UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINE TONET SANTOS

A RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA PERSPECTIVA DE EMPRESAS RECICLADORAS

CAMPO MOURÃO

2018

CAROLINE TONET SANTOS

A RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA PERSPECTIVA DE EMPRESAS RECICLADORAS

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Dr. Vanessa Medeiros Corneli

CAMPO MOURÃO

2018

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil

TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

A RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA PERSPECTIVA DE EMPRESAS RECICLADORAS

por

Caroline Tonet Santos

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 08:30 h do dia 29s de novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profª. Drª. Morgana Suszek Gonçalves
(UTFPR)

Prof. Dr. Eudes José Arantes
(UTFPR)

Profª. Drª. Vanessa Medeiros Corneli
(UTFPR)
Orientadora

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Profª. Drª. Paula Cristina de Souza

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

À minha mãe Loide, que não mediu esforços em nenhum instante para me ajudar, incentivar e me dar forças nos momentos que pensei em desistir.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois nada seria sem a sua existência, por estar presente em minha vida, me iluminando e sendo meu socorro nas horas das angústias.

Aos meus pais, Reinaldo e Loide, pelo amor, educação, dedicação e todo esforço para oferecer sempre o melhor. À meu irmão Gustavo e cunhada Taciane, pela paciência e pelo presente lindo que nos deu, Maria Luiza. Serei eternamente grata por estarem comigo, por nunca me desampararem, por me ajudarem sempre que precisei e por me defenderem sempre com unhas e dentes. Sem vocês nada disto seria possível.

A minha orientadora, professora Dra. Vanessa Medeiros Corneli, pela paciência, dedicação comigo durante todos esses anos e pelas valiosas sugestões oferecidas à melhoria deste trabalho.

Não poderia de deixar de agradecer aos meus amigos que fiz durante esta etapa essêncial da minha vida. Paulo, Marcos e Fernando por estarem sempre comigo e dispostos a me ajudarem. À Ana, Luana, Othon e Vanessa, pela amizade e companheirismo. Que mesmo alguns já não morando perto, levarei para sempre comigo e serei grata pelos momentos bons convividos.

Amigos que cruzaram meu caminho, pelo simples fato da minha escolha de profissão, a engenharia civil, Cris, Damião e Ana Paula, com vocês aprendi muito e espero levá-los para toda a vida.

Amigo de tempo de colégio, Bruno, que mesmo eu não sendo muito presente nestes anos, sempre me incentivou. Sua noiva Jéssica, que se tornou minha amiga. Obrigada pela amizade e apoio.

As empresas que contribuiram para que este trabalho pudesse ser realizado.

Por fim, a todos os professores e colegas, que não foram citados diretamente, mas que contribuíram de forma direta ou indireta para a minha formação acadêmica e realização desta conquista.

RESUMO

Os impactos ambientais causados pela atividade da construção civil são uma realidade, já que o setor é responsável pelo consumo de significativa parcela dos recursos naturais e pela geração de resíduos sólidos. Com o objetivo de minimizar os impactos ambientais associados aos resíduos da construção civil (RCC) o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceu a resolução nº307 no ano de 2002, que define, entre outros, procedimentos para a gestão de RCC. A reciclagem dos resíduos é tida como uma alternativa ambientalmente adequada para a destinação dos RCC. O presente trabalho teve objetivo de apresentar uma análise da reciclagem de resíduos da construção civil no Brasil, a partir da perspectiva de empresas do setor. Para o levantamento das empresas objeto desse estudo foram utilizados dados disponibilizados no *website* da Associação de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON. Para a coleta de informações elaborou-se um questionário, que foi disponibilizado via *e-mail* às respectivas empresas, e teve como finalidade, entre outros, identificar as motivações para a abertura do negócio, principais clientes, forma de aplicação dos agregados e dificuldades enfrentadas pelo setor. Evidenciou-se que, a possibilidade de ter e ofertar uma forma ambientalmente adequada para a destinação dos resíduos e oportunidade de negócio lucrativo foram as principais motivações para investimento no segmento; que os clientes variam de pequenos consumidores ao setor público; que os materiais são empregados em obras sem função estrutural e de pavimentação, como base e sub-base; e que a falta de segregação por parte do gerador é uma das maiores dificuldades encontrada pelas empresas, por onerar a operação e afetar a qualidade do produto final.

Palavras-chave: Reciclagem, Resíduos da construção civil, Empresas recicladoras.

