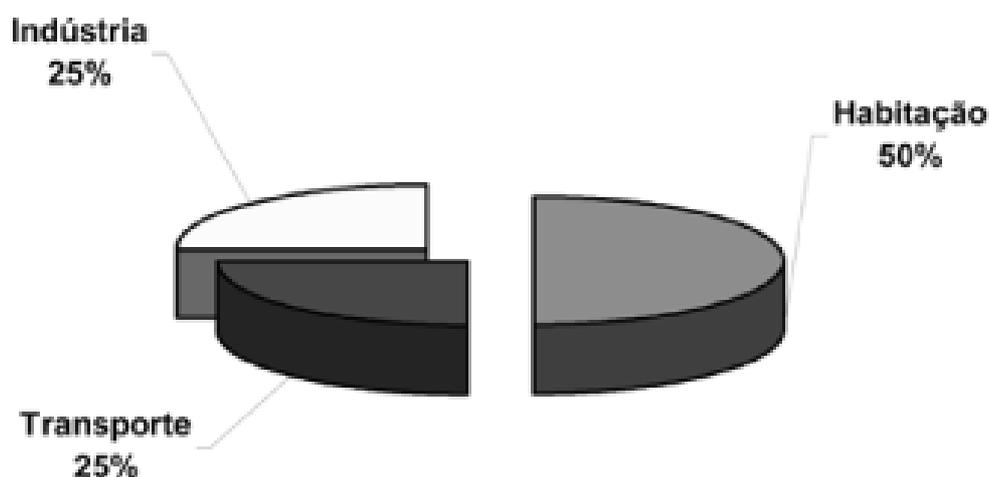


Figura 1: Consumo energético mundial.
Fonte: Azevedo, Kipersto e Moraes (2006, p. 66).

A construção civil atua como um poderoso “motor” econômico, por ser constituída de inúmeras e variadas atividades em todo o país com grande propensão de estimular a economia, criar empregos e gerar riquezas. Atualmente, a construção

civil é a atividade geradora de emprego mais importante do país, correspondente a aproximadamente 3,5 milhões de empregos ou 6% do total mesmo não estando funcionando em pleno vigor. Uma grande vantagem é o fato de a construção ser um setor econômico praticamente nacionalizado, ou seja, somente 2% do total dos insumos (materiais, equipamentos e serviços) empregados na construção são importados. Portanto, indica que a construção civil pode desenvolver-se independentemente da situação da economia mundial, por isso, seu crescimento não acarreta aumento de gastos para o país com importações (GUEDES, 2014).

De uma forma bem resumida, ultimamente, na construção civil, a questão ambiental ganhou destaque, assim como a responsabilidade com o desprovimento de recursos naturais; os efeitos causados ao meio ambiente são a produção e a remoção indevidas de resíduos. Os RSCC causam efeitos irreparáveis à natureza e têm gerado um novo conceito de construção sustentável, fundamentado na prevenção e redução de resíduos sólidos com a utilização de tecnologias limpas e materiais recicláveis e reutilizáveis.

3.2 Conceitos básicos

3.2.1 Resíduos sólidos

O conceito de resíduo sólido, segundo o Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais é “todo e qualquer refugo, sobra ou detrito resultante da atividade humana, excetuando dejetos e outros materiais sólidos; pode estar em estado sólido ou semissólido” (LIMA-e-SILVA et al., 2002, p. 204-205 apud CHAVES; SINARA; DIANDRA, 2014).

A classificação dos resíduos sólidos é de acordo com sua natureza física (seco ou molhado), sua composição química (orgânica e inorgânica) e sua fonte geradora (domiciliar, industrial, hospitalar etc.). Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT) NBR 10.004/04, uma classificação que se sobrepõe a todas as demais é aquela que considera os riscos potenciais dos resíduos ao ambiente (ABNT, 2004a).

Observa-se, na Tabela 1, a classificação dos resíduos sólidos segundo dispõe a ABNT NBR 10.004/04 (ABNT, 2004a):

Tabela 1: Classes dos resíduos sólidos perigosos e não perigosos

Classes de resíduos sólidos	
Resíduos classe I –	São aqueles que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podem

Perigosos	apresentar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, ou, ainda, os inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos.
Resíduos classe II – Não perigosos, subdivididos em:	Resíduos classe II A – Não inertes: são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes. Esses resíduos podem ter propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
Resíduos classe II A – Não inertes;	Resíduos classe II B – Inertes: são aqueles resíduos que, quando submetidos a um contato dinâmico ou estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não têm qualquer de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.
Resíduos classe II B – Inertes	

Fonte: Santos, Marinho e Souza (2015). (Adaptada)

Os resíduos sólidos são definidos como resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

Assim, ficam incluídos nessa definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição e determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis diante da melhor tecnologia disponível (BARROS, 2003).

Importante registrar que os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com sua origem, conforme explica Coelho (2012, p. 23), em:

- 1) Doméstico ou residencial: resíduo proveniente das atividades realizadas nas edificações residenciais;
- 2) Comercial: semelhante aos domésticos, esse resíduo é gerado em estabelecimentos comerciais, cujas características dependem da atividade ali desenvolvida;
- 3) Industrial: resíduo bastante variado, dependente da tipologia da indústria. É originado das diferentes atividades exercidas dentro da área industrial;
- 4) Resíduo público ou de varrição: recolhido nas vias públicas, galerias, áreas de realização de feiras e outros locais públicos. Sua composição é muito variada e depende do local e da situação onde é recolhido, mas pode conter: folhas de árvores,

- galhos e grama, animais mortos, papel, plástico, restos de alimentos deixados pela população, indevidamente, nas ruas ou retirados das residências através de serviço de remoção especial;
- 5) Resíduo sólido urbano: usado para denominar o conjunto de todos os tipos de resíduos gerados nas cidades e coletados pelo serviço municipal (domiciliar, de varrição, comercial e, em alguns casos, entulhos);
 - 6) Serviços de saúde: provenientes de atividades de natureza médico-assistencial às populações, humana e animal, ou de centros de pesquisa e de experimentação na área da saúde;
 - 7) Portos, aeroportos e terminais rodoferroviários: resíduos compostos, em grande parte, por materiais de higiene pessoal e restos de alimento;
 - 8) Agrícola: proveniente das atividades da agricultura e pecuária, como embalagens de adubos, de defensivos agrícolas, restos de colheita e esterco animal;
 - 9) Construção e demolição: proveniente de construções, demolições e reformas em geral.

3.2.2 Chorume

Chorume é uma substância líquida e viscosa resultante do processo de decomposição da matéria orgânica presente em lixões e aterros sanitários. O chorume é um líquido de coloração escura, resultado da decomposição da matéria orgânica presente no lixo, que pode contaminar o solo e as águas superficiais ou subterrâneas pela contaminação do lençol freático. Também gera a produção de gases tóxicos, asfixiantes e explosivos que são lançados na atmosfera ou se acumulam no subsolo. Torna os ambientes que recebem esses armazenamentos de resíduos sólidos em ambientes propícios de proliferação de vetores e agentes transmissores de doenças. Sem o uso de equipamentos de controle adequados, a queima de lixo ao livre ou a incineração de dejetos podem possibilitar a emissão de partículas e outros poluentes atmosféricos (GOUVEIA, 2012).

O chorume apresenta mau cheiro e um alto potencial poluidor, como pode ser visualizado na Figura 2.

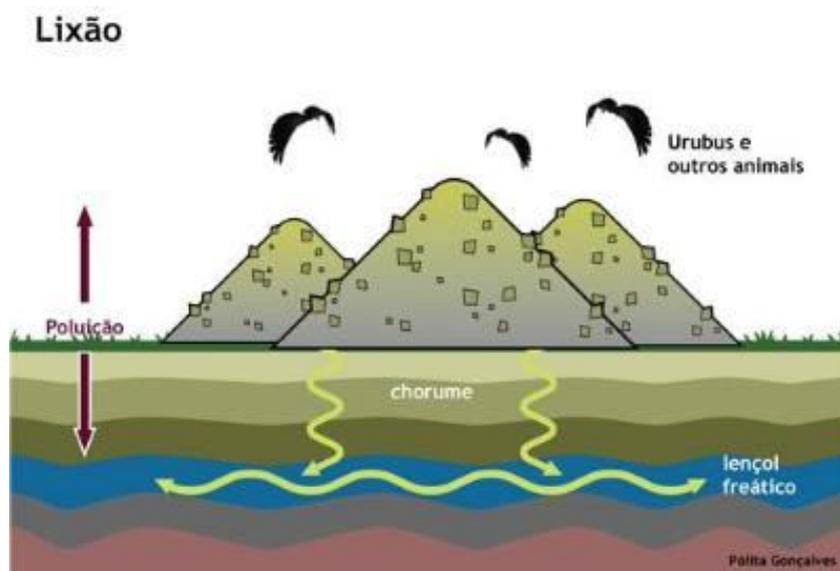


Figura 2: Contaminação dos lençóis freáticos pelo chorume.
Fonte: Cacau et al. (2014, p. 1).

As contaminações ocasionadas pelo processo de putrefação do lixo que gera o chorume causam o contágio do solo e água e podem ser visualizadas na Figura 3.



Figura 3: Putrefação do lixo: chorume.
Fonte: Cacau et al. (2014, p. 1).

Dessa forma, o solo usado para a deposição do lixo recebe produtos tóxicos e perigosos; por isso, sua contaminação é inevitável, causando seu empobrecimento e impedindo sua fertilidade (CACAU et al., 2014).

3.2.3 Coleta seletiva

Esposando os conceitos de resíduos, recicláveis, coleta, seleção de materiais definidos por Lima-e-Silva et al. (2000), e comungando propostas de São Paulo (2016), o CEMPRE (2016) assume que a coleta seletiva se constitui em um sistema de recolhimento de materiais recicláveis como plásticos, vidros, metais e papéis, previamente separados do restante do lixo na própria fonte geradora, que podem ser reutilizados ou reciclados.

É um processo importante para a reciclagem, visto que a seleção prévia dos recicláveis evita sua contaminação por outros componentes do lixo. A coleta seletiva proporciona a redução do volume de lixo a ser enviado para os aterros, que terão vida útil aumentada, ou para outras formas de destinação final de resíduos.

3.3 Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos

Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos consiste no conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento, processadas de modo articulado, a serem desenvolvidas por uma administração municipal para coletar, tratar e dispor resíduos sólidos, considerando os aspectos sanitários, ambientais e econômicos (DIAS, 2011; PINTO, 1999).

3.4 Políticas públicas de resíduos sólidos no Brasil

Na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio-92, em debate sobre questões ambientais, ganharam grande visibilidade os impactos do desenvolvimento nos ecossistemas e na saúde da população. Tal discussão tornou-se popular e conquistou "corações e mentes". Com isso, para garantir a sobrevivência da vida na terra, diversos mecanismos foram buscados com o intuito de diminuir a pressão que o conjunto da sociedade exerce sobre ela, a fim de diminuir as alterações no sistema climático planetário. Para conciliar o desenvolvimento com a conservação e a proteção dos ecossistemas, as questões ambientais são o tema mais uma vez colocado em discussão no Rio+20 (GOUVEIA, 2012)

A Lei Federal nº 11.445, de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, definiu os aspectos relacionados aos marcos legais da limpeza

urbana, especialmente da gestão e manejo dos resíduos sólidos (CONAMA, 2011). Suas diretrizes devem integrar os Planos Municipais de Saneamento em conformidade com a Lei Federal nº 12.305, de 2010 (BRASIL, 2010a), que Instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta lei, por sua vez, foi regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 2010 (BRASIL, 2010b), e, depois de duas décadas de tramitação no Congresso Nacional, entrou vigor um novo marco regulatório para o país (JACOBI; BESEN, 2011; LEITE; BELCHIOR, 2014).

Após a criação da PNRS, o Brasil passa a ter um marco regulatório, pois essa lei reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos, fazendo a diferenciação entre resíduos (lixo que pode ser reaproveitado ou reciclado) e rejeito (o que não é passível de reaproveitamento). É um resultado de grande debate com os órgãos governamentais, empresas privadas, organizações não governamentais e sociedade civil (MAIA; ALENCAR; BARBOSA, 2014).

O objetivo dessa lei é a não geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos, bem como o propósito final ambientalmente adequado dos rejeitos, criação de novos produtos, impulsão de ações de educação ambiental, aumento da reciclagem no país, promoção da inclusão social, a geração de emprego e renda de coletores de materiais recicláveis e a diminuição do uso dos recursos naturais (água e energia, por exemplo) (JACOBI; BESEN, 2011).

A PNRS tem como política tratar da coleta, destino final e tratamento dos resíduos, para que, com isso, se possam sanar problemas urbanos e ambientais do Brasil. Contudo, para que esses objetivos possam ser alcançados, necessita da atuação de entes da Federação (ARAÚJO; JURAS, 2011; LEITE; BELCHIOR, 2014).

A PNRS fortalece as bases da gestão integrada e sustentável de resíduos. Apresenta medidas de estímulo à formação de consórcios públicos para a gestão regionalizada visando ampliar a capacidade de gestão das administrações municipais, por meio de ganhos de escala e redução de custos no caso de compartilhamento de sistemas de coleta, tratamento e destinação de resíduos sólidos. Ao propor a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa de retorno dos produtos, moderniza, no país, as ações de prevenção, precaução, redução, reutilização e reciclagem, metas de redução de disposição final de resíduos em aterros sanitários e a disposição final adequada dos rejeitos em aterros sanitários.

Quanto à sustentabilidade socioambiental urbana, a PNRS fomenta mecanismos de inserção de organizações de catadores nos sistemas municipais de

coleta seletiva, o fortalecimento das redes de organizações de catadores e a criação de centrais de estocagem e comercialização regionais (JACOBI; BESEN, 2011).

O surgimento da Lei nº 12.305 simboliza o reconhecimento de uma extensa problemática ambiental de grande relevância nacional na estrutura regulatória do país (MILARÉ, 2011).

Na PNRS, são previstos acordos setoriais a serem firmados entre o poder público e o setor empresarial visando à ampliação das metas de reciclagem e à geração de postos de trabalho na cadeia produtiva da reciclagem e na coleta seletiva para catadores. A Lei nº 12.305 determina, também, as normas para a política; os seus instrumentos econômicos; as responsabilidades dos geradores e do poder público; as medidas para os resíduos perigosos e as proibições no âmbito dos resíduos sólidos (JACOBI; BESEN, 2011; ARAÚJO; JURAS, 2011).

Com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição no solo, a lei exige, a partir da sua regulamentação no prazo de dois anos, a elaboração de planos de resíduos sólidos em âmbitos nacional, estadual e municipal que apresentem metas gradativas de redução, reutilização e reciclagem e promovam a erradicação dos lixões. Para que a União repasse os recursos à gestão dos resíduos sólidos, é necessária a apresentação dos planos anteriormente mencionados (JACOBI; BESEN, 2011).

Nesse sentido, vale ressaltar que, dentre os princípios basilares da PNRS, o destaque é o elencado no art. 6º, da Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010a), a saber: a prevenção e a precaução; o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; o desenvolvimento sustentável; a ecoeficiência; a valorização do resíduo sólido, reutilizável e reciclável, como um bem econômico, de valor social, gerador de trabalho e promotor de cidadania; o apreço às diversidades locais e regionais; o direito à informação e ao controle social; a razoabilidade e a proporcionalidade; a visão sistêmica, a cooperação e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010a; LEITE; BELCHIOR, 2014).

Por fim, o Comitê Orientador Interministerial para a implantação dos sistemas de logística reversa foi constituído no início de 2011, objetivando garantir que os resíduos sólidos sejam reutilizados, reciclados ou recolhidos pela indústria responsável, por meio de acordos setoriais firmados com as diversas cadeias produtivas. Assim, os fabricantes, distribuidores, comerciantes e consumidores deverão compartilhar a responsabilidade pelos resíduos (JACOBI; BESEN, 2011).

3.5 Resíduos sólidos da construção civil

Primeiramente, é importante explicar que qualquer objeto que se deseje jogar fora, classifica-se como "lixo". Esse termo é usado tecnicamente para resíduos sólidos – objetos que, por algum motivo, não possuem mais valor ou utilidade, podendo ser também sobras domésticas, sobras de processamento industrial, materiais que não possuem mais significado econômico, sendo esses resultantes da atividade das aglomerações urbanas, havendo seu descarte (AISSE; OBLADEN; SANTOS, 1982).

O "lixo" não possui qualquer tipo de valor e deve ser descartado, enquanto "resíduo sólido" possui um valor econômico por possibilitar o reaproveitamento no processo produtivo, havendo, dessa forma, uma diferenciação entre ambos (DEMAJOROVIC, 1995).

Os resíduos sólidos urbanos são considerados os resíduos domésticos, comerciais e industriais, enquanto os resíduos que não têm aproveitamento econômico por nenhum processo tecnológico disponível e acessível, são considerados como rejeito (VALLE, 1995).

Para Donaire (1995), o desenvolvimento sustentável não nega a necessidade do progresso tecnológico. O crescimento econômico, equidade social e equilíbrio ecológico são as três principais vertentes para o desenvolvimento sustentável. Para as metas de equilíbrio com a natureza e de incremento de capacidade de inovação dos países em desenvolvimento, deve-se orientar sobre o desenvolvimento ecológico. O progresso deve significar a integração de maior riqueza, equilíbrio ecológico e maior benefício social equitativo. Situações irreversíveis, como a destruição da biodiversidade ou o esgotamento de certas matérias-primas, devem ser evitadas para que o desenvolvimento seja compatível com o equilíbrio ecológico. O adequado gerenciamento de resíduos contribui, alternativamente, para um alcance maior do desenvolvimento sustentável, possibilitando uma economia de capital natural como matéria-prima, energia e água, além do saneamento ambiental, reduzindo-se a poluição da água, ar, solo e subsolo.

Pode-se definir como desenvolvimento sustentável tudo aquilo que atende às necessidades básicas de toda a população, garantindo-se uma vida melhor pelas oportunidades que satisfaçam suas aspirações sem, no entanto, prejudicar a habilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades. Com isso,

haverá maior quantidade de bens produzidos com menor quantidade de recursos naturais e poluição devido ao desenvolvimento sustentável. Assim, o desenvolvimento (crescimento) e a geração de impactos ambientais serão desvinculados um do outro pela exigência do desenvolvimento sustentável (SILVA, 2007).

Conforme Cassa, Carneiro e Brum (2001), para atingir um desenvolvimento sustentável, a construção civil, terá que passar por profundas transformações; caso contrário, nenhuma sociedade conseguirá atingir o desenvolvimento.

Assim, os RSCC são vistos como resíduos que não causam perigo, mas a quantidade produzida gera um grande impacto. Nesses resíduos, porém, também são encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e outros vetores de doenças. Em contrapartida, sobrecarregam o sistema de limpeza pública, gerando problemas para as prefeituras (MACHADO, 2015).

Por outro lado, o crescimento econômico não ignora a preservação do meio ambiente, pela conscientização que, a cada dia, se manifesta de forma responsável, visando à boa qualidade ambiental para as próximas gerações, sustentando um “desenvolvimento sustentável” sob políticas para o gerenciamento de resíduos sólidos, como a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), que, segundo Rezende, Farias e Silva (2012), classifica os resíduos em quatro classes.

A classificação dos resíduos da construção civil no Brasil proposta pela Resolução nº 307, em seu Art. 3º, é determinada, segundo Machado (2015, p. 1), por:

- I – 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, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- II – Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
- III – Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- IV – 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 (CONAMA, 2002).

Nos dias atuais, o crescimento econômico se encontra desenfreado e causa danos para o ecossistema, por isso, é muito importante a função da Produção mais Limpa, cujo fundamento determina: “o meio mais eficaz em termos de custos ambientais para a redução da poluição é analisar o processo na origem da produção e eliminar o problema na sua fonte” (SILVA FILHO et al., 2007, p. 110).

Dentro desse contexto, vale ressaltar que os RSCC são gerados de diferentes formas. Segundo Leite (2001), entre elas, destacam-se:

- 1) a qualidade dos bens e serviços é falha, podendo ocorrer perdas materiais;
- 2) as construções que passam por adaptações e modificações gerando mais resíduos, decorrentes da urbanização desordenada;
- 3) as facilidades econômicas da população e o aumento do poder aquisitivo propiciam o desenvolvimento de novas reformas e novas construções;
- 4) outros grandes volumes de resíduos produzidos são decorrentes de estruturas de concretos mal realizadas, que diminuem a vida útil, necessitando de manutenção corretiva;
- 5) os terremotos, avalanches, tsunamis e outros desastres naturais; e
- 6) as guerras, bombardeios e outros desastres provocados pelo homem.

Percebe-se que os níveis tecnológicos da região e da construtora são influenciados diretamente no volume de resíduos que são produzidos, levando-se em consideração os componentes e a qualidade dos materiais, a existência de procedimentos operacionais e a qualificação da mão de obra envolvida.

Nota-se que a maioria dos resíduos produzidos da construção civil é provinda de atividades de demolição e dos canteiros de obras, com isso, denominam-se genericamente de resíduos de construção e demolição. A maior geração de resíduos nas construções está presente na montagem de estruturas e instalações prediais, sendo uma pequena parte de resíduos de classe "A" produzida no começo da obra, no momento da instalação do canteiro de obras. Um dos grandes responsáveis pela geração desses resíduos é oriundo do trabalho excessivo com alvenaria e de um planejamento ineficiente (PINTO, 1999).

Desde o início da obra, já são produzidos resíduos da classe "B", devendo-se ter coleta muito bem planejada e seletiva, visto que são gerados por embalagens e materiais de acabamento e necessitam de reciclagem de forma ordenada. É importante estar presente, nas obras de construção civil, um planejamento do canteiro de obras, que seja apropriado para a segregação desses materiais (PINTO, 1999).

Em média, a geração de resíduos classificados como classe "C" não é elevada em todas as obras, sendo a maior geração produzida por sacos de cimento, que devem ter uma atenção maior, pois, como se trata de um material higroscópico e alcalino devido à contaminação com cimento, não deve ser segregado como papel (PINTO, 1999).

Como são contaminados com resíduos tóxicos, os resíduos da classe "D" devem receber um tratamento especial durante sua coleta, porque quanto menor for sua geração melhor será, pois são resíduos impróprios para reciclagem ou reutilização. Ações sobre a geração desse tipo de resíduos já apresentam resultados de redução sua. No diagnóstico, devem ser considerados os principais responsáveis pela geração de volumes significativos de RSCC que, segundo Pinto e Gonzáles (2005), são:

- 1) Executores de reformas, ampliações e demolições: atividades que, por sua raridade, não são formalizadas com alvarás ou formalizadas com aprovação de plantas, o que consiste na fonte principal desses resíduos em seu conjunto;
- 2) Construtores de edificações novas, térreas ou de múltiplo pavimento: atividades que, na sua maioria, são formalizadas em áreas de construção superiores a 300m²;
- 3) Construtores de novas residências: tanto as pequenas residências de periferia, quase sempre autoconstruídas e informais, quanto aquelas de maior porte que geralmente são formalizadas.

São vários os momentos do ciclo de vida das construções em que os resíduos são gerados, entre eles, segundo John e Agopyan (2003), estão:

- 1) Fase de construção (canteiro);
- 2) Fase de manutenção e reformas;
- 3) Demolição de edifícios.

No Brasil, não existe estudo sistemático sobre a origem dos resíduos. Estima-se que variam de 42 a 80% gerados do seu total, em atividades de manutenção e reformas, provavelmente, demolição, mas pode existir um valor diferenciado, dependendo das características de cada cidade (JOHN; AGOPYAN, 2003).

3.6 Caracterização dos resíduos de construção e demolição

O relatório elaborado pela Franklin Associates, em 1998, caracterizou os resíduos de construção e demolição como “o resíduo material que é produzido no processo de construção, renovação ou demolição de estruturas. As estruturas representam

construções de todos os tipos (residencial e não residencial), bem como estradas e pontes” (COSTA; COSTA JUNIOR; LUNA, 2007, p. 447).

Os resíduos da construção e demolição são produzidos nas atividades de construção, reforma ou demolição e constituídos por um conjunto de materiais, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, madeiras e compensados, argamassa, gesso, entre outros. Em sua maioria, tais resíduos são estáticos, o que causa negligência no seu gerenciamento. Estudos apontam que esses resíduos possuem, em sua composição, materiais tóxicos, o que os torna materiais perigosos para a saúde e o meio ambiente (ICF, 1995 *apud* COSTA; COSTA JUNIOR; LUNA, 2007).

Nas cidades onde é implantada a reciclagem de resíduos da construção e demolição como estratégia de gerenciamento, benefícios econômicos e ambientais são obtidos conforme destacado na Agenda 21. Além da diminuição dos custos de gerenciamento do resíduo, o custo do produto reciclado é bem menor que o agregado natural, conseguindo atingir uma economia de 67% em média (COSTA; COSTA JUNIOR; LUNA, 2007).

3.7 Logística reversa de resíduos sólidos

Primeiramente, é importante explicar que o termo “logística” é facilmente confundido com os termos transporte e armazenagem de produtos. Assim, seu conceito pode ser explicado da seguinte forma:

Logística é a parte do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos que inclui os processos de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente e eficaz o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor (GONÇALVES; MARINS, 2006, p. 398).

Já a expressão Logística Reversa pode ser considerada um processo voltado para o gerenciamento dos retornos oriundos de produtos e de embalagens. Nos últimos tempos, a Logística Reversa tem conquistado a atenção de profissionais, de empresas e de pesquisadores, uma vez que seu escopo se fundamenta em otimizar ou tornar mais eficientes as atividades do pós-venda, resultando, portanto, em economia de recursos financeiros.

É importante mencionar que os fatores que implicam o processo da logística reversa dos RSCC são, segundo Gonçalves e Marins (2006):

- 1) ecológicos;
- 2) legislativos;
- 3) logísticos; e
- 4) tecnológicos.

Tais fatores são considerados no fluxo reverso, ou seja, retorno ao ciclo produtivo direcionado para os canais diretos, resultando produtos de origem de pós-consumo; com esse fluxo, fica estabelecido o equilíbrio.

Conforme explica Stock (1998 apud GONÇALVES; MARINS, 2006, p. 395), a Logística Reversa pode ser entendida levando-se em conta dois pontos de vista:

- Da perspectiva da logística como negócio: se refere ao papel da Logística no retorno de produtos, na redução de uso de matéria-prima virgem, no uso da reciclagem, na substituição de materiais, no reuso de materiais, na disposição de resíduos, no acondicionamento, no reparo e no remanufaturamento de produtos; e
- Da perspectiva da logística como engenharia: se refere ao gerenciamento dos processos acima e é como um modelo sistemático de negócios que aplica as melhores metodologias de engenharia e administração conhecidas para fechar, com lucratividade, o ciclo em uma Cadeia de Suprimentos.

A Logística Reversa de resíduos sólidos está direcionada a quatro aspectos imprescindíveis para conclusão da gestão integrada e sustentável:

- 1) a redução da produção nas fontes geradoras;
- 2) o reaproveitamento;
- 3) a coleta seletiva com inclusão de catadores de materiais recicláveis e;
- 4) a reciclagem e a recuperação de energia (JACOBI; BESEN, 2011).

Ressalta-se que os benefícios da coleta seletiva são variados e estratégicos, causando a redução do lixo na fonte geradora, reaproveitamento e reciclagem de matérias-primas, geração de renda com inclusão social, minimização do impacto ambiental causado pelo aterramento dos resíduos no solo e da poluição das águas e do ar, e aumento da vida útil dos aterros sanitários.

Para a indústria da reciclagem, a utilização de resíduos sólidos como matérias-primas é um grande achado. Há estudos econômicos que indicam que a utilização de produtos recicláveis como matéria-prima reduz significativamente os gastos dos processos de produção, além de reduzir em 74% a poluição do ar, em 35% a poluição da água, gerando um ganho de energia de 64% (MOTA, 2005 p. 5).

A atual preocupação do mundo globalizado e do ser humano deve ser a de conseguir reduzir, cada vez, mais a produção excessiva e o desperdício.

3.8 Estatísticas gerais

O crescimento da geração dos resíduos de construção e demolição tem sido um fator importante na questão da poluição ambiental. Esses resíduos representam, aproximadamente, 20 a 30% do fluxo de resíduos sólidos gerados pelas cidades dos países desenvolvidos e, muitas vezes, esse valor pode chegar a mais de 50% do total de resíduos sólidos produzidos. Nas cidades brasileiras de médio e grande porte, os resíduos provenientes de construções e demolições representam de 40 a 70% da massa total dos resíduos sólidos urbanos. Portanto, esse tipo de resíduo tem recebido grande atenção por parte das administrações municipais e de órgãos responsáveis, devido aos problemas causados pela sua retirada indevida, pois as prefeituras têm de arcar com os custos de sua deposição quando os infratores não são descobertos (COSTA; COSTA JUNIOR; LUNA, 2007).

Nas grandes cidades brasileiras, o entulho da construção civil transformou-se em um grande acúmulo de resíduos gerados por gesso, concreto, areia, cerâmicas, argamassa, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, papelão, tintas etc. Seguindo a Resolução nº 307, de julho de 2002 (BRASIL, 2002a), a partir de julho de 2004 o CONAMA estabeleceu que as administrações públicas não poderão receber os resíduos de construção e demolição no aterro sanitário. Os municípios precisarão ter um plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil (CORRÊA, 2009).

No Brasil, 84,36% da população do país vive nas cidades (IBGE, 2011). Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015), foram coletados diariamente um total anual de 79,9 milhões de toneladas no país em 2014. Entre 2014 e 2015, a população brasileira apresentou um crescimento de 0,8% e, nesse período, a geração *per capita* de resíduos sólidos urbanos cresceu no mesmo ritmo, alcançando um total equivalente a 218.874 t/dia, refletindo um crescimento de 1,7% em relação ao ano anterior. Observe-se, dessa forma, uma franca ascensão da produção de resíduos em um valor discrepante do crescimento da população urbana (GOUVEIA, 2012; IBGE, 2011).

A produção de resíduos tem sido crescente em todas as regiões e estados brasileiros, apesar de haver grandes diferenças entre as regiões. Similarmente a alguns países da União Europeia, estima-se que a produção de resíduos sólidos urbanos, em média, seja de 1 kg por habitante/dia no país.

Conforme dados do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON, 2012), a atividade da construção civil produz a principal parcela do volume total dos resíduos sólidos urbanos gerados nas cidades paulistas. A cidade de São Paulo produzia, em média, 17.240 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos em 2002, dos quais 55% provinham da construção civil, enquanto, no mesmo ano, essa proporção chegou a 64% na cidade de Campinas (GOUVEIA, 2012; BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013). Após uma década, em 2012, a cidade de São Paulo gerou volumes expressivos de resíduos de várias origens: foram 20.100 toneladas/dia de resíduos sólidos, um aumento de 16,59% em relação a 2002, sendo que parcela significativa desses resíduos foi manejada sob responsabilidade pública (SÃO PAULO, 2014).

Os cidadãos norte-americanos, reconhecidamente os maiores produtores *per capita* de resíduos sólidos urbanos atualmente, são equiparados às populações urbanas mais afluentes pelo seu padrão de consumo. A indústria da construção civil é responsável pela produção de dois terços do total de resíduos sólidos não industriais produzidos, e a construção e a demolição de edifícios geram uma quantidade aproximada de 160 milhões de toneladas/ano de entulho. Esse entulho é originado aproximadamente em 48% das demolições, 44% das reformas e 8% de construções novas. Nos processos de reprocessamento e reciclagem, cerca de 20 a 30% do total dos resíduos são restaurados (principalmente concreto, asfalto, metais, madeira) (GOUVEIA, 2012; BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013).

Contudo, conforme se vê na Tabela 2, uma boa parte dos resíduos sólidos produzidos não possui adequada destinação sanitária e ambiental. Embora exista um progresso significativo, os resíduos sólidos ainda são descartados nos chamados lixões, nos vazadouros a céu aberto, fato que ocorre em mais da metade do país (GOUVEIA, 2012).

Tabela 2: Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos, Brasil 1989/2008

Destino final (%)			
Ano	Vazadouro a céu aberto	Aterro controlado	Aterro sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Fonte: IBGE *apud* Gouveia (2012, p. 1.505).

Manteve-se praticamente inalterado, entre os anos de 2000 e 2008, o percentual de municípios que utilizam aterros controlados onde os resíduos são apenas cobertos por terra. Todavia, o número de aterros que utilizam tecnologia específica de modo a diminuir os danos e riscos à saúde humana e os impactos ambientais teve um aumento. Analisadas as quantidades diárias de resíduos coletados, essa situação torna-se relativamente melhor, como pode ser visualizado na Figura 4.

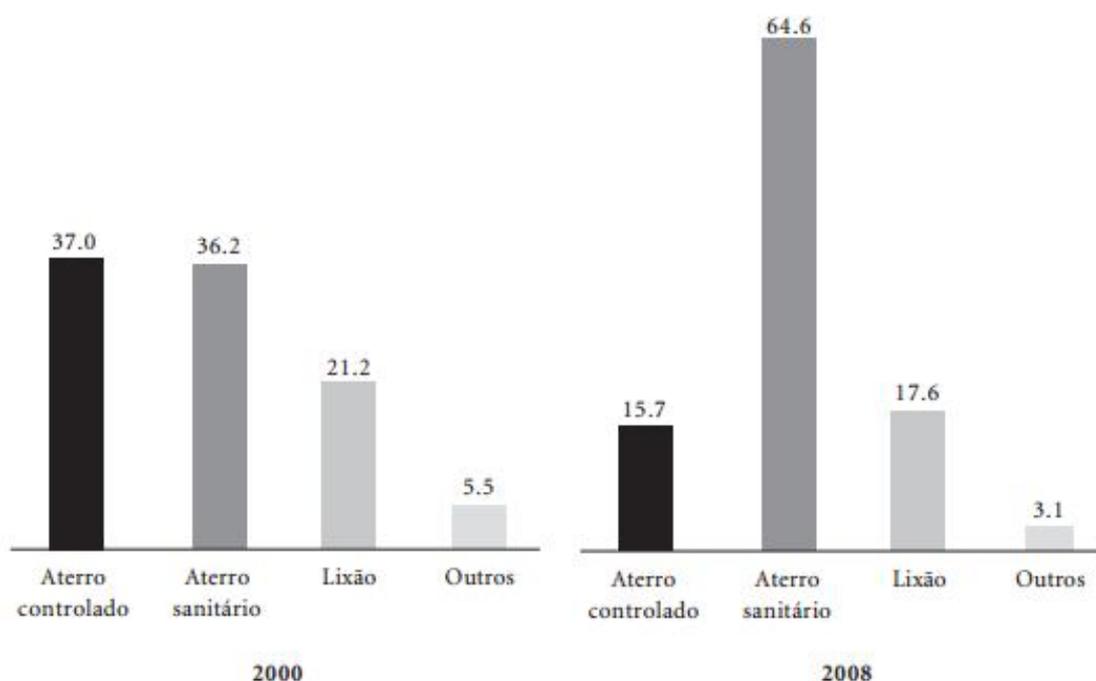


Figura 4: Quantidade diária (%) de resíduos sólidos, domiciliares e/ou públicos, coletados e/ou recebidos, Brasil 2000 e 2008.

Fonte: IBGE *apud* Gouveia (2012, p. 1.505).

Houve uma pequena diminuição da disposição de resíduos sólidos em lixões, entre 2000 e 2008, pelo aumento significativo dos aterros sanitários. Os grandes centros urbanos são responsáveis pela produção de grande parte percentual dos

resíduos, os quais possuem, geralmente, locais adequados para a disposição final, havendo diminuição de disposição em locais inapropriados. Existe, também, uma pequena variação nas destinações dos resíduos sólidos urbanos, como a incineração, reciclagem e compostagem. Assim, lentamente caminham as iniciativas para a redução da quantidade de resíduos sólidos descartados em aterro, como a coleta seletiva para posterior reciclagem (GOUVEIA, 2012).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) colabora para o crescimento do número de municípios com prestação de contas, já que introduziu princípios modernos e geradores como responsabilidade dividida pelo tempo de vida dos produtos e logística que presume a colaboração dos gestores públicos, sociedade civil organizada e as organizações privadas. Por isso, quando manejados adequadamente, os resíduos sólidos são uma importante estratégia de preservação do meio ambiente e proteção à saúde. Os resíduos sólidos podem comprometer a qualidade do solo, do ar e da água se acondicionados em aterros, visto que são fontes de pesticidas, solventes, compostos orgânicos voláteis e metais pesados, entre outros (BRASIL, 2010a; BRINGHENTI; GÜNTHER, 2011; GOUVEIA, 2012).

No ano de 1989, foi identificada, no Brasil, a existência de 58 municípios com programas de coleta seletiva de lixo. Em 2000, esse número aumentou para 451 municípios e, em 2008, ascendeu para 994, perfazendo um total de 5.564 municípios. Em 2014, os números de municípios com coleta seletiva chegaram a 927, tendo uma evolução de quase 110% em relação a 2010, quando chegava a 443 municípios. Esse aumento deve-se ao estímulo dado pela PNRS. A região Centro-Oeste obteve o maior desenvolvimento proporcional, que passou de 18 para 62 municípios operando sistemas próprios de coleta seletiva (GOUVEIA, 2012; BICCA NETO, 2016).

É importante ressaltar que a saúde também humana corre riscos importantes devido a vários impactos ambientais decorrentes dos resíduos sólidos que são dispostos no meio ambiente. Quando sua disposição é realizada no solo, ou em lixões ou aterros, a saúde humana fica exposta a diversas substâncias tóxicas. A principal exposição humana aos contaminantes é a sua proliferação no solo e no ar, com a percolagem do chorume e a lixiviação. Estudos comprovam que populações residentes próximas a esses locais apresentam níveis elevados de compostos orgânicos e metais pesados no sangue, bem como as áreas em sua proximidade (GOUVEIA, 2012)

Uma técnica utilizada na destinação final dos resíduos sólidos em áreas urbanas é a incineração. A incineração também traz riscos à saúde humana, pois

produzem quantidades variadas de substâncias tóxicas como partículas, metais pesados, compostos orgânicos, dioxinas e furanos, que são dispensados na atmosfera através da incineração, todavia, esse ato é pouco utilizado no Brasil (GOUVEIA; PRADO, 2010; GOUVEIA, 2012).

Muitos benefícios são criados quando ocorre a reutilização de resíduos sólidos como matéria-prima nos processos produtivos, tanto na redução da poluição ambiental gerada pelos depósitos de lixo e dos aterros quanto vantagens indiretamente relacionadas à preservação de energia. Em decorrência, existe, igualmente, redução nas emissões de gases responsáveis pelo aquecimento global. O único material que atinge aproximadamente 100% da taxa de reciclagem é o alumínio. Por outro lado, materiais como plásticos e vidros atingem um percentual de aproximadamente 40% do total produzido. Por isso, é necessário um incentivo maior à coleta seletiva: papel dos catadores de matérias recicláveis, por exemplo, é de grande importância para o país.

Na Figura 5 observa-se que, no Brasil, o número de catadores cresceu na última década (GOUVEIA, 2012).

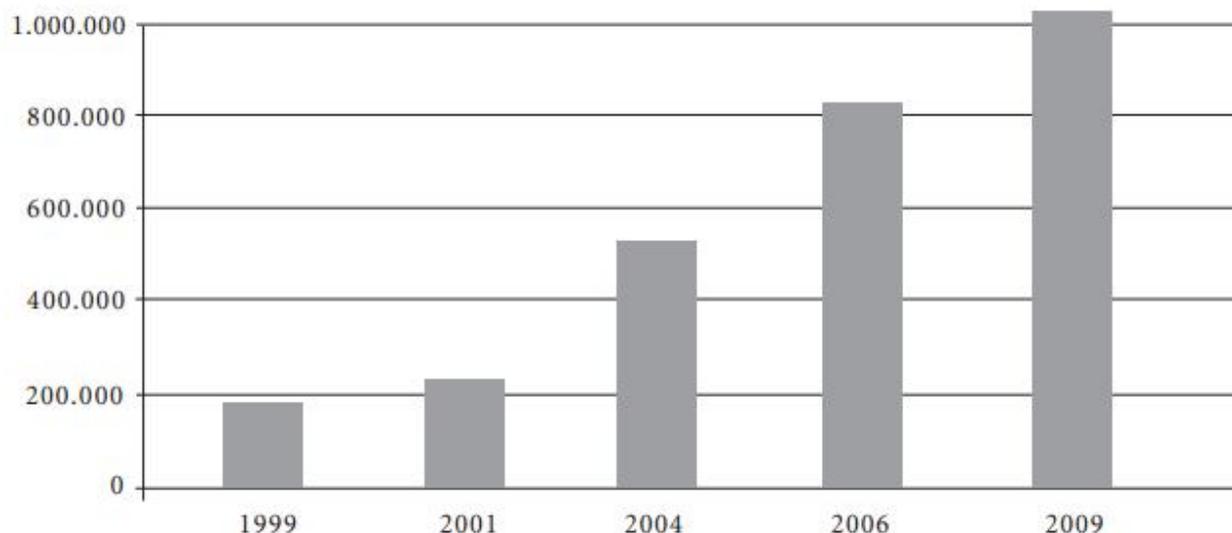


Figura 5: Evolução do número de catadores (autônomos e cooperativados) no Brasil.
Fonte: CEMPRE apud Gouveia (2012, p. 1508).

É importante ressaltar que, desde o ano de 2002, os catadores de materiais recicláveis foram reconhecidos como uma categoria profissional, sendo registrada no CBO (Classificação Brasileira de Ocupação) como "Catador de Material Reciclável"

sob nº 5192-05. Essa categoria de trabalhadores transforma os materiais recolhidos em materiais reutilizados, fazendo toda a função de coletar, transportar, triar, prensar, armazenar e negociar. Para que haja uma adequada inserção dos catadores de materiais recicláveis no mercado de profissionais, é necessário avaliar tanto as condições de saúde e os riscos aos quais estão expostos quanto lhes assegurar os aspectos de direito ao trabalho e renda (SOUZA; SILVA; BARBOSA, 2014).

As Tabelas de 3 a 7 e as Figuras de 6 a 10 mostram o volume de projetos aprovados pela Prefeitura Municipal de Votuporanga-SP e municípios brasileiros na construção (REVISTA VOTUPORANGA, 2003). Os dados se referem a construções em 2013-2015 (Tabela 3), projetos aprovados 2013-2015 (Figura 6), demolições 2013-2015 (Tabela 4 e Figura 7), fontes geradoras de resíduos sólidos (Tabela 5 e Figura 8), resíduos sólidos anuais (Tabela 6 e Figura 9) e loteamentos 2013-2015 (Tabela 7 e Figura 10):

Tabela 3: Construção do ano de 2013 e 2015 m Votuporanga, SP

Descrição	Quantidade	Porcentagem
Projetos aprovados em 2013	196.129,91 m ²	40,86
Projetos aprovados em 2014	145.764,00 m ²	39,37
Projetos aprovados em 2015	138.034,00 m ²	28,77
Totais	479.927,91 m ²	100,00

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE VOTUPORANGA (2016).

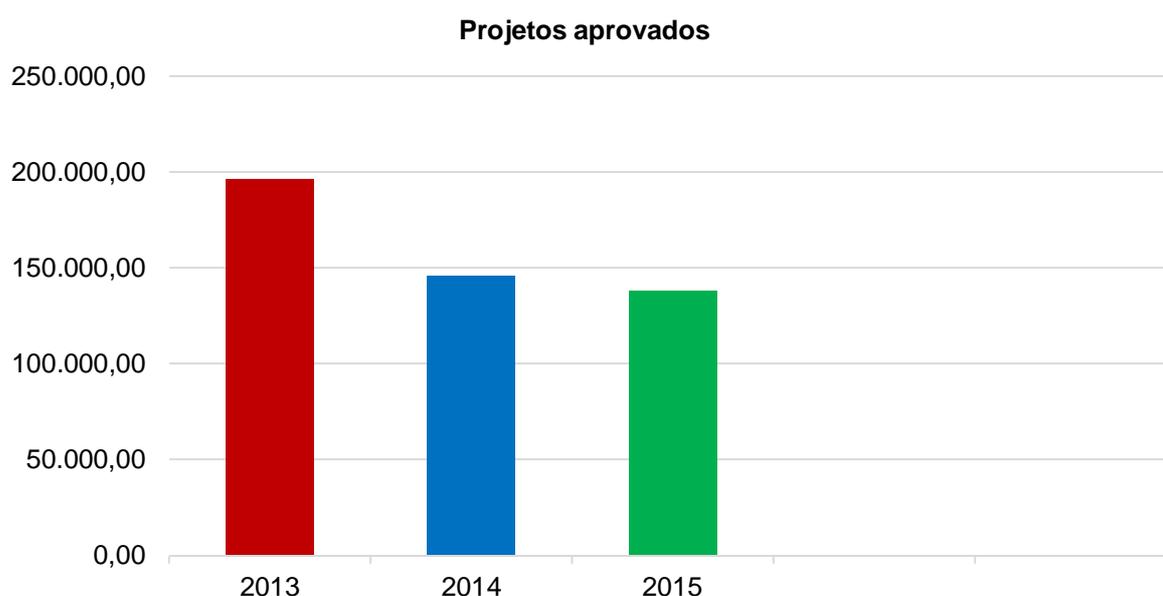


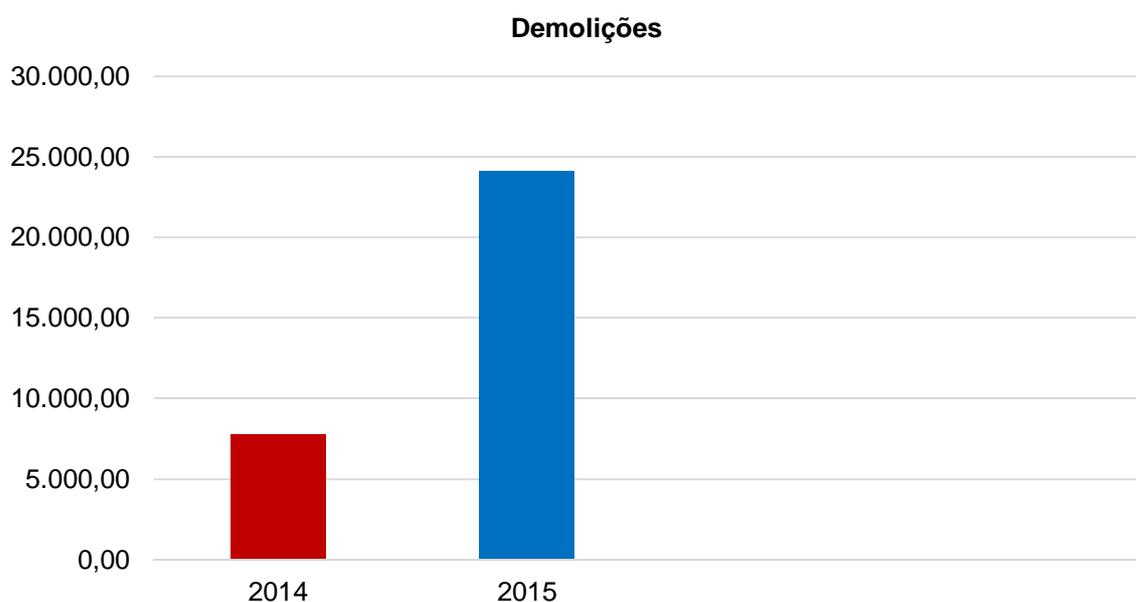
Figura 6: Construções do ano de 2013 a 2015 em Votuporanga, SP.

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE VOTUPORANGA (2016).

Tabela 4: Demolições no ano de 2013 a 2015 em Votuporanga, SP

Descrição	Quantidade	Porcentagem
Demolições em 2014	7.792,50m ²	24,40
Demolições em 2015	24.139,53m ²	75,60
Totais	31.932,03	100,00

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE VOTUPORANGA (2016).

**Figura 7:** Demolições no ano de 2013 a 2015 em Votuporanga, SP.

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE VOTUPORANGA (2016).

Tabela 5: Fontes geradoras de reciclagem de resíduos sólidos provenientes da construção civil

Descrição	Porcentagem
Residências novas	20%
Edificações novas > 300m ²	21%
Reformas/Ampliações/Demolições	59%

Fonte: Pinto (2005 apud PIOVESAN JUNIOR, 2007, p. 29).

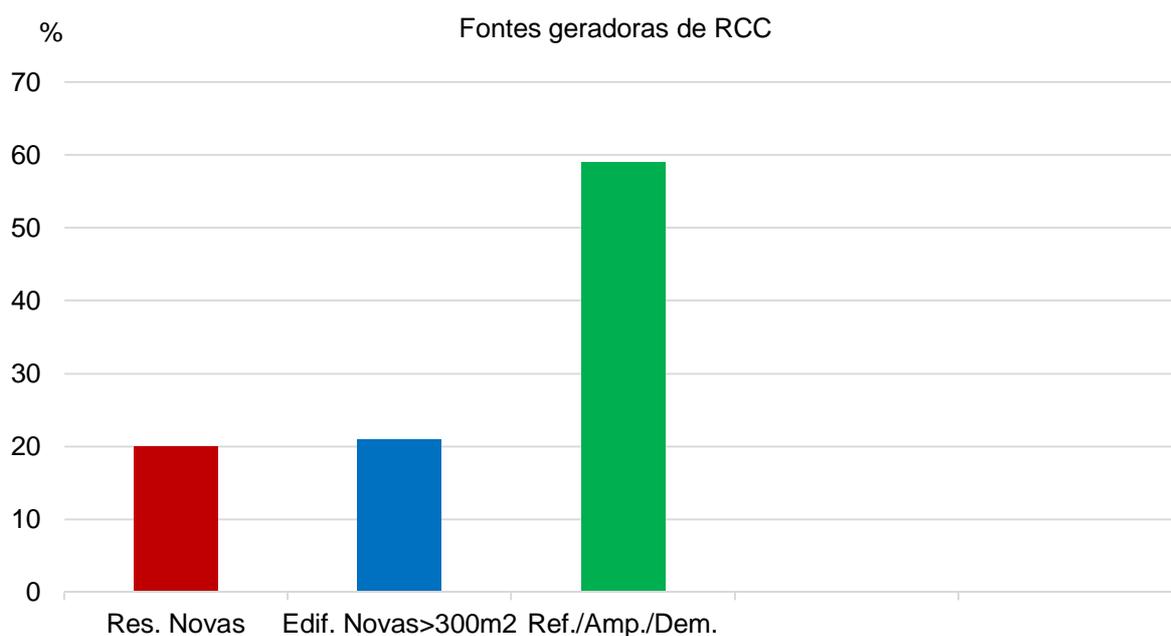


Figura 8: Fontes geradoras de reciclagem de resíduos sólidos provenientes da construção civil.
Fonte: Pinto (2005 apud PIOVESAN JUNIOR, 2007, p. 29).

Tabela 6: Resíduos sólidos gerais anuais

Local	Toneladas
Brasil	31.000.000
São Paulo	6.300.000
Votuporanga	30.000

Fonte: Fernandez (2012, p. 28).

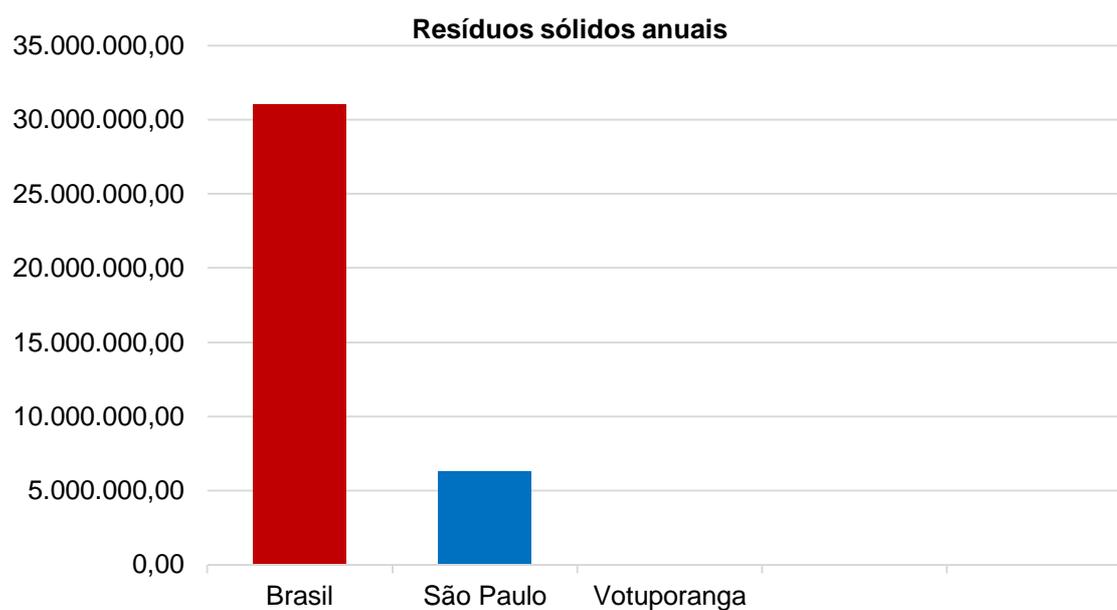
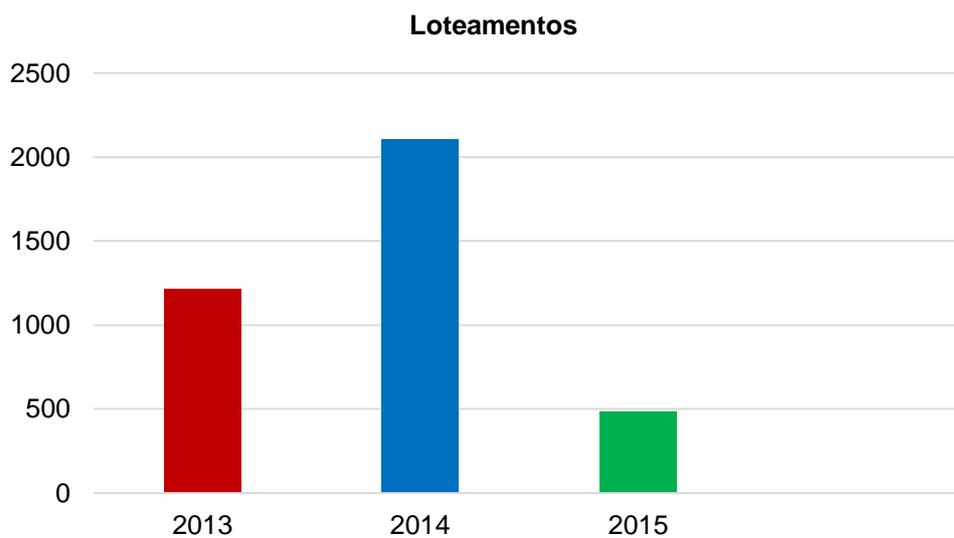


Figura 9: Resíduos sólidos gerais anuais.
Fonte: Fernandez (2012, p. 28).

Tabela 7: Loteamentos (parcelamento de solo urbano) em Votuporanga, SP, de 2013 a 2015

Descrição (ano)	Lotes
Loteamentos em 2013	1215
Loteamentos em 2014	2105
Loteamentos em 2015	488

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE VOTUPORANGA (2016).

**Figura 10:** Loteamentos (parcelamento de solo urbano), em Votuporanga, entre 2013 e 2015.

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE VOTUPORANGA (2016).

3.9 Impactos sobre o meio ambiente e a saúde

Um dos principais impactos ambientais que afeta o planeta é provocado pela construção civil, devido à geração e eliminação de resíduos da indústria, ora pelo uso indevido das jazidas de recursos naturais, ora pela quantidade descartada diariamente (BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013).

Com o aumento populacional e a urbanização, o desenvolvimento econômico e a revolução tecnológica atuais são acompanhados por alterações no estilo de vida. Em grandes centros urbanos, essas alterações decorrem diretamente de todos os processos, além de um aumento significativo da diversidade na produção de resíduos sólidos. Além do crescimento na quantidade dos resíduos produzidos, observam-se alguns elementos diversificados em sua composição, entre eles, os elementos sintéticos que são perigosos à saúde humana e principalmente aos ecossistemas (GOUVEIA, 2012).

Hoje, a disposição de resíduos em aterros ou em bota-foras atrai maior

preocupação em relação ao meio ambiente e à qualidade de vida nas cidades. O desperdício na construção civil vem sendo combatido com a qualificação de mão de obra, maior controle na aplicação dos materiais e projetos executivos melhor detalhados. “O pequeno avanço, no entanto, não torna inevitável a geração de entulho” (ALTERMAN, 2002 apud FERRAZ; SEGANTINI, 2004, p. 5). Ademais, “ainda hoje, o desperdício se encontra na casa dos 8% variando de obra a obra” (TECHNE, 2001 apud FERRAZ; SEGANTINI, 2004, p. 5).

Nesse sentido, a Resolução nº 307/2002 (CONAMA, 2002) apresenta diretrizes sobre os impactos ambientais provocados pelos resíduos sólidos, estabelecendo redução, reutilização e reciclagem em benefício do meio ambiente. Em decorrência, as usinas de processamento de resíduos da construção civil têm grande importância nesse processo, instruída pela NBR 15.114/2004 (ABNT, 2004d), que normaliza e apresenta diretrizes de implantação e operacionalização de usinas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil (SILVA, 2007).

3.10 Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente

Para os resíduos da construção civil, há determinações específicas da Resolução 307, de 5 julho de 2002 (CONAMA, 2002), que normatiza a gestão desses resíduos. São definidos, claramente, os resíduos da construção civil, provenientes de reformas, construções, demolições e reparos de todos os tipos, assim como materiais provindos de reparação e preparação de terrenos.

A Resolução nº 307 foi alterada pela Resolução nº 348, de 2004 (BRASIL, 2004; CONAMA, 2004), que determinou que o causador fosse o responsável pelo gerenciamento desses resíduos; representa um avanço legal e técnico, com responsabilização dos causadores, tais como a separação dos resíduos em diferentes classes e o seu encaminhamento para reciclagem e distribuição final adequada. Além disso, as áreas destinadas para essas finalidades deverão passar pelo processo de licenciamento ambiental e serão fiscalizadas pelos órgãos ambientais competentes (BRASIL, 2002b).

A Resolução nº 307 (CONAMA, 2002) determina normas, regras e técnicas para a gestão dos resíduos da construção civil no país, obedecendo às intervenções relevantes de modo a reduzir os impactos ambientais, bem como define resíduos sólidos da construção civil em seu Art. 2º, inc. I:

Resíduos 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;

Quando esses resíduos são dispostos de maneira incorreta, muita matéria-prima é desperdiçada, já que grande parte dos materiais pode ser reciclada e transformada em novos produtos para o próprio setor.

Segundo a Resolução nº 307 e a PNRS, os resíduos da construção civil são de responsabilidade compartilhada entre os geradores, transportadores e gestores municipais em seu gerenciamento adequado. É de responsabilidade do município estipular uma política municipal adequada para os resíduos que são produzidos pela construção civil, que inclua também o sistema de pontos de coletas. Aos construtores, para cada empreendimento cabe a implantação de planos de gerenciamento de resíduos (CABRAL; MOREIRA, 2011).

A Resolução nº 307 (CONAMA, 2002) exige que os geradores e prefeituras adotem normas para a diminuição, a reciclagem e a disposição adequada dos resíduos de construção e demolição gerados, considerando que cerca de 88 a 95% desses resíduos são de interesse para a reciclagem como agregados para a construção civil (COSTA; COSTA JUNIOR; LUNA, 2007).

De acordo com a Resolução nº 307, considera-se a necessidade de implementar diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil. Tais diretrizes servem de sustentáculo para o crescente desenvolvimento desse segmento no município de Votuporanga-SP. Assim, ressalta-se que o desenvolvimento deste trabalho sirva como um norteador para profissionais e a todos que demonstrem interesse por esse assunto.

Para que possam ser gerenciados corretamente, a ABNT classifica os resíduos sólidos conforme seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública.

Assim, a NBR 10.004 (ABNT, 2004a) define resíduos sólidos como “resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. [...]”.

Os resíduos provindos das atividades da indústria da construção civil, ainda que não estejam explicitamente citados, estão inclusos nas atividades de serviços ou

nas atividades industriais.

A Lei nº 12.305 foi sancionada em 2 de agosto de 2010, conhecida como PNRS brasileira, estabelece o manuseio correto de todos os resíduos, metas de diminuição, reutilização, reciclagem com o objetivo de diminuir a quantidade de resíduos e rejeitos para o destino final, e especifica os resíduos da construção civil: “Art. 13º, inc. 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, 2010b).

Pode-se afirmar que a Resolução nº 307 (CONAMA, 2002) e a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010) são as alusões basilares quando se trata de definições oficiais sobre resíduos sólidos.

3.11 Normas brasileiras para a gestão de resíduos

A ABNT é o órgão responsável pela normalização técnica no país. É responsável pela criação das normas brasileiras sobre os mais diferentes temas. A partir da necessidade manifestada pela sociedade brasileira, é criada uma Comissão de Estudo (CE), com a participação voluntária de diversos segmentos da sociedade, para discussão do tema e, por fim, o Projeto de Norma é aprovado e encaminhado à Gerência do Processo de Normalização da ABNT para homologação e publicação como norma brasileira.

Ligadas à gestão de resíduos, existem cinco normas brasileiras:

- 1) NBR 15112 (ABNT, 2004b): resíduos da construção civil e resíduos volumosos – áreas de transbordo e triagem – diretrizes para projeto, implantação e operação;
- 2) NBR 15113 (ABNT, 2004c): resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – aterros – diretrizes para projeto, implantação e operação;
- 3) NBR 15114 (ABNT, 2004d): resíduos sólidos da construção civil – áreas de reciclagem – diretrizes para projeto, implantação e operação;
- 4) NBR 15115 ABNT (2004e): agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – execução de camadas de pavimentação – procedimentos; e
- 5) NBR 15116 (ABNT, 2004f) - agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – uso em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – requisitos.

Essas normas são importante respaldo técnico e legal para estimular a segregação, reciclagem e destinação responsável dos resíduos. Apresenta-se, de forma resumida, um pouco mais a respeito de cada dessas normas:

1) **NBR 15112** (ABNT, 2004b) – resíduos da construção civil e resíduos volumosos¹ – áreas de transbordo e triagem.

Esta norma fixa os requisitos exigíveis para elaboração do projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Segundo a NBR 15112, área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT) é uma

área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente (ABNT, 2004, p. 4).

A norma ainda traz algumas definições relevantes ao tema, a classificação dos resíduos da construção civil seguindo as classes já estabelecidas pela Resolução 307 (CONAMA, 2002), as condições para implantação da ATT, as condições gerais para elaboração do projeto e as condições e diretrizes de operação. Para serem licenciadas, as ATTs devem seguir as diretrizes estabelecidas nesta norma.

2) **NBR 15113** (ABNT, 2004c): resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – aterros - diretrizes para projeto, implantação e operação.

A NBR 15113 (ABNT, 2004c) fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes. Visa também a reserva de materiais de forma segregada, possibilitando o uso futuro ou, ainda, a disposição desses materiais, com vistas à futura utilização da área, além de buscar a proteção das coleções hídricas ou subterrâneas próximas, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas.

Nesta norma, o aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes é definido como uma área onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos classe A e resíduos inertes no solo, visando à preservação de materiais segregados ao menor volume possível para um possível uso futuro dos materiais e/ou futura utilização da área, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

A NBR 15113 (2004c) ainda dispõe: a) a respeito das condições de implantação dos aterros (critérios para localização, acessos, isolamento e sinalização,

¹ Volumosos: peças de grandes dimensões, não coletados pelo sistema convencional (madeiras e metais) (BRASIL, 2016).

iluminação e energia, comunicação, análise dos resíduos, treinamento e proteção das águas subterrâneas e superficiais); b) das condições gerais para projeto (responsabilidade e autoria do projeto, partes constituintes do projeto e forma de apresentação, memorial descritivo, memorial técnico, estimativa de custo e cronograma, desenhos e plantas); e c) das condições de operação (recebimento de resíduos no aterro, triagem dos resíduos recebidos, disposição segregada de resíduos, equipamentos de segurança, inspeção e manutenção e procedimentos para registro da operação).

3) **NBR 15114** (ABNT, 2004d) – resíduos sólidos da construção civil – áreas de reciclagem – diretrizes para projeto, implantação e operação.

Nesta norma são estabelecidos os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A. Ela se aplica à reciclagem de materiais já triados para a produção de agregados com características para a aplicação em obras de infraestrutura e edificações, de forma segura, sem comprometimento das questões ambientais, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas.

De acordo com a NBR 15114 (ABNT, 2004d, p. 3), área de reciclagem de resíduos da construção civil é definida como sendo uma “área destinada ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A, já triados, para produção de agregados reciclados”.

Nela são estabelecidas: a) as condições gerais de implantação das áreas de reciclagem (critérios para localização, isolamento e sinalização, acessos, iluminação e energia, proteção das águas superficiais e preparo da área de operação); b) as condições gerais para projeto (memorial descritivo, projeto básico, responsabilidade e autoria do projeto); e c) as condições de operação (recebimento, triagem e processamento de resíduos, treinamento e equipamentos de segurança, inspeção e manutenção e procedimento para controle e registro da operação).

4) **NBR 15115** (ABNT, 2004e) – agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – execução de camadas de pavimentação – procedimentos.

A NBR 15115 (ABNT, 2004e) objetiva o estabelecimento de critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado agregado reciclado, em obras de pavimentação.

Estabelece ainda: a) os requisitos necessários aos materiais que serão empregados para a execução das camadas de reforço; b) os equipamentos básicos indicados para execução das camadas, de que forma deve acontecer a execução das camadas, e c) quais os ensaios e verificações necessárias após a execução.

5) **NBR 15116** (ABNT, 2004f) – agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – requisitos.

Esta norma estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Os agregados reciclados de que a norma trata destinam-se: a) a obras de pavimentação viária (camada de reforço de subleito, sub-base e base de pavimentação ou revestimento primário de vias não pavimentadas); b) ao preparo de concreto sem função estrutural; c) requisitos gerais e específicos para agregado reciclado destinado ao preparo de concreto sem função estrutural; e d) controle da qualidade e caracterização do agregado reciclado.

A NBR 15116 (ABNT, 2004f) traz, em seus anexos, procedimentos para a determinação da composição dos agregados reciclados graúdos por análise visual e para a determinação do percentual de materiais não minerais dos agregados reciclados miúdos por líquidos densos.

3.12 Reciclagem dos resíduos de construção civil

O descarte sem gerenciamento ocasiona grandes problemas ambientais, econômicos e sociais. Dessa forma, a reciclagem dos resíduos sólidos torna-se cada vez mais necessária, transformando os resíduos em artefatos agregados à construção civil, por meio das usinas de reciclagem em processo de logística reversa. Dentro desse contexto, é mister ressaltar que, de acordo com a *US Environmental Protection Agency* (USEPA), o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos ou industriais contempla, obrigatoriamente, as etapas de geração, coleta, armazenamento, transporte e destinação (tratamento ou disposição final) (COELHO; LANGE; JESUS et al., 2011).

A principal causa desse tipo de resíduo (construção civil), do ponto de vista ambiental ao estético, é a sua retirada irregular, o que motiva a criação de pontos de coleta de lixo. Em contrapartida, do ponto de vista financeiro, esse descarte irregular sobrecarrega as prefeituras que acabam por responsabilizar-se pela retirada e distribuição desses resíduos acumulados. As prefeituras das grandes cidades

brasileiras têm contratado empresas para coletar o entulho depositado irregularmente a um custo médio de R\$10,00 hab⁻¹ ano⁻¹ (AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006).

A implantação da logística reversa estabelece o desenvolvimento de padronização dos fluxos dos resíduos, bens e serviços descartados em várias escalas, enquanto o processo produtivo atinge fatores econômicos ambientais positivos tanto quando proporciona ao cliente ou ao consumidor que recebam os bens e serviços quanto quando e onde quiserem na quantidade desejada com o menor custo possível.

Assim, a logística reversa aparece como uma grande oportunidade de se desenvolver a sistematização de toda uma cadeia de abastecimento de produtos ou serviços descartados que poderão novamente fazer parte do ciclo de negócios contribuindo para uma redução na extração de matéria-prima virgem (SANTOS; POMPEU, 2014, p. 107).

Além disso, dá-se um passo rumo ao desenvolvimento sustentável do planeta, pois possibilita a reutilização e redução no consumo das matérias-primas.

O sucesso ou não da implantação de um programa de desconstrução é fruto da reutilização e da reciclagem de matérias, depende muito de fatores regionais que devem ser analisados para verificar se uma determinada cidade ou região apresenta condições favoráveis. No entanto, estudos que abrangem a gestão dos resíduos e a sua reciclagem levando em conta seus fatores macroambientais são cada vez mais importantes (COSTA; COSTA JUNIOR; LUNA, 2007)

Contudo, opções de reciclagem e reutilização devem ser sempre consideradas como as primeiras opções para seu gerenciamento com o propósito de buscar recolocá-los no ciclo produtivo. Tanto para a saúde pública quanto para o desenvolvimento industrial, o gerenciamento dos resíduos é uma das questões mais importantes no século 21, fazendo com que o desenvolvimento de novas tecnologias de reciclagem de resíduos sólidos tenha relevância não apenas ambiental, mas também econômica (MENEZES; FARIAS FILHO; FERREIRA et al., 2009).

As cidades onde é implantada a reciclagem de RSCC como estratégia de gerenciamento obtém benefícios econômicos e ambientais conforme destacado na Agenda 21. Além da diminuição dos custos de gerenciamento do resíduo, o custo do produto reciclado é bem menor que o agregado natural. A reciclagem dos RCC torna-se uma possibilidade para poupar os recursos naturais utilizados como matéria-prima na construção civil e uma oportunidade de diminuição nos custos de construção e do volume final dos resíduos a serem colocados (CRUZ, 2002).

3.13 Tratamento de resíduos da construção civil

A segregação (ou "limpeza") é a forma de tratamento dos resíduos da construção civil mais expandida, seguida de trituração e reutilização na própria indústria da construção civil.

O entulho reciclado pode ser utilizado como base e sub-base de rodovias, agregado graúdo na execução de estruturas de edifícios, em obras de arte de concreto armado e em peças pré-moldadas.

Existem em execução, no Brasil, cerca de nove unidades de beneficiamento de resíduos de construção, implantadas a partir de 1991, sendo a experiência mais significativa a da Prefeitura de Belo Horizonte (FIEB, 2014), que dispõe de duas usinas de reciclagem de entulho com capacidade para processar até 400 toneladas diárias.

A reciclagem dos resíduos da construção civil apresenta as seguintes vantagens:

- 1) redução de volume de extração de matérias-primas;
- 2) conservação de matérias-primas não renováveis;
- 3) correção dos problemas ambientais urbanos gerados pela deposição indiscriminada de resíduos de construção na malha urbana;
- 4) colocação, no mercado, de materiais de construção de custo mais baixo; e
- 5) criação de novos postos de trabalho para mão de obra com baixa qualificação.

Por isso, a implantação de novas usinas de reciclagem para esses materiais deve ser motivada, mesmo que sua viabilidade econômica seja atingida através da cobrança de taxas específicas.

Quando se está avaliando a implantação de um processo de reciclagem de entulho em uma determinada região, três fatores devem ser considerados. Em ordem de importância, os três fatores são:

- 1) densidade populacional: é essencial uma alta densidade populacional de forma a assegurar um constante suprimento de resíduos que servirão de matéria-prima para a indústria de reciclagem;
- 2) obtenção de agregados naturais: a reciclagem de entulho é favorecida, pela escassez ou dificuldade de acesso a jazidas naturais, desde que um alto nível de tecnologia seja empregado. Abundância e fácil acesso a jazidas não inviabilizam a reciclagem do entulho de obra por si só, mas, por razões econômicas, geralmente

induzem a aplicação de baixos níveis de tecnologia ao processo; e

3) nível de industrialização: influencia diretamente a necessidade e a conscientização de uma sociedade em reciclar o entulho. Devem ser consideradas razões de ordem social e sanitária em áreas densamente povoadas que impulsionam a redução do volume de resíduos a serem levados aos aterros.

Para Lobato e Lima (2010), são vários os processos aplicados desde a geração dos resíduos sólidos, seleção até seu destino final. A maior importância é dada aos processos de beneficiamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU), pois são os principais elementos que estrutura a produção. Nesse escopo e dentro da cadeia produtiva, o processo executado pelas associações das associações ou cooperativas realiza na coleta, distribuição nos boxes, triagem, prensagem e amarração dos fardos, armazenagem e comercialização desses materiais. A organização, pois, responde pelo gerenciamento de todo o processo, utilizando técnicas que evitem os gargalos existentes e busquem a melhor produtividade a fim de agregar valor ao que poderia ser eliminado.

Considera-se fundamental a instalação da estação de reciclagem em uma posição central do perímetro urbano com vistas à redução do custo final do produto reciclado, considerando capacidade de instalação, características do bairro ou local, atendimento de serviços essenciais (como água, esgoto, luz, telefone etc.), fácil acesso, estacionamento de veículos para carga e descarga, transporte coletivo entre outros (SEBRAE, 2016). Além desses fatores, devem ser observadas as seguintes condições:

- 1) com relação ao recebimento – aspectos dos resíduos sólidos: a quantidade, o lugar de origem, o responsável, a legislação existente, tipos e qualidade; demolição e reformas: técnicas aplicadas, transporte do entulho, equipamentos para reciclagem; possibilidades de remoção e disposição final: preços, distâncias, áreas já regularizadas; desenvolvimento do processo: possibilidade efetiva, corpo técnico, organização e equipamentos; e
- 2) com relação à comercialização: matéria-prima natural (qualidade, preços, reservas), comercialização (tipos, consumo atual, padrões), matéria-prima reciclada (qualidade técnica, quantidades, preços).

No caso da empresa pesquisa, a Mejan Ambiental está localizada no Parque Industrial, na Vicinal Fábio Cavalari, com fácil acesso para recepção e entrega de materiais e produtos. Por sua vez, a Votuterra Votuporanga, que complementa os

dados desta pesquisa, localiza-se na Avenida Nasser Marão, Travessa do Parque Industrial I, também com fácil acesso para recepção e entrega de materiais (matérias-primas ou recicladas) (PREFEITURA VOTUPORANGA, 2016)

3.14 A reciclagem na cadeia produtiva da construção no Brasil

A reciclagem é um processo que transforma materiais descartados em novos produtos sem agredir a natureza que podem ser iguais ou semelhantes às matérias-primas das quais se originaram os resíduos. Em outras palavras, a reciclagem é o produto final de vários procedimentos pelos quais passam os materiais que seriam rejeitados, o que a torna muito importante no que diz respeito à diminuição dessas duas práticas. Podem, porém, ser notadas em vários municípios certas dificuldades relacionadas à falta de critérios de funcionamento de determinadas técnicas como, por exemplo, a queima de resíduos (ALVES, 2003).

Segundo a Federação das Indústrias do Estado da Bahia (FIEB, 2016), ocorreu um aumento expressivo de geração de resíduos sólidos devido ao acelerado desenvolvimento da economia neste século. A grande geradora de resíduos sólidos, historicamente, sempre foi a atividade construtiva, que também é a consumidora dos resíduos gerados por ela e por outras atividades. Torna-se, assim, inevitável a reutilização dos RSCC por meio do desenvolvimento de políticas que estimulem o tratamento, já que os recursos naturais estão cada vez mais escassos e são finitos.

A reciclagem de resíduos da própria construção tem sido praticada há milênios. Contudo, apenas após a Segunda Guerra Mundial é que se intensificou o uso de RSCC, principalmente na Alemanha, decorrente da demanda de matéria-prima. De fato, toda a comunidade europeia pratica a reciclagem, mesmo sendo a Alemanha a precursora dessa prática. Existem, praticamente em todos os países-membro da comunidade europeia, instalações de reciclagem de RSCC. Pinto (1999) explica que também existem normas e políticas específicas para esse tipo de resíduo, bem como um esforço mais recente para a consolidação de normativas para a comunidade como um todo. Outros países que também têm utilizado essa prática são o Japão e os Estados Unidos (FIEB, 2016).

Nos países europeus, principalmente na Holanda, a fração reciclada pode atingir cerca de 90% do material descartado, em que já é discutida a certificação do produto. Quando comparado com esses países de primeiro mundo, o Brasil ainda

precisa evoluir (ZWAN, 1997; DORSTHORST; HENDRIKS, 2000 apud ANGULO; ZORDAN; JOHN, 2001). Possibilidades que apresentam como solução de destinação dos RSCC e solução para a geração de produtos a baixo custo vêm chamando a atenção dos gestores urbanos.

Em relação aos países mais desenvolvidos, o atraso em reciclagem tem vários componentes. A questão do desenvolvimento sustentável tem sido descuidada em discussões de longo prazo, visto que os problemas econômicos e os prementes problemas sociais ocupam a agenda de discussões políticas.

Todavia, no Brasil, a prática de reciclagem de resíduos de construção e demolição é recente. Na década de 1980, difundiu-se o uso de "maseiras-moinho", equipamento que permite a moagem intensa de resíduos sólidos menos resistentes para sua reutilização. Observa-se que é bem positivo o resultado da utilização desses resíduos, pois induz a segregação dos resíduos na obra, reduz o consumo de agregados naturais, contribui para a diminuição da emissão de poluentes e dos impactos ambientais dos RSCC nas áreas urbanas (FIEB, 2016).

Tem sido iniciada, em 1991, uma experiência brasileira em relação a equipamentos de maior porte. Foram instalados esses equipamentos em alguns municípios como resultado de planos de gestão dos RSCC e, em outros, ocorreu, inevitavelmente, equívoco na aquisição de equipamentos descoordenada de um planejamento de ações, comprometendo os resultados a serem alcançados e diminuindo o impacto positivo que essas instalações poderiam proporcionar (PINTO, 1999).

Tal experiência brasileira tem sido expandida para diversos municípios, entre eles: São Paulo, Ribeirão Preto, Belo Horizonte, Piracicaba, Londrina e São José dos Campos. Produzindo principalmente base de pavimentação, alguns municípios, como Belo Horizonte, usufruem desse material provindo de reciclagem. A reciclagem de RSCC é empregada em canteiro com a produção de argamassas, incluindo a atividade de pozolânica aproveitada por algumas frações de cerâmicas (LEVY; HELENE, 1997).

Para a reciclagem de resíduos, observa-se que, em alguns municípios, existe a presença de unidades públicas, como é o caso de Belo Horizonte, e empresas privadas, como em São Paulo. A confecção de meio-fio, base e sub-base de pavimentos, em Belo Horizonte, é realizada com os agregados de reciclados. A distância entre as pedreiras e mineração de areia eleva o custo do agregado natural em São Paulo, o que justifica a reciclagem privada (FIEB, 2016).

A movimentação de empresas, hoje, no mercado, interessadas em explorar a reciclagem de RSCC e não apenas o negócio de transporte, tem sido crescente. As limitações brasileiras relacionam-se a ações das municipalidades que buscam reduzir os custos e, nas cidades de grande e médio porte, diminuir o impacto ambiental negativo da disposição de entulho no meio urbano (ANGULO; ZORDAN; JOHN, 2001).

3.14.1 Vantagens da reciclagem

Para a Federação das Indústrias do Estado da Bahia (FIEB, 2016), as principais vantagens da reciclagem são:

- 1) redução dos impactos ambientais pela preservação de recursos naturais com a substituição dos resíduos, aumentando a vida útil das reservas naturais;
- 2) diminuição do volume de resíduos a serem depositados, reduzindo a necessidade de áreas para aterro;
- 3) gasto de energia reduzido, tanto para transporte e gestão do aterro, quanto para a produção de um novo bem;
- 4) geração de novos empregos com a criação de empresas para a reciclagem;
- 5) poluição reduzida com a fabricação de novos produtos;
- 6) com a adição da escória de alto forno e pozolanas ao cimento, aumenta a durabilidade da construção; e
- 7) produção de novos materiais para o emprego na construção civil e outras obras.

As figuras 11 a 17 mostram, como exemplo dessas vantagens, os artefatos produzidos a partir da reciclagem de RCC que retornam ao processo construtivo.



Figura 11: Bloco para elevações.

Fonte: <http://civilnareciclagem.blogspot.com.br>, 2016.



Figura 12: Lajotas para pavimentação.

Fonte: <http://www.tepav.com.br/cardoso/produtos.html>, 2016.



Figura 13: Canaleta para vergas.

Fonte: <http://www.sbpisos.com.br/canaletas-de-concreto.html>, 2016.



Figura 14: Banco para usos diversos.

Fonte: <http://catalogodearquitectura.com.br/banco-de-concreto-roma-pec-pisos.html>, 2016.

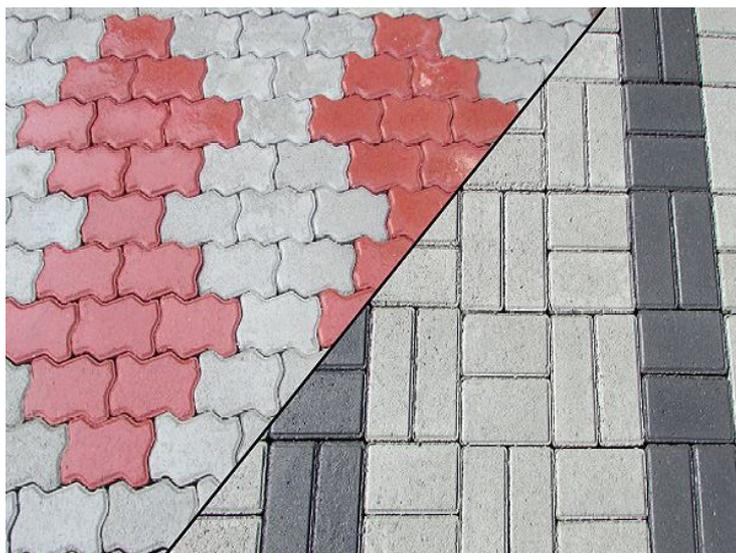


Figura 15: Peças intertravadas (pavimentação).

Fonte: <http://www.arccol.com.br/piso-intertravado-de-concreto>, 2016.



Figura 16: Tijolo para alvenaria.

Fonte: <http://martinsartefatos.blogspot.com.br>, 2016.



Figura 17: Piso ecológico (pavimentação).

Fonte: <http://www.arccol.com.br/concregrama>, 2016.

3.14.2 Barreiras da reciclagem

Comparando-se a países de primeiro mundo, a reciclagem de RSCC no Brasil ainda é inferior, contudo possui potencial de ampliação. Diversos fatores têm relação com o atraso quando comparado a outros países. Um deles é a questão ambiental no Brasil, vista como um problema de preservação da natureza, focando apenas nos animais em extinção e nas florestas, controle da poluição do ar, deposição de materiais em aterros controlados (FIEB, 2016).

A preocupação maior do estado se relaciona com punições e transgressões – prova disso é a Lei Federal de Crimes Ambientais de 1998 – ao invés de trabalhar agentes na promoção de redução de impacto ambiental desenvolvendo atividades para a reciclagem. Segundo John (2000), podem-se destacar algumas barreiras:

- 1) dificuldades de introdução de novas tecnologias na construção civil;
- 2) produtos confeccionados com a utilização de resíduos possuem baixa aceitação, pois há uma concepção de que são inferiores aos materiais confeccionados com matérias-primas virgens;
- 3) baixo desempenho com relação ao uso de novas tecnologias, com sensações de riscos;
- 4) baixo custo dos agregados naturais; e
- 5) ausência de cultura para segregação de resíduos.

Vale mencionar que se mostra muito viável em estudos brasileiros, sob o ponto de vista tecnológico e econômico, a produção de argamassas e concretos a partir da reciclagem de RSCC. Contudo, não foi avaliado o risco ambiental (LEVY, 1997).

3.15 Avanços na gestão de resíduos da construção civil

Quando descartados em vias e logradouros públicos, os RSCC gerados em construções, reformas e demolições em prédios ou residências provocam enchentes e privam a população de espaços que deveriam ser destinados a outros fins, como lazer e recreação.

Em São Paulo, a Política de Gestão dos Resíduos da Construção Civil é pioneira e tem conquistado progressos relevantes. Elaborado pelo Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos (Lei nº

14.803/2008) (SÃO PAULO, 2008), que atende às diretrizes da Resolução nº 307/2002 (CONAMA, 2002), possibilitou o crescimento da oferta de áreas para deposição regular dos resíduos da construção e demolição de pequenos e grandes geradores, além de favorecer e estimular a reciclagem desses materiais.

As construtoras, que são grandes geradoras, estão implantando programas de gestão de resíduos que incluem quantidades geradas e disposição final e apresentando-os à prefeitura no processo de licenciamento de obras de construção civil. Já os pequenos geradores não podem realizar a deposição de entulho em vias e logradouros públicos. Na coleta domiciliar convencional, é recolhido pela prefeitura desde que ele some, no máximo, 50 kg por dia e esteja devidamente embalado. Acima dessa quantidade, o próprio gerador deve preparar a remoção mediante contratação de empresas que operam com caçambas cadastradas pela administração municipal, que atestam que o entulho é alocado em aterros de resíduos da construção propriamente licenciados.

A alternativa oferecida aos cidadãos é o encaminhamento dos resíduos a um dos ecopontos situados em várias regiões da cidade, ou a Estações de Entrega Voluntária de Inservíveis que são unidades para o descarte gratuito diário de até 1 m³ de entulhos, madeiras, podas de árvores e grandes objetos.

Os ecopontos demonstravam problemas de gestão e manutenção, uma vez que, em vários deles, foi encontrado lixo aglomerado no entorno. Foi verificado que cinco deles estavam desativados, sendo quatro na Zona Sul, a segunda região mais populosa da cidade. Os cidadãos relataram outras falhas, tais como a falta de divulgação do serviço e horário de funcionamento irregular e a não aceitação de gesso, telhas de amianto e pneus nos ecopontos. Entre maio de 2009 e junho de 2010, a prefeitura repassou cerca de R\$ 17 milhões a empresas terceirizadas para transportar entulho. O recurso seria suficiente para construir 141 ecopontos que custam, em média, R\$ 120 mil. Para a prefeitura, esses números podem estar relacionados, também, à retirada de entulho dos ecopontos, uma vez que não há uma dotação no orçamento só para coleta na rua (JACOBI; BESEN, 2011).

Em diferentes regiões da cidade, existem cinco Áreas de Transbordo e Triagem para o reaproveitamento dos RCC. Nessas, o material recolhido é separado, o resíduo de origem mineral (concreto, argamassa, alvenaria e outros) são transferidos para aterros de inertes, o rejeito é levado para aterros sanitários e o resíduo reaproveitável é comercializado.

O Decreto nº 48.075 de 2006 (SÃO PAULO, 2006) é um importante avanço, pois determina a utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduos sólidos da construção civil em obras e serviços de pavimentação das vias públicas do município de São Paulo. Segundo especialistas, o aproveitamento de RSCC gera uma economia de até 40% em relação ao asfalto comum. A escala de execução dessa iniciativa sustentável, porém, ainda é pequena diante das possibilidades numa cidade do porte de São Paulo.

3.16 Gestão de resíduos sólidos da construção civil

Com a mudança do Brasil em como tratar a gestão de RSCC, surgem possibilidades promissoras para a participação da iniciativa privada. O manuseio apropriado dos resíduos traz visível melhoria da qualidade de vida e dos impactos ambientais nas cidades. Práticas de manejo de resíduos, aplicadas em alguns municípios do país, apresentam resultados importantes em saúde e saneamento (PEREZ, 2012)

Ainda segundo Perez (2012), para que seja feito um manejo correto pelos municípios, é importante salientar a disposição final ambientalmente adequada é a “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos” (BRASIL, 2010, Art. 3º, inciso VIII).

No caso do RCC, a maneira como é feita o aterro se diferencia no tratamento dos demais resíduos, pois, no aterro normatizado (NBR 15.113, 2004), os resíduos são separados e reservados e passam por diversas etapas, como reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento que são permitidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), não causando danos à natureza e evitando prejuízos à saúde pública e à segurança (PEREZ, 2012).

Uma eficiente gestão de RSCC ocorre quando há uma redução máxima na geração, na reutilização e na reciclagem dos resíduos sólidos. Caso não haja essa possibilidade, dispõe-se do resíduos gerados de forma adequada. Como proposto por Inojosa (2010), impõe-se uma visão esquemática das etapas de gestão de RSCC.

A alta intensidade dos custos de retrabalho sobre uma geração desordenada é outra preocupação que se deve ter sobre a implantação de sistema de geração de

RSCC. A facilidade de descarte, a diferenciação na captação e coleta dos resíduos e a reciclagem, objetivando sempre a superação dos problemas nos municípios, constituem um instrumento útil e eficaz de forma sustentável sobre a gestão de RSCC. Por meio de ações que impõem responsabilidades aos geradores e à exploração do largo potencial da reciclagem econômica, que também procuram a minimização da geração de resíduos, os materiais da construção civil nos municípios caminharam em direção a um ciclo fechado (PEREZ, 2012).

Uma gestão responsável dos RCC diminui os problemas ambientais e oferece melhorias na qualidade de vida das pessoas.

3.17 Exemplos da reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil

A seguir, serão apresentados alguns exemplos de cidades brasileiras que já adotaram uma gestão diferenciada para esses resíduos como, por exemplo, os casos de Belo Horizonte em Minas Gerais e de Ribeirão Preto em São Paulo (PINTO, 1999).

3.17.1 O caso de Belo Horizonte em Minas Gerais

Quando se trata de reciclagem de RSCC no Brasil, a cidade de Belo Horizonte é uma referência. O Programa de Correção Ambiental e Reciclagem dos Resíduos de Construção, implantado desde 1993, definiu ações importantes para a recuperação de áreas degradadas, com capacitação, reciclagem e informação ambiental.

Em Belo Horizonte, um programa de ações, chamado Modelo de Gestão de Resíduos, definiu a necessidade de uma rede de atração com 9 áreas e 4 centrais de reciclagem. No ano de 1995, foi iniciado o processo de implantação dessas unidades e, no ano de 1999, já havia evoluído para 50% do que inicialmente se tinha previsto (RAMOS; PINTO; MELO, 2014).

Em Belo Horizonte, atualmente, existem cerca de 3 unidades de reciclagem dos Resíduos Classe A e 28 Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes. Inaugurada em 2006, uma das unidades separa os agregados reciclados de acordo com a granulometria, permitindo um maior aproveitamento do uso desse agregado (FIEB, 2016). O RSCC é selecionado, descontaminado, triturado e expedido após ser captado das Unidades de Recebimento. A principal utilização desse agregado reciclado é seu uso em base e sub-base de pavimentação.

3.17.2 O caso de Ribeirão Preto em São Paulo

A cidade de Ribeirão Preto, no estado de São Paulo, em 1995, desenvolveu um Programa para a Correção Ambiental e Reciclagem dos Resíduos de Construção Civil, que previa ações para recuperação e informação ambiental com a implantação de duas centrais de reciclagem e catorze pontos de atração de resíduos em pequenos volumes. Assim, entrou em operação a primeira central de reciclagem no ano de 1996 e, após 32 meses de atividade, a recuperação de resíduos permitiu a execução de 218.000 m² de pavimentação com um total de 31 km de vias, conforme dados da Federação das Indústrias do Estado da Bahia (FIEB, 2016).

Essa central foi primordial para a consolidação da tecnologia e disseminação de suas potencialidades, pois foi a primeira a operar no interior de São Paulo como fornecedora de RSCC reciclado para estudos desenvolvidos na Escola de Engenharia de São Carlos e na UNICAMP.

3.17.3 Reciclagem em obra

Em São Paulo, para a construção de um novo empreendimento voltado para a reciclagem de resíduos classe A, foi necessária a demolição de antigas edificações do local, gerando resíduos sólidos. Contudo, não se deve esquecer de mencionar que algumas empresas construtoras prosperam iniciativas para a reciclagem de resíduos, constituindo uma das demolições os resíduos de classe A.

Foram gerados cerca de 12.000 m³ de resíduos classe A. Concluiu-se, após análises técnicas, ambientais, sociais e econômicas, que os resíduos foram reaproveitados como agregado para a produção de blocos, concreto e elementos pré-moldados. Iniciativas como essa podem ser encontradas em todas as regiões do Brasil. Podem-se citar outros exemplos, como Maceió e Salvador, onde construtoras realizam a reciclagem de resíduos em obras da classe A.

Os resíduos da classe A, quando reutilizados, são devidamente separados, peneirados, triturados, e o material separado é utilizado para a produção de argamassa para assentamento de alvenaria, contrapiso, bloquetes para pavimentação e emboço. Há um estudo em Aracaju, realizado pelo SENAI, para a utilização de um reciclador móvel em obras da cidade, facilitando esse processo (FIEB, 2016).

3.18 Envolvimento das pessoas para uma gestão eficiente

Para que se consiga promover uma adequada gestão de resíduos,

é necessário que todos os agentes (equipe técnica e gerencial da obra, operários, empreiteiros e direção da empresa) estejam comprometidos com a nova proposta, pois todos precisarão contribuir para o sucesso da gestão dos resíduos. O comprometimento dos diversos envolvidos dependerá de treinamento e respeito às novas condições necessárias para a limpeza da obra, segregação e destinação responsável dos resíduos (FIEB, 2016, p. 40).

A gerência da obra deve prover condições para a gestão eficiente dos resíduos, destinando recursos para a compra e/ou confecção dos dispositivos necessários ao acondicionamento dos resíduos em quantidade suficiente. Junto com a equipe responsável pela segurança, a gerência da obra deve cobrar dos envolvidos a manutenção da limpeza e da segregação e a destinação responsável.

Ações de valorização e estímulo ao envolvimento com a gestão dos resíduos contribuem para o bom resultado. Os responsáveis pela destinação dos resíduos (geralmente o almoxarife ou comprador) devem sempre buscar informações sobre soluções para a destinação dos resíduos que privilegiem o reuso e a reciclagem.

Estes agentes são importantes, também, na fiscalização da destinação dos resíduos, mantendo registros através do Controle de Transporte de Resíduo. Para o envolvimento dos operários, é fundamental realizar treinamentos de toda a equipe de produção, mostrando não só o que deve ser feito, mas também como e por que deve ser feito. Os agentes externos, empreiteiros e empresas terceirizadas, também devem ser envolvidos.

Além de participar dos treinamentos, é necessário que exista um compromisso formalizado para os agentes terceirizados, que deve contemplar, segundo Pinto e Gonzáles (2005):

- 1) a necessidade de zelo com a limpeza e a organização permanentes da obra;
- 2) a responsabilidade dos empreiteiros pela má utilização dos insumos, materiais e dispositivos de uso comum;
- 3) a obrigação pela observância das condições estabelecidas para a triagem dos resíduos;
- 4) em alguns casos, a responsabilidade compartilhada pela destinação dos resíduos,

checando e aprovando solução para destinação e exigindo apresentação de documentação pertinente; e

- 5) a avaliação dos empreiteiros em relação à limpeza da obra, triagem dos resíduos nos locais de geração, acondicionamento final e destinação (quando for aplicável), atribuindo notas e penalizando os responsáveis por irregularidades.

Ressalta-se, enfim, que a motivação e o treinamento constante dos agentes envolvidos são fundamentais para a gestão eficiente dos resíduos no canteiro.

3.19 Gestão ambiental

O último decênio do século XX tem apresentado uma nova visão do desenvolvimento que envolve o ambiente natural e os aspectos socioculturais, destacando a qualidade da vida dos seres humanos que passa a ser condição para o progresso. O desenvolvimento sustentável fica baseado nas perspectivas de utilização dos recursos naturais, desde que sejam preservados e sob gestões, resoluções e políticas públicas ambientais que garantam a sustentabilidade como novo paradigma (DIAS, 2011).

Diante dos problemas ambientais e sociais desencadeados pelas decisões tomadas dentro e fora das organizações, surge o desafio de alcançar a sustentabilidade, considerando essencialmente três dimensões do desenvolvimento sustentável: econômica, social e ambiental, também conhecidas como *triple bottom line*, nos termos de Elkington (2004). A busca pelo equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental passa, então, a fazer parte do discurso sobre a sustentabilidade (MAIA; PIRES, 2011, p. 179).

Na dimensão econômica, a sustentabilidade prevê que as empresas sejam economicamente viáveis, cujo papel deve ser cumprido considerando os aspectos da rentabilidade, ou seja, dar o retorno ao investimento aplicado. Na dimensão social, a empresa deve satisfazer aos requisitos de proporcionar menores condições de trabalho aos funcionários para que haja uma participação efetiva no processo trabalho, produção e sustentabilidade (MAIA; PIRES, 2011).

Neste sentido, há de se entender que os cidadãos tenham o mínimo necessário para uma vida digna, como escopo de que a pobreza seja erradicada, admitindo-se, porém, um padrão de desigualdade aceitável: “Em resumo, implantar a velha e desejável justiça social” (NASCIMENTO, 2012, p. 56).

Na dimensão ambiental, o processo produtivo deve pautar-se pela

ecoeficiência, ou seja, adotar produção mais limpa, oferecer condições para o desenvolvimento de uma cultura ambiental organizada sob uma responsabilidade ambiental, atender às normas, resolução e políticas públicas voltadas ao meio ambiente para que haja o equilíbrio das três dimensões da sustentabilidade. Além disso, deve prestar-se a atender às organizações empresariais (Figura 18), aos aspectos econômico e social, aos sindicatos representando os trabalhadores e seus direitos, às requisições das entidades ambientalistas, movimentos sociais que têm, na defesa do meio ambiente, sua principal preocupação quando reivindicam medidas de proteção ambiental e propõem mudanças nos hábitos e valores da sociedade de modo a estabelecer um paradigma de vida sustentável (MAIA; PIRES, 2011).

“Trata-se, portanto, de produzir e consumir de forma a garantir que os ecossistemas possam manter sua autorreparação ou capacidade de resiliência” (NASCIMENTO, 2012, p. 55).

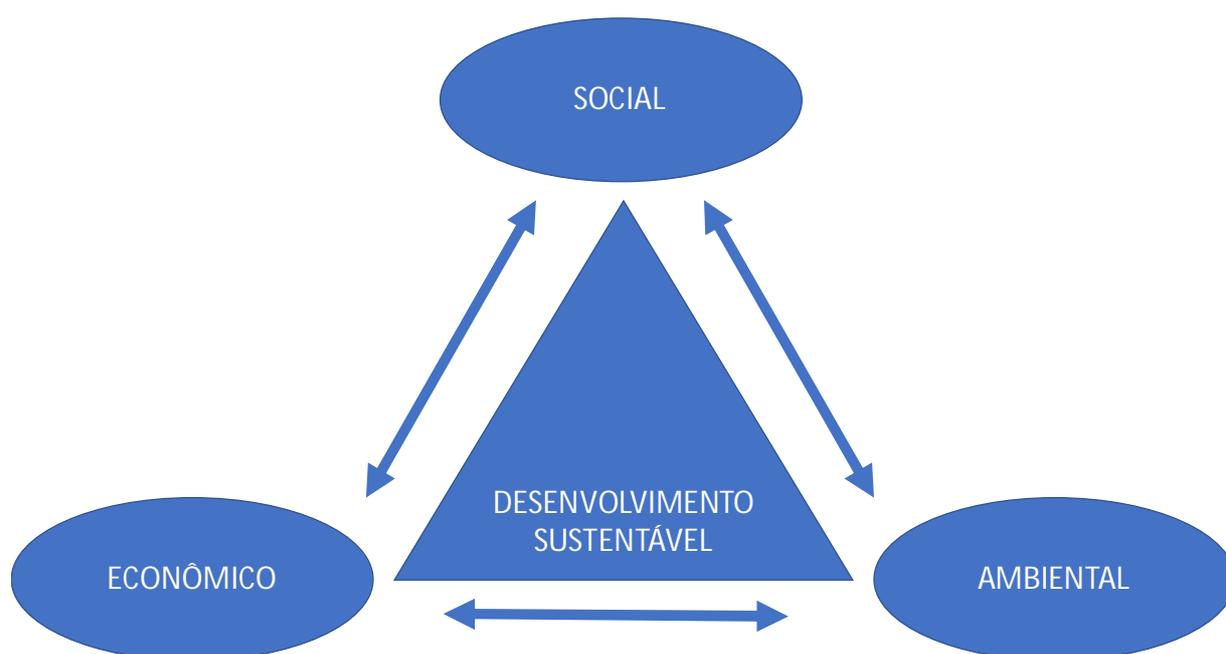


Figura 18: Equilíbrio dinâmico da sustentabilidade.
Fonte: Dias (2011, p. 41). (Adaptada)

É importante ressaltar que há outras formas de conceituar as dimensões apresentadas, embora essas sejam as definições mais recorrentes e simples. Assim, almejar esse equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental significa que o discurso sobre a sustentabilidade foi concluído.

3.20 História e características do município de Votuporanga, SP

As informações que explicam a história da cidade de Votuporanga, local desta pesquisa, foram baseadas em Pontes (2001), no sítio da Associação Industrial da Região de Votuporanga (AIRVO) e na REVISTA VOTUPORANGA (2003).

A cidade de Votuporanga é, comumente, cognominada de Cidade das Brisas Suaves. Assim, foi lançado o marco fundamental de Votuporanga que, na língua Tupi Guarani, tem significado “bons ventos”, “bons ares”, para usar-se a conhecida expressão popular Cidade das Brisas Suaves.

Votuporanga foi fundada em 8 de agosto de 1937, por Theodor Wille e seus representantes locais. No ano de 1937, a empresa Theodor Wille, com sede em Santos e proprietária de terras no sertão de São José do Rio Preto, colocou à venda 12.000 hectares de uma gleba denominada Marinheiro de Cima, que daria origem à cidade de Votuporanga.

No dia 8 de agosto desse ano foi realizada a cerimônia de inauguração da gleba e o lançamento da pedra fundamental da capela. A princípio, era pouco o interesse despertado pelo projeto, dada a dificuldade de acesso ao local, o que forçou a empresa a dar início à abertura de estradas e à construção das primeiras habitações.

As famílias de colonizadores começaram a chegar e, em 24 de abril de 1940, o povoado tornou-se Distrito de Paz. Cinco anos depois, em 1º de janeiro de 1945, foi criado o município de Votuporanga, com a seguinte abrangência: A - Município: Votuporanga/SP; B - Comarca: Álvares Florence; Valentin Gentil e Votuporanga (PONTES, 2001).

Por iniciativa da firma Theodor Wille, sucessora da Companhia Schimidt, tencionava lotear seu imenso latifúndio de 12.000 alqueires no Ribeirão do Marinheiro em pleno Sertão Tanabiense, tendo em mira aí construir a cidade.

Theodor Wille nasceu em Kiel, maior cidade do norte da Alemanha. No dia 1º de março de 1844, fundou a empresa exportadora de café Theodor Wille & Co, em Santos. Não há data precisa de quando fundou a empresa na Alemanha. O que se sabe é que ele dirigia a empresa brasileira, da Alemanha, com grande sucesso. É um dos fundadores do Commerzbank, um dos maiores bancos da Alemanha.

A empresa foi liquidada quando a Alemanha perdeu a 2ª Guerra Mundial, tendo os seus bens confiscados. Quando morreu, deixou um testamento doando 2 milhões de marcos para a Universidade e para a cidade de Kiel. Com isso, foi criada a

fundação Willestifung, e construído o Seeburg, uma espécie de escola de Navegação (PONTES, 2001).

Para isso, foi escolhido local propício no alto do espigão divisor e nos meandros de imensa floresta coberta de angico e jequitibá e de outras essências vegetais. Um pleno deserto, só havia a sede da fazenda transformada em quartel. General dos Trabalhadores. Imediatamente, foi roçada e feita a derrubada da mata, tudo com sacrifício para vencer o emaranhado da selva e a bruteza do meio.

Votuporanga é cercada pelas águas das represas hidrelétricas de Três Irmãos, Água Vermelha, Jupia e Ilha Solteira. Banhada pelo Rio São José dos Dourados e pelos córregos do Marinheiro, Boa Vista, Paineiras e Queixada, Votuporanga encontra-se no centro geográfico da macroárea que reúne Catanduva, São José do Rio Preto, Votuporanga, Fernandópolis e Jales, também conhecida como a Região dos Grandes Lagos. Localizada no centro de convergência da região Noroeste do estado de São Paulo, Votuporanga é considerada fenômeno em desenvolvimento e espera sempre mais de seu futuro. Votuporanga encontra-se na cabeceira natural de escoamento da produção dos países que constituem o Mercado Comum do Sul (MERCOSUL) – outro presente da natureza!

Votuporanga, mais do que a Cidade das Brisas Suaves, é também a capital da educação, graças à moderna infraestrutura de seu setor educacional que contempla, além das escolas municipais e estaduais de ensino infantil, fundamental e médio, das escolas técnicas e tecnológicas, um grande sistema de educação superior, com a Unifev, que abriga dois *campi*: a Cidade Universitária e o *campus* centro, com mais de 7 mil alunos e 33 cursos de graduação nas áreas biológica e de saúde, exatas e tecnológicas, humanas e sociais, além da Reges, com cursos na área de administração, e a Faculdade de Teologia e Ciências (Fatec).

Município de economia sólida e de extremo potencial econômico, é um dos maiores polos moveleiros do país e, ainda, congrega as matrizes das grandes indústrias de implementos rodoviários, Facchini e Truck Galego. Na área de turismo de eventos, o carnaval tem destaque nacional, sendo considerado um dos melhores do país, graças ao Bloco Ôba!, que traz os grandes astros da música nacional para o Centro de Eventos Helder Galera. Votuporanga possui praticamente 100% de suas ruas asfaltadas, com redes de água, energia elétrica e esgoto e, além disso, está concluindo a Estação de Tratamento de Esgoto.

3.21 Características gerais do município: população, características socioeconômicas e expansão urbana e industrial

A cidade de Votuporanga tinha uma população estimada, em 2016, de 92.032 habitantes. Em 2010, a população era de 84.692 (oitenta e quatro mil e seiscentos e noventa e dois) habitantes, com uma densidade demográfica de 201,15 habitantes por km² (dados de 2010) (IBGE, 2016a).

Votuporanga teve, em 2009, um PIB de R\$ 1.138,017 mil. O PIB *per capita* da cidade, em 2009, era de R\$ 14.001,37. O setor terciário é o mais relevante no município, correspondendo a 77,5% do PIB. A Indústria é responsável por 20,3% do PIB e a agropecuária por 2,1% (IBGE, 2016a).

Em 2014, o salário médio mensal era de 2,3 salários mínimos, com uma população ocupada de 29.880 pessoas, correspondente a 33% da população total. Na comparação com os outros municípios do estado, Votuporanga ocupava as posições 300 de 645 e 125 de 645, respectivamente. Já na comparação com os municípios de todo o País, ocupava a posição 968 de 5.570 e 429 de 5.570, respectivamente. Ao se levar em consideração os domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, Votuporanga tinha 26.6% da população nessas condições, o que a colocava na posição 586 de 645 dentre os municípios do estado e na posição 5.188 de 5.570 dentre os municípios do Brasil (IBGE, 2016a).

A cidade tem uma relevante indústria moveleira, considerada um polo desse setor. Votuporanga possui cerca de 210 indústrias de móveis e conta com 11 agências bancárias (dados de maio de 2012).

Votuporanga ganhou mais uma vez destaque no cenário nacional. Segundo o Índice de Desenvolvimento Urbano para Longevidade, realizado em parceria entre o Instituto de Longevidade Mongeral Aegon e a Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV/EAESP), a Cidade das Brisas Suaves é considerada a 6ª melhor para se viver na terceira idade.

De acordo com a pesquisa, Votuporanga é líder em educação e trabalho dentre as cidades analisadas com população entre 50 e 100 mil habitantes e ocupa posição de destaque nos índices de cuidados em saúde, finanças, habitação e cultura.

Além disso, a pesquisa destaca que Votuporanga está entre as 27 cidades em que 100% de seus docentes possuem curso superior na Educação de Jovens e Adultos (EJA) e maior número médio diário de horas-aula ministradas. O fato de não

terem sido encontrados registros de homicídio por arma de fogo na cidade também foi relevante para o Índice, bem como a frequência de acidentes de trânsito com vítimas fatais relativamente baixa – colocando a cidade entre as 20 menos violentas no trânsito – e estar classificada entre as cinco de melhor nível de fornecimento de serviços de esgotos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do município, área, relevo e clima

O trabalho foi conduzido no município de Votuporanga a Noroeste do estado de São Paulo, localizado entre as latitudes $20^{\circ}19'28,71''$ e $20^{\circ}34'44,88''$ Sul e $49^{\circ}50'02,63''$ e $50^{\circ}10'55,15''$ Oeste, a uma altitude de 525 metros. O encarte à esquerda da Figura 19 mostra a localização do município no estado de São Paulo e, no encarte à direita, a localização da Usina Mejan Ambiental de Votuporanga, SP. Votuporanga localiza-se na região noroeste do estado de São Paulo, próxima à cidade de São José do Rio Preto (86 km) e distante cerca de 520 Km da capital do Estado, São Paulo (VOTUPORANGA, 2016).

Tem uma área de $421,034 \text{ km}^2$, população estimada em 92.032 habitantes e densidade demográfica de 201,15 habitantes por km^2 , conforme dados do IBGE (2016a). O relevo é constituído por superfícies planas, e o solo se caracteriza como de média e alta fertilidade. O clima é subtropical úmido com temperatura média anual de 24°C (máxima de 37°C e mínima de 10°C) e precipitação pluviométrica de 1.300 mm.



Figura 19: Vista orbital da localização do município de Votuporanga, SP (encarte à esquerda), com detalhe da Usina Mejan Ambiental (encarte à direita).

Fonte: O autor, 2016.

4.2 Metodologia

Esta pesquisa se serviu de dois procedimentos metodológicos: a revisão bibliográfica ampla, buscando definir e melhor conhecer o problema investigado e um estudo de campo.

A pesquisa bibliografia está presente em qualquer processo de pesquisa, pois qualquer que seja o campo a ser pesquisado, sempre haverá sua necessidade, segundo explicam Parra Filho e Santos (2002). Assim, a pesquisa bibliográfica tem como escopo conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado existentes sobre um determinado assunto, tema ou problema.

A pesquisa de campo foi realizada durante o ano de 2016, desenvolvida para identificação, quantificação e cálculo, procedência e destinação dos RSCC na cidade de Votuporanga-SP, e apresenta como fontes de informação a Superintendência de Água e Esgoto (SAEV) de Votuporanga e a usina de coleta e reciclagem Mejan Ambiental, bem como demais órgãos e secretarias vinculadas à Prefeitura Municipal de Votuporanga. A pesquisa centra-se nos dados coligidos nos anos 2014 a 2015 e, para efeitos comparativos, também se retomaram alguns dados do ano de 2013.

A Mejan Ambiental, constituída empresarialmente como Mejan & Mejan Ltda., localiza-se na estrada municipal Fábio Cavalari, s/n. Pertence à bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados e tem, como atividade principal, aterro de resíduos inertes e da construção civil. Ocupa uma área de 2.413.100,00m², tendo 24.000,00m² de área ocupada por equipamentos e instalações para desenvolver suas atividades, com cadastro na CETESB n. 718-497-6 e licença operacional válida até 11/03/2019. Em 2016, foram coletadas em média 60 caçambas/dia (média de 180,00 m³/dia), ao valor médio de R\$ 120,00 por caçamba.

A produção de resíduos sólidos da construção civil foi obtida por meio do banco de dados da Empresa Mejan Ambiental, para o período de 2014 e 2015, período em que a Empresa iniciou o registro de dados. Foram fornecidos os dados brutos e de subprodutos do volume mensal produzido, bem como os valores obtidos com a comercialização dos reciclados. A partir destes dados foram determinados os valores médios anuais e mensais do volume bruto e dividido por subprodutos – reciclagem, terra e triturado (MEJAN, 2016; SAEV, 2014).

Também foram calculados os dados relativos à produção por habitante, pelo quociente entre volume e população atual, e por unidade de área do município, por

meio do quociente entre o volume e a área efetivamente urbanizada (obtida por imagem de satélite com o auxílio do Google Earth).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Processo de produção de produtos dos RCC: Mejan Ambiental

A Mejan Ambiental foi fundada em agosto de 2001, com o objetivo inicial de dar destinação adequada aos RSCC. Por isso, licenciou o seu aterro junto à Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), para melhor atender e receber esses materiais.

Na Figura 20, está a localização da área da usina de reciclagem Mejan Ambiental, na Vicinal Fábio Cavallari, nas coordenadas 20°26'57,46" Sul e 50°00'00,33" Oeste, em Votuporanga-SP.



Figura 20: Vista aérea da usina de reciclagem Mejan Ambiental.
Fonte: Mejan (2016).

Em março de 2005, iniciou a prestação de serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos de serviços da saúde (lixo hospitalar) nos municípios da região Noroeste do estado de São Paulo.

No início de 2006, começou a realizar o processo de reciclagem dos resíduos de madeira, provenientes de podas de árvores, indústrias moveleiras e resíduos de

madeira da construção civil, transformando-os em combustível para fornos e caldeiras da região.

Avaliando a necessidade das indústrias e postos de combustíveis para destinarem seus resíduos corretamente, surgiram, em 2008, os serviços de disposição final em aterros classe I e II, coprocessamento e incineração, fazendo com que todos os tipos de resíduos fossem coletados pela Mejan Ambiental. Em 2014, para atender à forte demanda vinda de geradores de todos os portes, a Mejan inaugurou unidades próprias de *blend* e coprocessamento e de autoclave.

Com isso, conseguiu oferecer mais segurança e melhor custo-benefício aos seus clientes. Mais que uma empresa, a Mejan é uma prestadora de serviços ambientais que atua na gestão de RSCC e, também, de resíduos perigosos como os industriais, de saúde, lâmpadas fluorescentes, pilhas, baterias e sucatas eletrônicas (MEJAN, 2016).

A Figura 21 apresenta o atual processo de produção de materiais reciclados ou triturados (RSCC) a partir dos resíduos da construção civil (RCC).

FLUXOGRAMA DOS RCC
Usina Mejan Ambiental

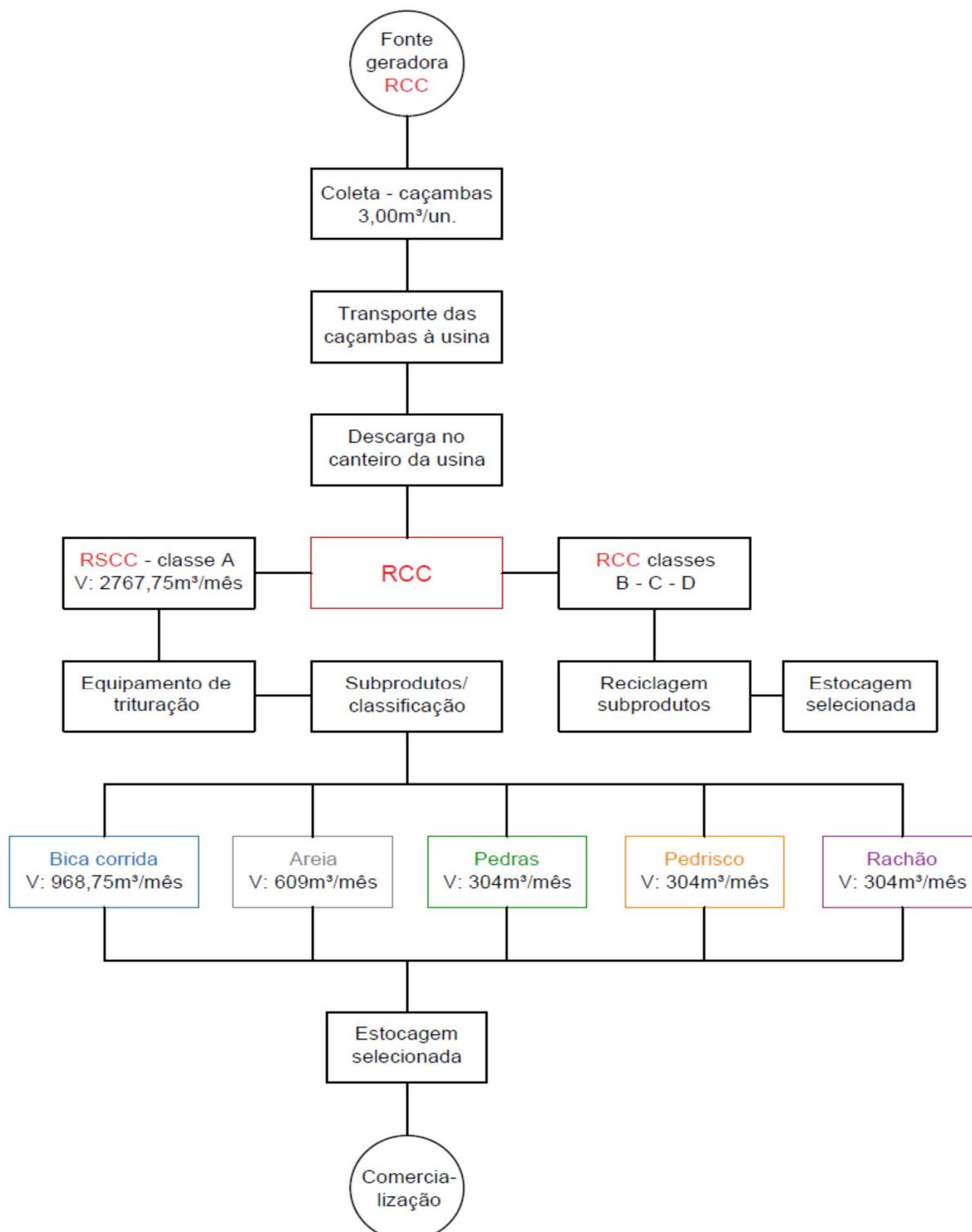


Figura 21: Fluxograma da produção de materiais reciclados a partir dos RCC.
Fonte: O autor, 2016.

Os materiais produzidos pelas fontes geradoras de RCC são coletados em

caçambas com capacidade de $3,00 \text{ m}^3 \text{ unidade}^{-1}$ e nelas, transportados até a usina, onde são depositados (descarregados) em canteiros adrede preparados. Os resíduos, a partir de então, são separados em dois grupos: os resíduos da Classe A, composta de RSCC, e os resíduos do grupo de RCC das classes B, C e D

Os resíduos das classes B, C e D são reciclados e geram subprodutos que seguem para a estocagem selecionada.

Os RSCC da classe A, com um V: $2767,75 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$, passam por equipamentos de trituração e geram subprodutos que são classificados segundo suas especificidades: bica corrida com V: $968,75 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$, areia com V: $609 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$, pedras com V: $304 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$, pedrisco com V: $304 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$ e rachão com V: $304 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$, perfazendo um volume total de $2489,75 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$ de produtos classificados que seguem para a estocagem selecionada e comercialização.

A Figura 22 mostra a fachada da usina de reciclagem Mejan Ambiental.



Figura 22: Fachada da Usina de Reciclagem Mejan Ambiental.

Fonte: O autor, 2016.

Tudo isso é realizado por meio de processos completos que vão desde a coleta até a destinação final desses materiais, observando, rigorosamente, as normas estabelecidas pela Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

As Figuras 23 a 33 mostram um pouco mais das atividades e serviços que a Mejan Ambiental executa ou presta à comunidade: caçambas que aluga, resíduos sólidos da construção civil e subprodutos desses resíduos, reciclagem (processo e produtos) e descartes de resíduos. As figuras 34 a 36 mostram o descarte irregular de resíduos em locais diversos do município de Votuporanga, como a periferia da cidade e as margens da Rodovia Péricles Bellini.



Figura 23: Caçamba coletora de resíduos sólidos.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 24: Resíduos sólidos da construção civil para reciclagem.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 25: Demolição do estádio Plínio Marin – Votuporanga-SP.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 26: Demolição do estádio Plínio Marin – Votuporanga-SP.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 27: Demolição do estádio Plínio Marin – Votuporanga-SP.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 28: Processo de reciclagem – Mejan Ambiental.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 29: Processo de reciclagem– Mejan Ambiental.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 30: Interior da usina de reciclagem Mejan Ambiental,
Fonte: O autor, 2016.



Figura 31: Areia – material reciclado pela usina Mejan Ambiental.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 32: Pedra – material reciclado pela usina Mejan Ambiental.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 33: Pedrisco – material reciclado pela usina Mejan Ambiental.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 34: Descarte de resíduos sólidos em área imprópria na periferia da cidade.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 35: Descarte de resíduos sólidos em área imprópria na periferia da cidade.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 36: Descarte de resíduos sólidos em área imprópria à margem de rodovia Pércles Belini.
Fonte: O autor, 2016.

Com frota própria e veículos certificados pelo Instituto de Pesos e Medidas e Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (IPEM/INMETRO), a Meján

opera em cinco estados: São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás e Paraná.

A Mejan Ambiental conta, sobretudo, com o trabalho de uma equipe treinada e capacitada, que está sempre pronta a desenvolver as soluções mais adequadas e oferecer o suporte necessário. A empresa possui unidades próprias de tratamento de resíduos, o que garante mais agilidade ao processo de destinação, redução de custos e toda a segurança ao gerador.

A Mejan presta completos serviços na gestão de todos os tipos de resíduos, da coleta à destinação final. Para tanto, conta com unidades próprias como a de blendagem e coprocessamento (sistema que utiliza resíduos industriais na produção de cimento) e a de autoclavagem (que descontamina e descaracteriza os resíduos de saúde). Isso torna o trabalho mais rápido e aumenta a segurança para o gerador.

A Mejan dispõe, igualmente, de sistema de transbordo licenciado, com usina de reciclagem de entulho, onde esse resíduo é beneficiado e transformado em agregados, e aterro para RSCC e inertes. Vale ressaltar que todas as operações obedecem às normas da legislação ambiental, o que garante a destinação correta e a sustentabilidade do processo.

A Mejan Ambiental atua, também, na área de consultoria e presta um completo serviço de assessoria e orientação no gerenciamento de resíduos. Para isso, realiza todo o processo de diagnóstico do material, encaminhando-o ao laboratório de análises, onde é feita a caracterização e classificação. Depois, elabora o planejamento de destinação, que compreende acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final.

Outro serviço prestado pela empresa é oferecer suporte para a retirada da documentação junto aos órgãos ambientais, e acredita que o acúmulo de entulhos também afeta diretamente a saúde, pois serve de abrigo para vetores de doenças, roedores e animais peçonhentos. Além de todos os problemas, esses materiais ainda poluem o espaço urbano, atrapalhando o tráfego de veículos e de pedestres.

Com frota própria, a Mejan oferece serviço de locação de caçambas apenas para a cidade de Votuporanga, fazendo a coleta e a destinação final correta dos RSCC, com máxima agilidade e atendimento eficiente que o cliente espera.

5.2 Expansão urbana

De acordo com os resultados (Tabela 8) é possível observar que o município de Votuporanga – SP possui 92.032 habitantes, que corresponde a 0,83% da população Paulista e 0,05% da população brasileira.

Tabela 8: Dados demográficos do município de Votuporanga, do Estado de São Paulo e do Brasil

Locais	População	%	Área urbana (km ²)	Densidade demográfica (hab./km ²)
Votuporanga	93.032	100,00%	24,09	3.861,85
São Paulo	11.253.503	0,83%	1.521,11	7.398,28
Brasil	190.755.799	0,05%	8.515,767	22,40

Fonte: IBGE (2010). (Adaptada)

A evolução populacional de 1991 (população de 66.166 habitantes) para 2016 (população de 92.032 habitantes), registrou um crescimento anual médio de 1.035 habitantes, correspondendo a 1,56% ao ano (Figura 37).

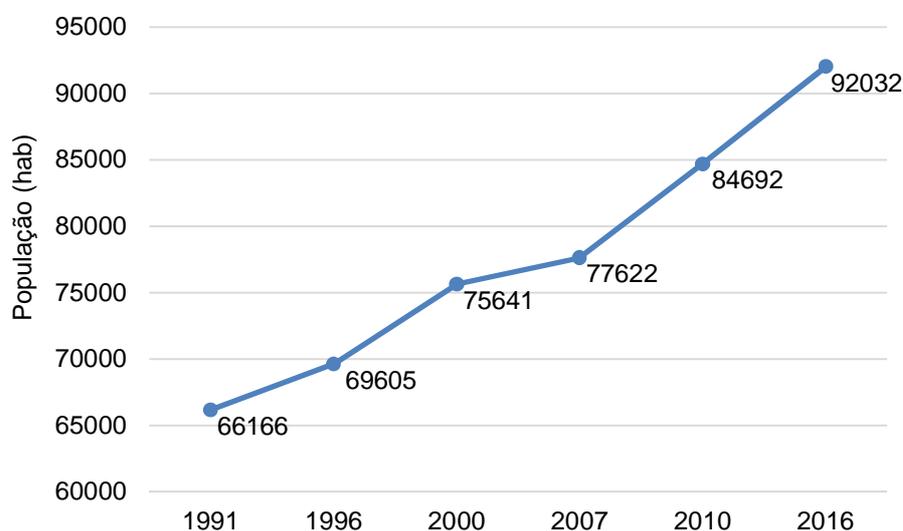


Figura 37: Evolução da população urbana no município de Votuporanga – SP, desde 1991.

Fonte: IBGE (2016a).

Já a população do estado passou de 9.646.185 habitantes, em 1991, para 11.253.503 habitantes, em 2010, registrando crescimento com taxa a 1,46% ao ano, enquanto no Brasil a população cresceu de 146.825.475 para 190.755.799 habitantes, no mesmo período, resultando em taxa 1,19% ao ano. Assim, observa-se que o

crescimento populacional em Votuporanga foi semelhante ao Estado e superior ao País.

A área urbana do município de Votuporanga – SP apresentava, em 2002, um total de 18,17 km² (Figura 38). Em 2016, a mesma cresceu para 24,09 km², com uma taxa de expansão média anual de 0,493 km².

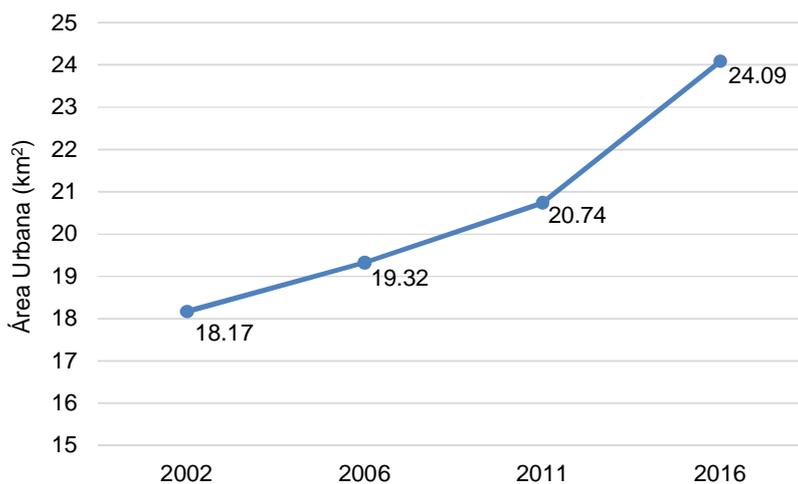


Figura 38: Evolução da área urbana no município de Votuporanga, SP, a partir do ano de 2002.

Fonte: IBGE (2016a).

Ainda, de acordo com os resultados, observa-se que a maior expansão se deu no período de 2011 a 2016 com um crescimento de 3,35 km², correspondendo a 56,58% do crescimento total no período. Conforme observado na Figura 39, a densidade demográfica no perímetro urbano de Votuporanga-SP do ano de 2002 a 2016, reduziu de 4163 para 4018 hab. km⁻², correspondendo a uma redução de 3,5%.

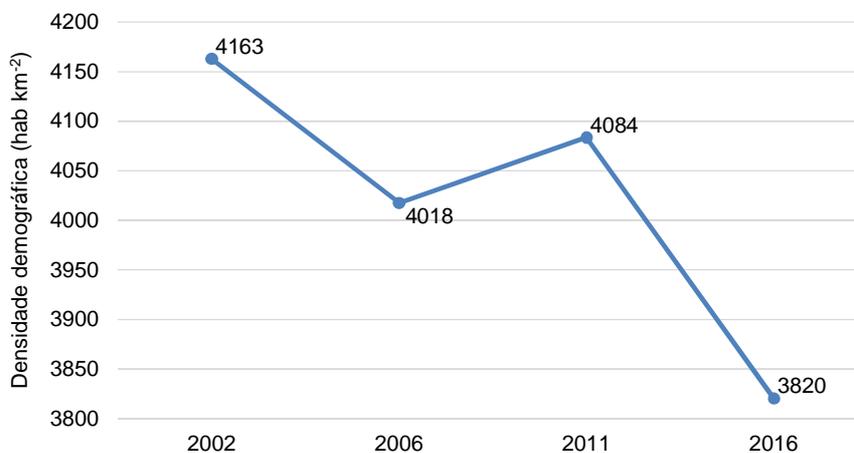


Figura 39: Evolução da densidade demográfica do perímetro urbano no município de Votuporanga, SP, a partir do ano de 2002.

Fonte: IBGE (2016a).

Em 2011 ocorreu um novo incremento (1,6%) e em 2016 o valor reduziu significativamente para 3820,34 hab./km² (decréscimo de 6,47%) na área urbana. Comparando-se 2016 com 2002, tem-se uma redução de 8,24%. Como a população absoluta cresceu ao longo dos anos, o principal motivo do decréscimo da densidade demográfica urbana está relacionado a expansão do perímetro urbano em uma taxa maior que a população.

Por estes resultados, observa-se que Votuporanga possui uma área urbana de 261,75 m² por habitante, estando bem acima quando comparada com o município de São Paulo (182,75 m² por habitante), ou com a média brasileira (41,99 m² por habitante) (IBGE, 2016b).

5.3 Expansão socioeconômica

Conforme a Figura 40, o produto interno bruto (PIB) municipal de Votuporanga – SP apresentou crescimento praticamente linear no período de 2002 a 2014, mais que quadruplicando o valor absoluto.

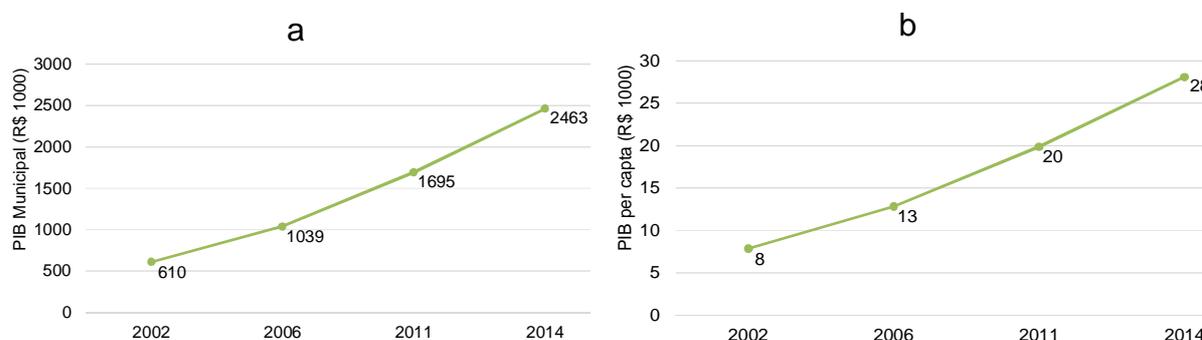


Figura 40: PIB municipal (a) e PIB per capita mensal (b) de Votuporanga, SP, de 2002 a 2014.

Fonte: IBGE (2016a).

Já o produto interno bruto (PIB) *per capita*, no mesmo período, embora também tenha aumentado em torno de 3,5 vezes, não acompanhou o mesmo crescimento do valor absoluto, indicando que o crescimento econômico não acompanhou o crescimento populacional na mesma magnitude. Mas em 2014, Votuporanga ainda se encontrava abaixo da média do estado de São Paulo (R\$ 3.102,96 por habitante por mês), mas acima da média brasileira (R\$ 1.759,28 por habitante por mês), conforme dados do SindsegSP (2016, p. 6) e do IBGE (2016a).

Segundo o IBGE (2016a), em 2014, Votuporanga tinha um PIB *per capita* anual de R\$ 27.208,35, portanto com valor mensal de 2,3 salários mínimos. Quando comparado com os demais municípios do estado de São Paulo, ocupava posição 198 de 645 municípios do estado. Em âmbito federal, colocava-se em 957º lugar dentre os 5.570 municípios brasileiros. Em 2015, 55,4% do seu orçamento provinha de fontes externas. Comparado aos demais municípios do estado, ocupava a posição 591 de 645 e, em âmbito nacional, colocava-se na posição 4.888 de 5.570.

O produto interno bruto (PIB) setorial de Votuporanga – SP que mais cresceu, no período de 2002 a 2014, foi o da administração pública com crescimento de 332%, representando crescimento médio anual de 27,6% (Figura 41).

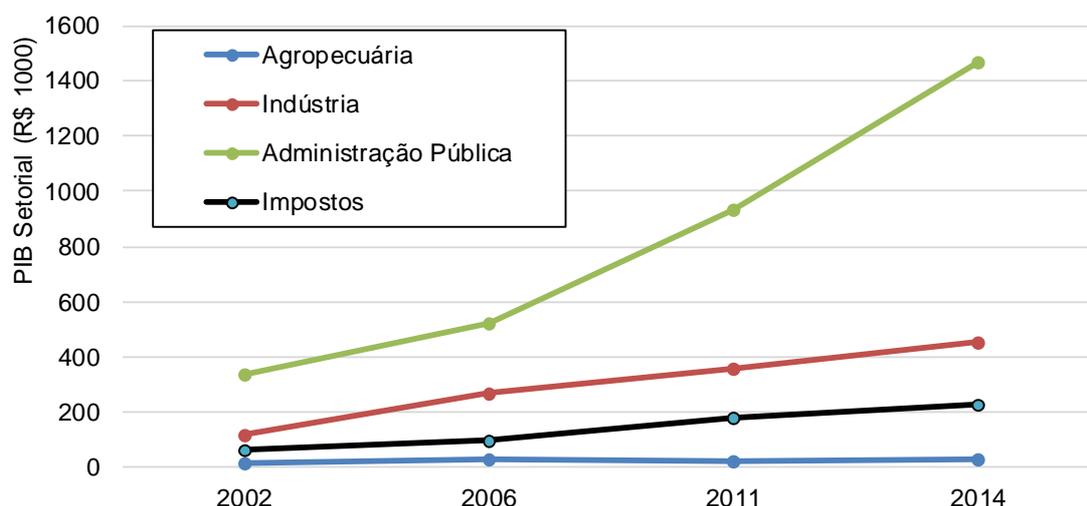


Figura 41: PIB setorial de Votuporanga, SP, no período de 2002 a 2014.

Fonte: IBGE (2016a) (Adaptada).

O produto interno bruto (PIB) setorial referente à indústria teve o crescimento de 290% no mesmo período, correspondendo a uma taxa anual de 24,2%, enquanto a agropecuária apresentou crescimento de 120% no período, resultando em taxa anual de 10%. Quanto aos impostos, o crescimento foi de aproximadamente 257%, significando crescimento anual de 21,4%.

5.4 Produção de RSCC

Considerando o período entre 2014 a 2015, quando se iniciaram os monitoramentos das quantidades de resíduos sólidos da construção civil (RSCC) em Votuporanga,

observou-se um volume médio anual de 33.213 m³ (Figura 42), correspondendo a uma produção de 0,36 m³ hab⁻¹ ano⁻¹ e 13,79 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Os dados foram obtidos junto à Saev Ambiental da cidade.

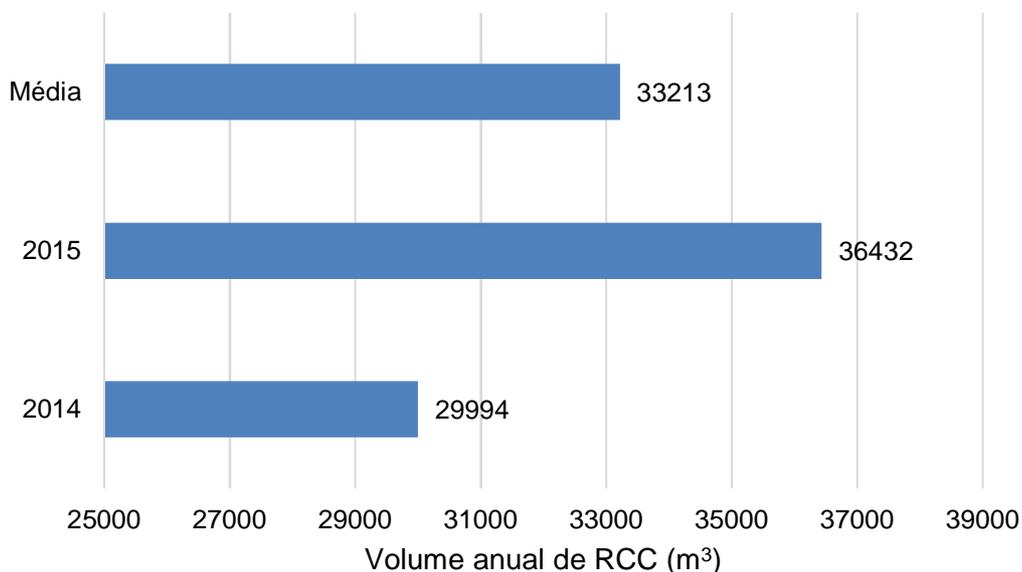


Figura 42: Volume anual de RSCC produzido em Votuporanga - SP, nos anos de 2014- 2015, e a média 2014-2015.
Fonte: SAEV (2016).

Para o Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON, 2012), considerando resíduos sólidos como os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições da construção civil, já incluídos aqueles resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis, o RSCC, no Brasil, é gerada entre 0,4 a 0,7 t/hab./ano e representa 2/3 da massa dos resíduos sólidos municipais ou cerca do dobro dos resíduos sólidos domiciliares, resultados compatíveis com os encontrados em Votuporanga, SP.

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012), um estudo da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), em 2010, estimou, no Brasil, a coleta de 99.354 t/dia (coleta pública e privada), o equivalente, portanto, a cerca de 36.000.000 t/ano, ou 0,18 m³ hab⁻¹ ano⁻¹. Em 2015, todavia, a Abrelpe (2015) constatou que, no País, o volume de resíduos provenientes da construção e demolição (RCD) atingiu o volume coletado de 123.721 t/dia (coleta pública e privada), com um índice de 0,605 Kg/hab./dia, valor que se localiza no intervalo proposto pelo Sinduscon (2012). A região Sudeste foi a maior

geradora de RCD: um volume coletado de 64.097 t/dia, com um índice de 0,748 kg/hab./dia, acima, portanto, da média nacional.

No País, a geração de resíduos de construção civil (RCC) tem apresentado um crescimento expressivo. De 2011 para 2012, o volume de RCC coletado pelos municípios aumentou 5,3%, o que representa mais do que o triplo do crescimento registrado na geração de resíduos sólidos urbanos (SAEV, 2014). Esse aumento de RCC preocupa as administrações públicas municipais (ANGULO; ZORDAN; JOHN, 2001; OLIVEIRA, 2015), uma vez que as quantidades reais são ainda maiores, e esses números refletem a contabilização apenas dos resíduos sob coordenação das municipalidades (IBGE, 2016a).

Pelas médias mensais no período de 2014 a 2015, observou-se que os volumes médios de RCC variaram de 1465 m³ em março até 3243 m³ em janeiro (Figura 43), resultando em média mensal no ano de 2768 m³ mês⁻¹.

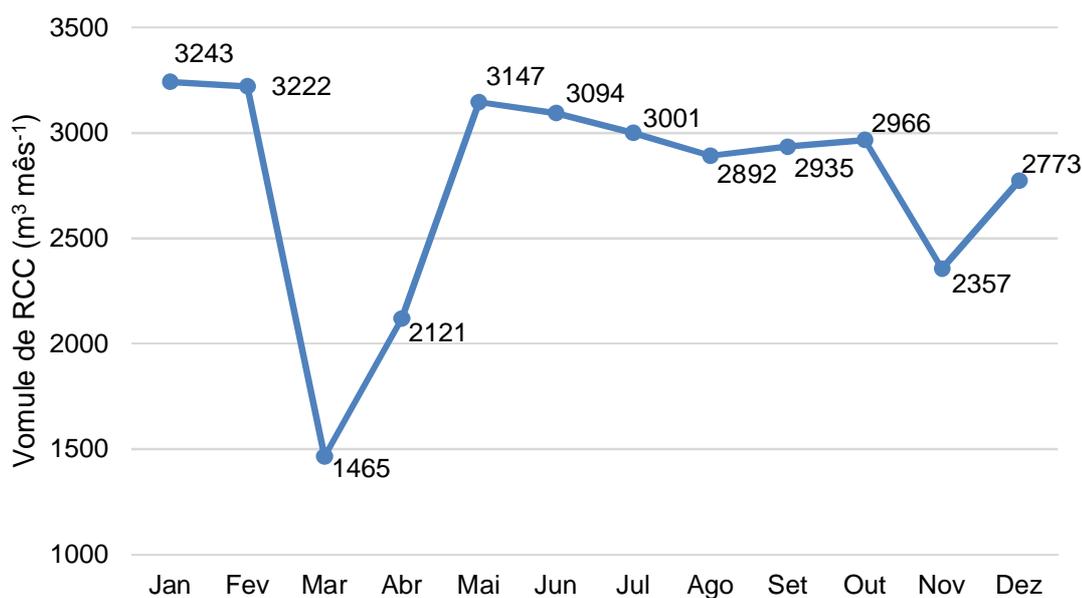


Figura 43: Média mensal do volume de RSCC produzido no município de Votuporanga – SP, entre os anos de 2014 e 2015.

Fonte: SAEV (2016).

No período de maio a outubro o volume médio foi de 3006 m³, média equivalente 32,66 L hab⁻¹ mês⁻¹, ou 1,08 L hab.⁻¹d⁻¹, evidenciando-se que a atividade da construção civil apresentou desenvolvimento médio constante, com queda em novembro, e elevando-se novamente de dezembro a fevereiro do ano subsequente. Assim, de forma geral, pode-se observar, que, após o período de dezembro a fevereiro, em função do ápice do período das chuvas, ocorre redução drástica na produção.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012) considera como valor médio a geração de 0,5 t anual (ou 1,369 kg d⁻¹) por habitante de RSCC em algumas cidades brasileiras, sendo que, para maior representatividade, seriam necessárias mais caracterizações para verificar essa estimativa no caso de cidades de pequeno porte². Cita, como exemplo, São José do Rio Preto, SP, com população estimada em 413 mil habitantes, em que o volume gerado é de 1056 m³/dia, ou seja, uma geração *per capita* de 2,56 L hab⁻¹ d⁻¹, mais que o dobro do índice encontrado em Votuporanga. Também considera que, em cidades com 250 mil a 1 milhão de habitantes, a geração se aproxime de 49.059,6 t ano⁻¹ por município, com uma média *per capita* coletada somente pela prefeitura de 128,1 t por 1 mil habitantes/ano.

5.5 Subprodutos dos RSCC

Pela análise dos subprodutos dos RSCC (Figura 44), o subproduto de menor volume anual médio, entre 2014 e 2015, é o derivado da reciclagem com volume médio anual de 3321 m³, seguido da terra com 11625 m³, que podem ser destinados a aterros, e os triturados com 18267 m³, que são compostos de areia, pedra, pedrisco e rachão.

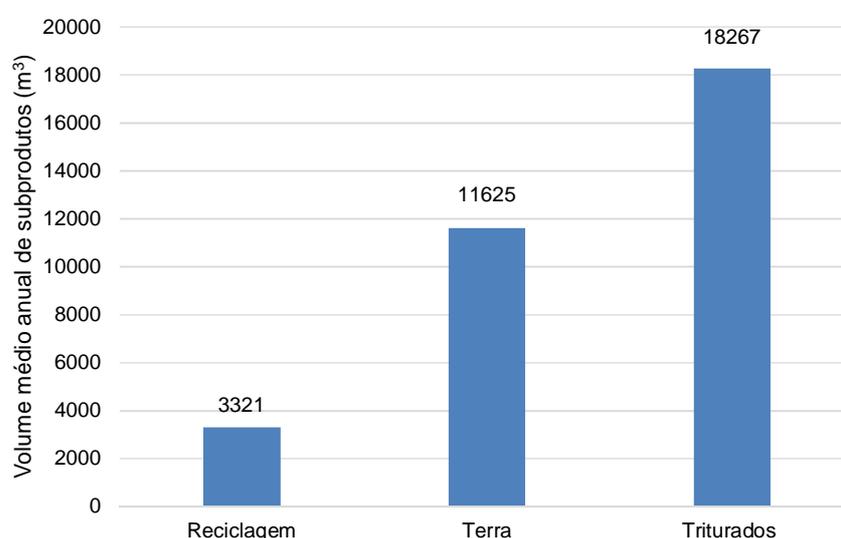


Figura 44: Volume médio anual de subprodutos gerados a partir dos RSCC no município de Votuporanga – SP, entre os anos de 2014 e 2015, em que as barras se referem ao erro padrão da média.

Fonte: SAEV (2016).

² Costuma-se classificar as cidades médias e pequenas pela densidade populacional: pequeno porte compreenderia, segundo essa classificação, cidades com até 50 mil habitantes. Para Lopes e Henrique (2010), no entanto, mais do que a classificação populacional em média ou pequena (o que definiria as cidades como de porte médio ou pequeno), cabe considerar o entendimento sobre as características, cotidianos, funções e formas das cidades de pequeno porte, tais como dinâmica urbana reduzida, carência de diversidade de ocupações, presença de minifúndios com predomínio de agricultura de subsistência, baixa produtividade, falta de qualificação de mão de obra dos cidadãos entre outros.

Embora os subprodutos apresentem volumes diferenciados, Brasileiro e Matos (2015) consideram a própria construção civil como um dos setores que apresenta maior potencial para absorver os resíduos sólidos da construção civil. Os subprodutos gerados do RCC, entre reciclagem, terra e triturados, podem ser aplicados como camadas de base e sub-base em pavimentação (leito e subleito), coberturas primárias de vias, fabricação de argamassas para assentamento e revestimento fabricação de concretos e de pré-moldados (blocos, meio-fio), pavimentação macadame (para tráfego leve), camadas drenantes dentre outros.

O entulho processado pode ser aplicado como agregado para concreto não estrutural, substituindo os agregados convencionais (areia e brita), com vantagens: uso de todos os componentes minerais do RCD (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras etc.), sem precisar separar qualquer um deles; reaproveitamento de maior parcela do RCD proveniente de demolições e de pequenas obras sem aporte para investimentos em equipamentos de moagem ou trituração; e melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, pelo baixo consumo de cimento (BARTOLI, 2016).

Os volumes dos subprodutos da trituração dos RCC entre os anos de 2014 e 2015 estão apresentados na Figura 45, onde o maior volume é da areia com 7.307m^3 mês⁻¹, seguido do rachão, pedras e pedriscos com volumes de 3.653m^3 cada, totalizando o volume médio anual de subprodutos triturados 18.267m^3 , equivalentes a 54,99% do volume anual de RCC.

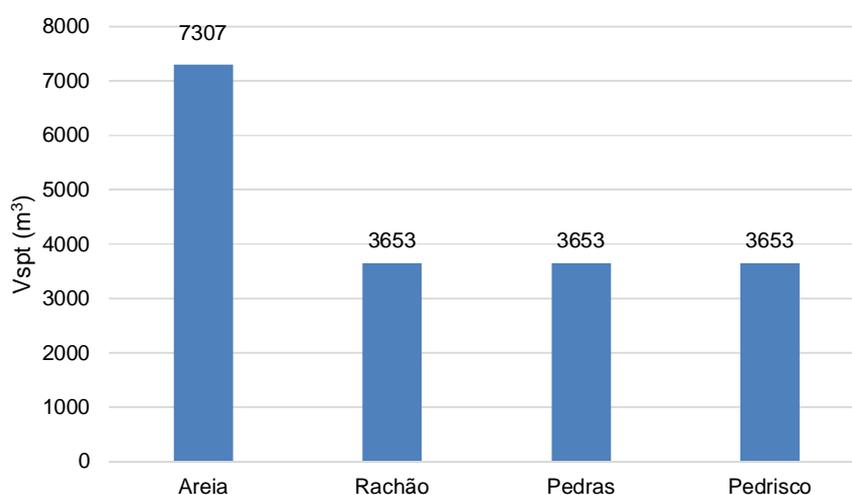


Figura 45: Volume médio mensal de subprodutos da trituração (V_{spt}) dos RCC no município de Votuporanga, SP, entre os anos de 2014 e 2015 (as barras se referem ao erro padrão da média).

Fonte: SAEV (2016).

As figuras 46 a 52 reportam os subprodutos dos resíduos sólidos da construção civil obtidos e identificados na Mejlan Ambiental, em Votuporanga, SP.



Figura 46: Bica corrida de RSCC misturado, ainda sem separação.

Fonte: O autor, 2016.



Figura 47: Subproduto do RSCC: areia.

Fonte: O autor, 2016.



Figura 48: Subproduto da construção civil: rachão oblongo/ovalado, com largura aproximada de 6 cm.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 49: Subproduto da construção civil: rachão arredondado com cerca de 16 cm.
Fonte: O autor, 2016.



Figura 50: Subproduto do RSCC: pedras obtidas pela separação dos materiais (observar as medidas na régua).

Fonte: O autor, 2016.



Figura 51: Subproduto do RSCC: pedriscos de tamanhos diversos (observar as medidas na régua).

Fonte: O autor, 2016.



Figura 52: Subproduto do RSCC: pedriscos de tamanhos diversos (observar as medidas na régua).
Fonte: O autor, 2016.

Em que pesem diferentes dados sobre o reaproveitamento do RCD, os países e suas sociedades gradualmente se voltam para as mais diferentes aplicabilidades dos elementos triturados de RCC na indústria da construção civil, na forma de agregados reciclados, reutilizando os produtos advindos de sua trituração (terra, rachão, pedras, pedriscos) para promover o retorno desses elementos à cadeia construtiva. Os agregados reciclados, além de apresentarem custo de produção inferior ao dos agregados naturais, também possibilitam um “ganho ambiental”, porque se deixa de extrair matéria-prima da natureza e, simultaneamente, se dá um destino final ao RCC (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Além disso, o concreto reciclado pode ser empregado como agregado, por exemplo, em cascalhamento de estradas, preenchimento de vazios em construções, preenchimento de valas de instalações e reforço de aterros (taludes) (CABRAL et al., 2009).

Ficou comprovado que a produção dos reciclados dos RCC apresenta os menores volumes nos meses de março e novembro, decorrentes do baixo desempenho da construção civil. De maio a outubro, todavia, é mantida a média linear, sendo que, a partir de novembro, apresenta crescimento, quando da fase de término de obras da construção civil, mantendo-se até o mês de fevereiro; as variações são para a reciclagem, terra e triturados, com desempenhos relativos (Figura 53).

O volume produzido da reciclagem dos RCC variou de 806 m³ em março a 1783 m³ em janeiro. A produção gerada de terra, nesses meses, variou de 513 m³ para

1135 m³, enquanto o volume de triturados oscilou de 147 m³ para 324 m³ (Figura 53). Logo, o mês de janeiro representou a maior média mensal produzida nesses subprodutos quando comparada com os demais meses do ano individualmente.

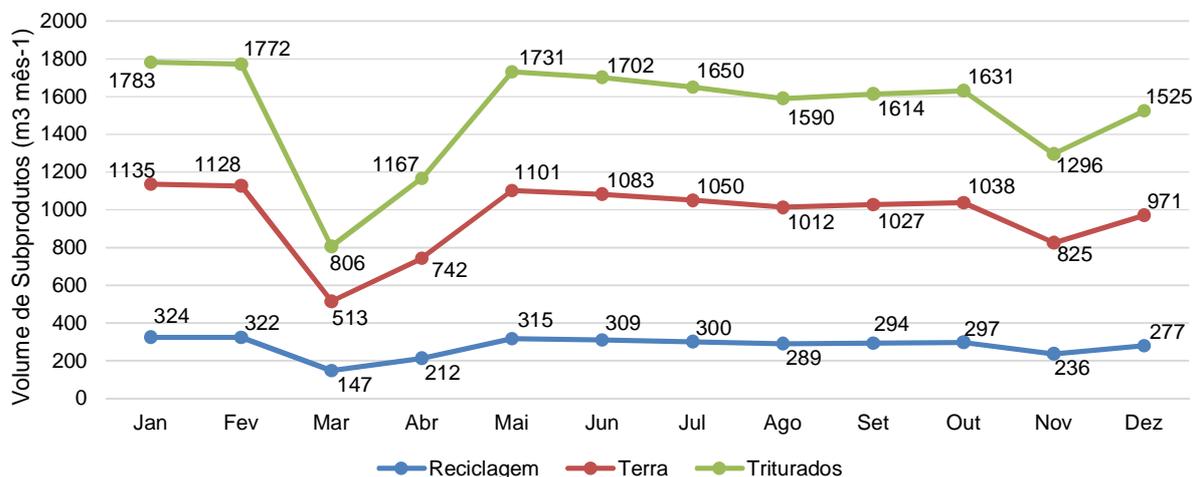


Figura 53: Produção média mensal de RCC no município de Votuporanga, SP, entre os anos de 2014 e 2015.
Fonte: SAEV (2016).

Os subprodutos triturados são comercializados pelos consumidores públicos e privados cujas destinações são:

- areia: composta com agregado para argamassa de revestimento para elevações nas construções civis, com produção média anual de 7.307 m³.
- pedra 1 e pedrisco: comercializados pelas prefeituras de Votuporanga, cidades próximas e empresas privadas para regularização de vias rurais sem pavimentação, para base e sub-base, regularização de vias e calçadas, com produção média anual de 7.306m³;
- rachão: utilizado em vias rurais, elevações de contenção e gabiões, com produção média anual de 3.653m³.

O retorno dos subprodutos obtidos ao processo construtivo moderniza, no país, as ações de prevenção, redução, reutilização e reciclagem, metas de redução de disposição final de resíduos e a disposição final adequada dos rejeitos em aterros sanitários. Entre os benefícios com a utilização desses subprodutos podem ser mencionados: redução dos impactos provocados por descartes residuais, melhora da qualidade de vida dos cidadãos urbanos e obtenção de um balanço ambiental positivo (JABBOUR; SANTOS, 2006). Além disso, visa buscar uma gestão integrada e sustentável, pela redução da produção de resíduos nas fontes geradoras, pelo

reaproveitamento, pela coleta seletiva incluindo catadores de materiais recicláveis, pela geração de renda e pela reciclagem e recuperação de energia (JACOBI; BESEN, 2011).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002) e Brasil (2010a,b) preveem que é dever dos grandes geradores de RCC implementar projetos de gerenciamento desses resíduos, estabelecendo procedimentos de manejo e destinação ambientalmente adequados desses resíduos, e conseqüente produção de renda.

Há que se destacar que a construção civil acompanha a expansão acentuada e rápido crescimento das cidades brasileiras. Segundo Rolnik e Klink (2011), alguns sinais e reflexos desse crescimento podem ser visíveis em cidades de várias regiões: expansão e maior disponibilidade de subsídios públicos ao crédito para a produção habitacional e fomento ao setor imobiliário; crescimento da economia estimulado pelas dinâmicas econômicas recentes; melhoria das condições de urbanização com ampliação da infraestrutura das cidades; melhores condições financeira, política e de gestão, associadas à redução das disparidades socioespaciais, dentre outros.

Votuporanga, SP, se inclui entre elas, sendo grande consumidora de recursos naturais e, em decorrência, grande produtora de RCC. Logo, as cidades deveriam assumir o compromisso com a responsabilidade de destinação dos resíduos produzidos (BARTOLI, 2015).

Com relação ao valor comercial dos subprodutos obtidos da reciclagem dos RCCs (Tabela 9), observa-se que, quando comparado com os produtos convencionais comercializados, eles valem de 44 a 65% a menos.

Tabela 9: Valores dos produtos reciclados e convencionais comercializados em Votuporanga, SP

Produtos	Reciclados (R\$ m⁻³)	Convencionais (R\$ m⁻³)	Diferença (%)
Areia	28.00	70.00	60
Terra	28.00	50.00	44
Pedra	28.00	75.00	63
Pedrisco	28.00	80.00	65
Rachão	28.00	-	-

Fonte: O autor, 2016. (Dados da pesquisa: Mejan Ambiental/Votuterra Votuporanga, 2016)

Para a reciclagem, o custo total (CT) é calculado pela soma de uma sequência de custos, ou seja: CT reciclagem = CT descarte + CT processamento + CT separação + custos fixos. Estima-se que o custo da reciclagem signifique 25% desses custos.

Embora com vantagens nos preços de comercialização, os subprodutos reciclados possuem menor poder de atração pelos consumidores, especialmente para a comercialização e aplicação nas atividades da construção civil (OLIVEIRA, 2015). É necessário, porém, que se tenha um trabalho de conscientização e conhecimento sobre as vantagens da aquisição e aplicação desses subprodutos, dirimindo preconceitos a esses subprodutos, posto que eles possuem o mesmo valor e aplicabilidade que aqueles advindos diretamente das matérias-primas habituais (AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006; COELHO et al., 2011; ANGULO, 2005; CABRAL; MOREIRA, 2011; FERRAZ; SEGANTINI, 2004).

Bartoli (2016) menciona dois exemplos de aplicação de produtos reciclados da construção civil. O primeiro exemplo vem da britagem móvel na Vila dos Atletas, RJ, com reciclagem de RCD em junho de 2013, com um volume de 10.000 m³ e uma economia de R\$ 850.000,00 entre descarte de resíduos e compra de agregado. Outro exemplo é a britagem móvel na Viva Penha, RJ: a aplicação de agregado resultou em economia de R\$ 1,7 milhão entre resíduos e compra de agregado.

Mesmo com um valor comercial, em média de 50% inferior ao produto convencional, se comercializado todo o subproduto triturado dos RCCs produzidos em Votuporanga, seria possível obter uma renda média de quase 70 mil reais mensais (Tabela 10), que corresponde a R\$ 0,76 hab⁻¹ mês⁻¹.

Tabela 10: Potencial mensal de ganho com a reciclagem e comercialização dos RCCs

Produtos	Produção média (m³ mês⁻¹)	Potencial (R\$ mês⁻¹)
Areia	608,91	17.049,48
Terra	968,75	27.125,00
Pedra	304,00	8.512,00
Pedrisco	304,00	8.512,00
Rachão	304,00	8.512,00
Total	2.489,66	69.710,48

Fonte: O autor, 2016. (Dados da pesquisa: Mejan Ambiental/Votuterra Votuporanga, 2016)

Souza, Silva e Barbosa (2014), bem como Jacobi e Besen (2011) e Santana e Oliveira (2004) reiteram as possibilidades de produção de renda, geralmente assimilada pelas populações de baixa renda que podem usufruir de empregos e diferentes formas de sustentação pessoal e familiar com o trabalho na reciclagem e reutilização dos subprodutos dos RCC.

A Federação das Indústrias do Estado da Bahia (Fieb) sugere, por exemplo, a coleta seletiva como uma das possibilidades de geração de emprego e renda, segundo

a qual há viabilidade de “destinação [desses materiais reciclados] para empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam, reciclam ou aproveitam para enchimentos”, ou diretamente para a construção civil, segundo as possibilidades e disponibilidades de cada região ou cidade (FIEB, 2014). A formação de empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos já se constituiria na possibilidade de produção de emprego e renda para a população e para as municipalidades.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da construção civil está presente na economia e desenvolvimento socioeconômico do país, sendo a causadora de grande impacto ambiental no seu processo produtivo. Ocupa grandes áreas para extração de matérias-primas, processo de fabricação, transporte de materiais da extração da matéria-prima *in natura* até a indústria para a industrialização dos produtos destinados à construção civil. Assim, apenas a implementação de políticas de gestão de qualidade e redução de perdas conciliarão a indústria da construção civil e a sustentabilidade.

A Resolução CONAMA nº 307/02 (CONAMA, 2002) representa um progresso com relação aos RCC, pois regulamenta as ações necessárias para reduzir os impactos ambientais, vedando, inclusive, a distribuição dos RCC em aterros de resíduos domiciliares (atitude comum atualmente) e em áreas de bota-fora. Além disso, determina a responsabilidade das administrações municipais em auxiliar o pequeno gerador e, como responsabilidade do grande gerador, o controle e manuseio dos resíduos, tendo como principal objetivo a sua não geração.

Ademais, a classificação em tipos distintos de resíduos ajuda seu controle e manuseio adequado, bem como o melhor reaproveitamento quando sua geração não puder ser evitada. Cabe aos municípios fixar, em suas legislações, o incentivo a não geração de resíduos como principal fator para a solução da questão, evitando a dilapidação de recursos naturais que, muitas vezes, não são renováveis.

Uma visão nova sobre a relação homem/natureza tem despertado preocupações com as questões ambientais e com as reflexões referentes às ações do homem; com isso, a espécie humana passa a ser parte integrante do meio ambiente juntamente com os demais seres vivos e não mais sendo vista como um ser restrito à sua própria natureza.

O homem tem sido responsável por diversos problemas ambientais causando prejuízos em diversas áreas como econômica, sanitária e cultural. Entretanto existe uma nova percepção, segundo a qual a natureza ganha novos valores e significados, com manutenção do equilíbrio e da harmonia dos ecossistemas por meio de técnicas de convivência e exploração que não gere danos ao meio ambiente.

Nesse sentido, existem empresas preocupadas com a redução de perdas de canteiros de obras e incentivo à reciclagem desses materiais. Com isso, o conceito de qualidade, aplicado na indústria da construção civil, consegue gerenciar seus resíduos.

A nova vertente da construção civil nacional é fortalecer o desenvolvimento sustentável por atividades que ajudem a reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos em seus ambientes de trabalho; essa deve ser a linha a ser seguida pelos profissionais da construção civil, estejam ou não eles no início de sua carreira profissional.

O impacto negativo ao meio ambiente provocado pela construção civil é amenizado com publicações como esta, pois contribuem para a transferência, ao meio técnico, de conhecimento fundamental para a mudança nos paradigmas.

A sociedade busca a sustentabilidade nos dias de hoje, porém, isso só será alcançado se a construção civil, uma das principais indústrias consumidoras de matéria-prima e geradora de resíduos, se tornar sustentável. Um importante passo é a correta gestão de seus resíduos.

Todas as questões que envolvem o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos requerem a integração entre políticas econômicas, sociais e ambientais, pois são fundamentalmente decisões de saúde pública. Os grandes centros urbanos, na gestão de resíduos sólidos neste início de século, enfrentam um grande desafio: a elaboração de políticas públicas que visem eliminar os riscos à saúde e ao meio ambiente, para ajudar, de alguma forma, nas mudanças climáticas que estão relacionadas com a ação humana e, simultaneamente, garantir a inclusão social efetiva de parcelas significativas da população. Caminha-se, assim, para uma perspectiva socialmente mais justa, ambientalmente sustentável, sanitariamente correta e economicamente solidária, na perspectiva de um desenvolvimento mais saudável para todos.

Enfim, espera-se que o uso desta metodologia possa cooperar para um planejamento de estratégias que favoreçam a implantação de programas de reciclagem de RSCC, tornando-a mais transparente, menos cara e com maiores possibilidades de sucesso.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados deste trabalho, pode-se concluir em relação à produção de RCC no município de Votuporanga – SP, que:

1. A produção anual média de RCC, no período de 2014 a 2015, foi de 33.213 m³, correspondendo a uma produção *per capita* de 0,36 m³ ano⁻¹ 13,79 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.
2. O volume médio mensal de RCC, no mesmo período, é de 2768 m³ mês⁻¹, sendo que a maior produção ocorre entre os meses de dezembro e fevereiro.
3. Em média, 55% do total dos RCC podem ser triturados e reaproveitados na construção civil, entretanto com um valor comercial de cerca de 50% inferior em relação aos produtos convencionais.
4. O potencial de renda com a comercialização de RCC no município de Votuporanga é de R\$ 0,76 hab⁻¹ mês⁻¹.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, RJ, 2004a. 14 p.

_____. **NBR 15.112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, RJ, 2004b. 7 p.

_____. **NBR 15.113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004c. 12 p.

_____. **NBR 15.114**: Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, RJ. 2004d. 7 p.

_____. **NBR 15.115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, RJ, 2004e. 14 p.

_____. **NBR 15.116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, RJ, 2004f. 12 p.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2015**. São Paulo: Abrelpe, 2015. 92 p. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2016.

AIRVO – Associação Industrial da Região de Votuporanga. [Internet]. Disponível em: <<http://www.airvo.com.br/>>. Acesso em: 13 out. 2016.

AISSE, Miguel Mansur; OBLADEN, Nicolau Leopoldo; SANTOS, Arnaldo Scherer dos. **Aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos**. Curitiba: CNPq/ITAH/IPPUC/LHISAMA-UCPr, 1982. 107 p.

ALVES, Ricardo Oliveira. **Análise da viabilidade econômica da implantação de uma indústria de reciclagem de embalagens e PET na região de Ouro Preto**. 2003. 56 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Ouro Preto.

ANGULO, Sérgio Cirelli. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos**. 2005. 235 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. Doi: 10.11606/T.3.2005.tde-18112005-155825.

ANGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Eduardo; JOHN, Vanderley Moacyr. Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil. São Paulo, 2001. 13 p. Disponível em: <<http://www.pedrasul.com.br/artigos/sustentabilidade.pdf>>. Acesso: 25 nov. 2016.

ARAÚJO, Suely Mara Vaz Guimarães de; JURAS, Ilidia da Ascensão Garrido Martins. **Comentários à lei dos resíduos sólidos**: Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. São Paulo: Pillares, 2011. 256 p.

AZEVEDO, Gardênia Oliveira David; KIPERSTOK, Asher; MORAES, Luiz Roberto Santos. Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável. **Engenharia Sanitária Ambiental**. Bahia, v. 11, n. 1, p. 65-72, jan./mar. 2006.

BAPTISTA JUNIOR, Joel Vieira; ROMANEL, Celso. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. **Urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana**. Curitiba, v. 5, n. 2, p. 27-37, dez. 2013.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. Saneamento. In: CASTRO, Alaor de Almeida; COSTA, Ângela Maria Ladeira Moreira; LEMOS, Carlos Augusto de Chernicharom et. al. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Belo Horizonte, MG: Escola de Engenharia da UFMG, 2003. 221 p.

BARTOLI, H. Logística reversa e reciclagem de resíduos de construção e demolição. [s.l]: Abrecon, 2016. 45 p. Disponível em: <http://www.wasteexpo.com.br/assets/hewerton_bartoli_abrecon.pdf>. Acesso em: 17 out. 2016.

BICCA NETO, Victor. Um retrato de 20 anos da coleta seletiva no país. **CEMPRE: Compromisso Empresarial para a Reciclagem**, n. 136, jul./ago. 2016. Disponível em: <<http://cempre.org.br/cempre-informa/id/7/um-retrato-de-20-anos-da-coleta-seletiva-no-pais>>. Acesso em: 25 out. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, n. 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, p. 95-96. Brasília-DF, 2002a. 4 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 11 out. 2016.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 308, de 21 de março de 2002. Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte. **Diário Oficial da União**, n. 144, de 29 de julho de 2002, Seção 1, p. 77-78. Brasília-DF, 2002b. Disponível em: <http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsulegis_11.pdf>. Acesso em: 11 out. 2013.

_____. Resolução Conama nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da União**, n. 158, de 17 de agosto de 2004, Seção 1, p. 70. Brasília: MMA/Conama, 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>. Acesso em: 19 out. 2016.

_____. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, de 8.1.2007, retificado em 11.1.2007. Brasília: Planalto, 2007. 17 p. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 10 out. 2016.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, de 3.8.2010, Seção 1, p. 3. Brasília-DF, 2010a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 15 set. 2016.

_____. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, 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. **Diário Oficial da União**, de 23.12.2010, edição extra e retificado em 24.12.2010. Brasília: Planalto, 2010b. 19 p. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm>. Acesso em: 10 out. 2016.

_____. Ministério das Cidades. **Propostas iniciais para propostas iniciais para diretrizes de licenciamento diretrizes de licenciamento de áreas de manejo**. Resíduos da construção civil, resíduos da construção civil, volumosos e inertes. Brasília: Ministério das Cidades, 2016. 41 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/46_10112008103231.pdf>. Acesso em: 23 out. 2016.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica** **61**, p. **178-189**, **2015**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v61n358/0366-6913-ce-61-358-00178.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2017.

BRINGHENTI, Jacqueline R.; GÜNTHER, Wanda M. Risso. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. Jucutuquara, Vitória, ES, v. 16, n. 4, p. 421-430, out./dez. 2011.

CABRAL, Antônio Eduardo Bezerra; MOREIRA, Kelvya Maria de Vasconcelos. **Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil**. Fortaleza: Sinduscon-CE. 2011. 44p. Disponível em: <<http://www.sinduscon-ce.org/ce/downloads/pqvc/Manual-de-Gestao-de-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

CABRAL, Antônio Eduardo Bezerra; SCHALCH, Valdir; MOLIN, Denise Carpena Coitinho Dal et al. Desempenho de concretos com agregados reciclados de cerâmica vermelha. **Revista Cerâmica**. São Paulo, v. 55, n. 336, p. 448-460, out./dez. 2009.

CACAU, Adrielle Lofiego; BITENCOURT, Bruno Angulo; OBANDO, Eliberto Grandes

et al. (2014) [online]. Lixão: uma questão pertinente na contaminação dos lençóis freáticos de Tabatinga-AM. Disponível em: <<http://ebah-web-586602798.us-east-1.elb.amazonaws.com/content/ABAAAgbpwAD/lixao-questao-pertinente-na-contaminacao-dos-lencois-freaticos-tabatinga-am#>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

CASSA, José Clodoaldo Silva; CARNEIRO, Alex Pires; BRUM, Irineu Antônio Schadach de. (Orgs.) **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção**. Projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA/Caixa, 2001. 312 p.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. Radiografando a coleta seletiva [Internet]. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclosoft/id/8>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

CHAVES, Emelly; SINARA, Leidy; DIANDRA, Thays et al. **O meio ambiente e o saneamento ambiental no bairro Cruviana**. Universidade Federal de Roraima/ Centro de Ciências e Tecnologia/ Habitação de Interesse Social, 2014. 79 slides. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/joebessa/his-saneamento-ambiental>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

COELHO, Hosmanny Mauro Goulart; LANGE, Liséte Celina; JESUS, Lucas Filipe Lucena et al. Proposta de um índice de destinação de resíduos sólidos Industriais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 307-316, jul./set. 2011.

COELHO, Margarida Martins. **Condições de trabalho e saúde ocupacional dos trabalhadores da limpeza urbana** [manuscrito]. 2012. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu. Disponível em: <<http://www.cpgss.pucgoias.edu.br/ArquivosUpload/2/file/MCAS/Margarida%20Martins%20Coelho.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2016.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, n. 136, de 17.07.2002, p. 95-96. Alterada pelas Resoluções 348, de 16 de agosto de 2004, e nº 431, de 24 de maio de 2011. Brasília: Conama, 2002. 7 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 17 out. 2016.

_____. Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da União**, n. 158, de 17 de agosto de 2004, Seção 1, p. 70. Brasília: MMA, 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>. Acesso em: 19 out. 2016.

_____. Resolução nº 404, de 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. **Diário Oficial da União**, n. 220, de 12.11.2008, Seção 1, p. 93. Brasília: Conama, 2008. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=592>>. Acesso em: 19 out. 2016.

_____. Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. **Diário Oficial da União**, n. 99, de 25.5.2011, p. 123. Brasília: Conama, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 19 out. 2016.

CORRÊA, Lásaro Roberto. Sustentabilidade na construção civil. 2009. 70 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG.

COSTA, Nébel da; COSTA JUNIOR, Newton da; LUNA, Mônica et al. Planejamento de programas de reciclagem de resíduos da construção e demolição no Brasil: Uma análise multivariada. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 446-456, out./dez. 2007.

CRUZ, André Luiz Marcelo. **A reciclagem dos resíduos sólidos urbanos**: um estudo de Caso. 2002. 157 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

DEMAJOROVIC, Jacques. Da política tradicional de tratamentos do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 88-93, 1995.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2011. 220 p.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 1995. 134 p.

FERNANDEZ, Jaqueline Aparecida Bória. **Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil**. Relatório de pesquisa. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2012. 42 p.

FERRAZ, André Luiz Nonato; SEGANTINI, Antônio Anderson da Silva. Engenharia sustentável: aproveitamento de resíduos de construção na composição de tijolos de solo-cimento. **Enc. Energ. Meio Rural**, ano 5, 2004. 8 p. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000100052&scrypt=sci_arttext>. Acesso em: 13 out. 2016.

FIEB – Federação das Indústrias do Estado da Bahia. SESI, SENAI, IEL e CIEB. **Gestão de resíduos na construção civil**: redução, reutilização e reciclagem. Bahia: SENAI SEBRAE GTZ, 2016(?). 79 p. Disponível em: <<http://www.fieb.org.br/bancafiieb/detalhe/gestao-de-residuos-na-construcao-civil-reducao-reutilizacao-e-reciclagem/177>>. Acesso em: 14 ago. 2016.

FIGUEIREDO, Paulo Jorge Moraes. **A sociedade do lixo**: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental. 2. ed. UNIMEP: Piracicaba, 1994. 240 p.

GONÇALVES, Marcus Eduardo; MARINS, Fernando Augusto Silva. Logística reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 13, n. 3, p. 397-410, set./dez. 2006.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, jan./jun. 2012.

GOUVEIA, Nelson; PRADO, Rogério Ruscitto do. Análise espacial dos riscos à saúde associados à incineração de resíduos sólidos: avaliação preliminar. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 13, n. 1, p. 3-10, mar. 2010.

GUEDES, Stela Aparecida. **Relatório de estágio supervisionado**. Área Temática: Marketing. 2014. 63 p. Monografia (Bacharelado em Administração) – Faculdade Cenequista de Capivari – FACECAP, Capivari, SP.

HISATUGO, Erika; MARÇAL JUNIOR, Oswaldo. Coleta seletiva e reciclagem como instrumentos para conservação ambiental: um estudo de caso em Uberlândia, MG. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, MG, v. 19, n. 2, p. 205-216, dez. 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**: sinopse do censo e resultados preliminares do universo. Rio de Janeiro, 2011. 36 p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000402.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2016.

_____. **Estimativas da população dos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2014**. Nota técnica. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. 18 p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/pdf/analise_estimativas_2014.pdf>. Acesso em: 14 out. 2016.

_____. Brasil em síntese. São Paulo. Votuporanga. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/sp/votuporanga/panorama>>. Acesso em: 12 out. 2016a.

_____. Brasil em síntese. São Paulo. São Paulo. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/sp/sao-paulo/panorama>>. Acesso em: 12 out. 2016b.

_____. Brasil em síntese. Serra da Saudade. Minas Gerais. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/mg/serra-da-saudade/panorama>>. Acesso em: 12 out. 2016c.

INOJOSA, Fernanda Cunha Pirillo. **Gestão de resíduos da construção e demolição: a Resolução CONOMA 307/2001 no Distrito Federal**. 2010. 225 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, DF.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil**. Relatório de pesquisa. Brasília: IPEA, 2012. 42 p.

Disponível em:

<http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf>. Acesso em: 12 out. 2016.

JABBOUR, Charbel José Chiappetta; SANTOS, Fernando César Almada. Evolução da gestão ambiental na empresa: uma taxonomia integrada à gestão da produção e de recursos humanos. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 13, n. 3, p. 435-448, dez. 2006.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135-158, jan./abr. 2011. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142011000100010>. Acesso em: 16 out. 2016.

JOHN, Vanderley Moacyr; AGOPYAN, Vahan. Reciclagem de resíduos da construção. In: Seminário Reciclagem de Resíduos Domiciliares. **Anais...** São Paulo: Cetesb, 2003. 13 p. Disponível em:

<http://globalconstroi.com/images/stories/Manuais_tecnicos/2010/reciclagem_residuos/CETESB.pdf>. Acesso em: 19 out. 2016.

JOHN, Vanderley Moacyr. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 102 p. Tese (Livre docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo.

LEITE, Mônica Batista. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**.

2001. 290 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2001. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/21839>>. Acesso em: 13 jul. 2016.

LEITE, José Rubens Morato; BELCHIOR, Germana Parente Neiva. **Resíduos Sólidos e Políticas Públicas: Diálogos entre Universidade, Poder Público e Empresa**. Florianópolis: Insular, 2014. 299 p. Disponível em: <http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo_20140226151318_3810.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2016.

LEVY, Salomon Mony. **Reciclagem do entulho de construção civil para utilização como agregado de argamassas e concretos**. 1997. 146 p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

LEVY, Salomon Mony; HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Origem e produção de entulho**. Artigo. São Paulo: PCC – EPUSP, 1997. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

LIMA-e-SILVA, Pedro Paulo de; GUERRA, Antônio Jose Teixeira; MOUSINHO, Patrícia et al. **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. Rio de Janeiro: Thex,

2000. 252 p. ISBN: 85-85575-84-0.

LOBATO, Kelly Carla Dias; LIMA, Josiane Palma. Caracterização e avaliação de processos de seleção de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica de mapeamento **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v.15, n.4, out./dez. 2010. 12 p. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522010000400007>. Acesso em: 13 set. 2016.

LOPES, D. M. F; HENRIQUE, W. (Orgs.). **Cidades médias e pequenas: teorias, conceitos e estudos de caso**. Salvador: SEI, 2010. 250 p. (Série estudos e pesquisas, 87).

MACHADO, Gleysson B. Classificação dos resíduos da construção civil no Brasil. **Portal Resíduos Sólidos (PRS)**. Publicação [*online*] em: 18 mar. 2015. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/classificacao-dos-residuos-da-construcao-civil-no-brasil>>. Acesso em: 4 abr. 2016.

MAIA, Andrei Giovani; PIRES, Paulo dos Santos. Uma compreensão da sustentabilidade por meio dos níveis de complexidade das decisões organizacionais. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 177-206, jun. 2011.

MAIA, Hérica Juliana Linhares; ALENCAR, Layana Dantas; BARBOSA, Erivaldo Moreira et al. Questões contemporâneas. Política de Resíduos Sólidos: um marco na legislação ambiental brasileira. **Revista Polêmica**, v. 13, n. 1, jan. 2014. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/9636/7561>>. Acesso em: 15 out. 2016.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 6. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2007. 289 p.

MARTINS, Maria de Fátima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Modelo de avaliação do nível de sustentabilidade urbana: proposta para as cidades brasileiras. **Urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana**. Curitiba, PR, v. 7, n. 3, p. 397-410, dez. 2015.

MEJAN – Mejan Ambiental. Abas principais: a Mejan, atuação, serviços, contato, notícias. Abas secundárias: gerenciamento de resíduos, consultoria e assessoria, rastreabilidade, locação de caçambas. Disponível em: <mejan.com.br>. Acesso em: 13 set. 2016.

MENEZES, Romualdo R.; FARIAS FILHO, João de; FERREIRA, Heber Sivini et al. Reciclagem de resíduos da construção civil para a produção de argamassas. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v. 55, n. 335, p. 263-270, set. 2009.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário**. 7. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011. 1.647 p. ISBN: 9788520339183.

MOTA, Adriana Valle. Do lixo à cidadania. **Revista Democracia Viva**, Rio de Janeiro, n. 27, p. 3-8, jun./jul. 2005.

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Revistas Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012.

OLIVEIRA, Talita Yasmin Mesquita. **Estudo sobre o uso de materiais de construção**: alternativos que otimizam a sustentabilidade em edificações. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2015. 99 p.

PARRA FILHO, Domingos; SANTOS, João Almeida. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Futura, 2002. 277 p.

PEREZ, Zuleica Maria de Lisboa. (Coord.) **Resíduos da construção civil e o estado de São Paulo**. São Paulo: SindusCon, 2012. 85 p. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/2012/08/residuos_construcao_civil_sp.pdf>. Acesso em: 22 set. 2016.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo.

PINTO, Tarcísio de Paula; GONZÁLES, Juan Luís Rodrigo. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília-DF: MMA/Caixa, 2005. 70 p.

PIOVESAN JUNIOR, Gilson Tadeu Amaral. Avaliação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados no município de Santa Maria. 2007. 76 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria-RS.

PONTES, José Carlos. **Votuporanga**: as raízes e a saga de um povo. Fatos e pessoas que fizeram a história da cidade. Com verbetes de A a Z. São José do Rio Preto: 2001. 75 p. Disponível na Biblioteca Municipal de Votuporanga.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VOTUPORANGA. Disponível em: <<http://www.votuporanga.sp.gov.br/n/home/>>. Acesso em: 10 out. 2016.

RAMOS, Marco Aurélio; PINTO, Antônio Carlos dos Passos; MELO, Alfredo Alves de Oliveira. O gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil e de demolição no município de Belo Horizonte. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, SC, v. 2, n. 2, p. 45-68, out. 2013/mar. 2014. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/viewFile/1676/1239>. Acesso em: 19 out. 2016.

REVISTA VOTUPORANGA. A reconstrução de uma cidade. Votuporanga, SP: Ed. Expressão (Comercialização e impressão), maio 2003. Disponível na Biblioteca Municipal de Votuporanga.

REZENDE, Celestina Lima de; FARIAS, Marcelo Martins; SILVA, Reginaldo César Sanches de. **Produção mais limpa, redução e o reaproveitamento dos resíduos**

de construção e demolição (RCD). VII CONEPI – Ciência, tecnologia e inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional, de 9 A 21 out. 2012. 8 p. Disponível em: <<http://propi.iftto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1863/2122>>. Acesso em: 20 set. 2015.

ROLNIK, R.; KLINK, J. Crescimento econômico e desenvolvimento urbano: por que nossas cidades continuam tão precárias? **Novos Estud.**, São Paulo, CEBRAP, n. 89, mar. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002011000100006>. Acesso em: 12 out. 2016.

SAEV Ambiental. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS. Votuporanga, SP, 2014. 184 p.. Disponível em: <<http://saev.com.br/PMGIRS-VOTU-MINUTA2014.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2016.

SANTANA, Vilma S.; OLIVEIRA, Roberval P. Saúde e trabalho na construção civil em uma área urbana do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, RJ, v. 20, n. 3, p. 797-811, maio/jun. 2004.

SANTOS, Fábio Ricardo dos; POMPEU, Ricardo Bertoni. Logística reversa de resíduos da construção civil: uma análise de viabilidade econômica. Um estudo de caso. **Revista de Tecnologia da Fatec de Americana**. Americana, SP, v. 2, n. 1, p. 105-120, mar./set. 2014.

SANTOS, Thainara Rocha; MARINHO, Jaqueline Pereira; SOUZA, Harley Anderson de. Resíduos sólidos gerados pela construção civil em Goiânia. VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. Porto Alegre, 23 a 26 nov. 2015. **Anais...** Porto Alegre: IBEAS (Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais), 2015. 8 p. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/III-048.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

SÃO PAULO (Cidade). Decreto nº 48.075, de 28 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduos sólidos da construção civil, em obras e serviços de pavimentação das vias públicas do Município de São Paulo. Publicado na **Secretaria do Governo Municipal**, em 28 de dezembro de 2006. São Paulo, SP: Prefeitura de São Paulo, 2006. 2 p. Disponível em: <http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=29122006D%20480750000>. Acesso em: 13 out. 2016.

_____. Lei nº 14.803, de 26 de junho de 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. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, n. 118, de 27.06.08. São Paulo, SP: Prefeitura de São Paulo, 2008. 16 p. Disponível em: <http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/saude/legislacao/0001/Lei_2008>

_14803.pdf>. Acesso em: 13 out. 2016.

_____. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da cidade de São Paulo – PGRI**. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 2014. 456 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Coleta seletiva**: na escola, no condomínio, na empresa, na comunidade, no município [Internet]. São Paulo: SMA/FCA/UNESP, 2016. 16 p. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/Home/Extensao/ProjetoColetaSeletiva52/cartilha-smasp.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2016.

SCHRAMM, Fermin Roland. Ecologia, ética e saúde: o princípio da responsabilidade. In: LEAL, M.C.; SABROZA, P.C.; RODRIGUEZ, R.H. et al. (Org.s). **Saúde, ambiente e desenvolvimento**. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec/Abrasco: 1992. v. 2, p. 233-255.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Empresa de reciclagem. Localização. [Internet]. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-empresa-de-reciclagem,0f287a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 14 out. 2016.

SILVA, Alex Fabiane Fares da. **Gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com a resolução CONAMA nº 307/02**: estudo de caso para um conjunto de obras de pequeno porte. 2007. 102 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/FRPC-78WFYS/gerenciamento_de_res_duos.pdf?sequence=1>. Acesso em: 12 ago. 2016.

SILVA, José Anderson Melo da; FREITAS, Vera Lúcia Chalegre de. Consciência e conscientização em sustentabilidade ambiental: um olhar para a consciência crítica transformadora. **Revista Diálogos**, n. 15, p. 74-86, mar./abr. 2016.

SILVA FILHO, Júlio Cesar Gomes da; CALABRIA, Felipe Alves; SILVA, Gisele Cristina Sena et al. Aplicação da produção mais Limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. **Production**, São Paulo, SP, v. 17, n. 1, p. 109-128, jan./abr. 2007.

SINDSEGSP – Sindicato das Empresa de Seguros, Resseguros e Capitalização. Estatísticas globais do estado de São Paulo - economia e seguros. Dados de 2008 e 2015. SindiSegSP, 2015. 13 p. Disponível em: <https://www.editoraroncarati.com.br/v2/phocadownload/estatisticas_globais_estado_sao_paulo_economia_seguros_2008_2015.pdf>. Acesso em: 13 out. 2016.

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. Governo do estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente (SMA). **Resíduos da construção civil e o estado de São Paulo**. São Paulo: SMA/Sinduscon, 2012. 85 p.

SOUZA, Maria Aparecida; SILVA, Monica Maria Pereira da; BARBOSA, Maria de

Fátima Nóbrega. Os catadores de materiais recicláveis e sua luta pela inclusão e reconhecimento social no período de 1980 a 2013. **Revista Monografias Ambientais** – REMOA/UFMS, Santa Maria, RS, v. 13, n. 5, p.3998-4010, dez. 2014. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, UFSM, Santa Maria. DOI:10.5902/22361308115145. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/viewFile/15145/pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

TESSARO, Alessandra Buss; SÁ, Jocelito Saccol de; SCREMIN, Lucas Bastianello. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, RS, v. 12, n. 2, p. 121-130, abr./jun. 2012.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade ambiental**: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente - Como se preparar para as Normas ISSO 14000. São Paulo: Pioneira, 1995. 117 p.

VOTUPORANGA. Lei n. 2830, de 05 de janeiro de 1996. Dispõe sobre o sistema disciplinar e institui normas gerais de zoneamento, parcelamento, uso e ocupação de solo, aplicáveis no município. Publicada e registrada na Divisão de Comunicação Administrativa, Paço Municipal, em 05 de janeiro de 1996. Votuporanga, SP, 1996. Disponível em: <http://www.votuporanga.sp.gov.br/atool/_arquivo/pasta/fc3cf452d3da8402bebb765225ce8c0e.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2016.

VOTUPORANGA. Localização. Disponível em: <<http://www.votuporanga.sp.gov.br/n/publicacao/?x=turista&p=201367144655-localiza--o>>. Acesso em: 13 set. 2016.