ABSTRACT

The environmental impacts caused by the construction activity are a reality, since the sector is responsible for the consumption of a significant portion of natural resources and for the generation of solid waste. With the objective of minimizing the environmental impacts associated with construction waste (RCC), the National Environment Council (CONAMA) established resolution no. 307 in the year 2002, which defines, among others, procedures for the management of RCC. The recycling of waste is considered as an environmentally adequate alternative for the destination of RCC. The present work aimed to present an analysis of the recycling of construction waste in Brazil, from the perspective of companies in the sector. For the survey of the companies object of this study were used data available on the website of the Association of Residues of Civil Construction and Demolition - ABRECON. For the collection of information a questionnaire was prepared, which was made available via e-mail to the respective companies, and had as purpose, among others, to identify the motivations for the opening of the business, main customers, the way of applying the aggregates and difficulties faced by industry. It was evidenced that the possibility of having and offering an environmentally adequate way to dispose of waste and a profitable business opportunity were the main motivations for investment in the segment; that customers range from small consumers to the public sector; that the materials are used in works without structural and paving function, as base and sub-base; and that the lack of segregation by the generator is one of the greatest difficulties encountered by the companies, to burden the operation and affect the quality of the final product.

Keywords: Recycling, Construction waste, Recycling companies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO POR ESTADO DAS EMPRESAS QUE PARTICIPARAM DA PESQUISA 14
FIGURA 2 - MOTIVAÇÃO QUE LEVARAM A ABERTURA DA EMPRESA RECICLADORA 15
FIGURA 3 - CLASSES DOS RESÍDUOS QUE SÃO RECEBIDOS PELAS EMPRESAS 15
FIGURA 4 - DESTINAÇÃO DADA AOS RCC NÃO RECICLADOS COMO AGREGADOS..... 16
FIGURA 5 - FORMA DE TRANSPORTE DOS RCC UTILIZADOS PELAS EMPRESAS PESQUISADAS ..... 1**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**7
FIGURA 6 - TIPOS DE AGREGADOS PRODUZIDOS PELAS EMPRESAS 17
FIGURA 7 - EMPRESAS QUE UTILIZAM OS AGREGADOS JÁ RECICLADOS PARA FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS 18
FIGURA 8 - CLIENTES QUE COMPRAM OS AGREGADOS RECICLADOS DOS EMPREENDIMENTOS PESQUISADOS 19
FIGURA 9 - EMPREGO DADO AOS AGREGADOS RECICLADOS PELOS CLIENTES DAS USINAS RECICLADORAS 19
FIGURA 10 - DIFICULDADES ENCONTRADAS NO PROCESSO PELAS USINAS RECICLADORAS 20
FIGURA 11 -MOTIVAÇÃO PARA AS EMPRESAS CONTINUAREM NO SEGIMENTO DA RECICLAGEM 21

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL 7
QUADRO 2 - DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL 8
QUADRO 3 - PREÇO DO AGREGADFO RECICLADO 9
QUADRO 4 - PRODUTOS RECICLADOS, SUAS CARACTERÍSTICAS E USO RECOMENDADO..... 10
QUADRO 5 - EMPRESAS QUE RESPONDERAM O QUESTIONÁRIO 13
QUADRO 6 - TEMPO QUE AS EMPRESAS ATUAM NO MERCADO DE RECICLAGEM DE RCC 14

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação de Resíduos da Construção Civil e Demolição
ABRELPE	Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ATT	Área de Transbordo e Triagem
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
PMSP	Prefeitura Municipal de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **3**
2 OBJETIVOS **4**
2.1 Objetivo Geral **4**
2.2 Objetivos Específicos **4**
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **5**
3.1 Resíduos da construção civil **5**
3.1.1 Origem 5
3.1.2 Classificação e Destinação 6
3.2 A reciclagem de resíduos da construção civil **8**
4 MATERIAL E MÉTODOS **12**
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO **13**
5.1 Participação dos empreendimentos na pesquisa **13**
5.2 A reciclagem de resíduos da construção civil perspectiva das empresas do setor ... **14**
6 CONCLUSÃO **22**
REFERÊNCIAS **25**

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil faz uso de diversos recursos naturais, que ao término da vida útil são devolvidos na forma de resíduos, esta interação entre as construções e o meio, causa impactos ambientais como a degradação do meio ambiente (MATEUS, 2004).

O setor da construção civil teve um significativo crescimento nos últimos anos, e associado à isso, também a geração de resíduos da construção civil (RCC) é cada vez mais expressiva. Segundo Pinto (1999) a construção civil é responsável por mais de 50% dos resíduos sólidos gerados por cidades de médio e grande porte no Brasil, o que contribui para a degradação da qualidade ambiental.

Segundo dados da Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), com relação a coleta de resíduos da construção e demolição (RCD) nos municípios brasileiros, em 2007 estimava-se uma geração de aproximadamente 72.597 t/dia, para 2016 o índice foi na ordem de 123.619 t/dia. E, nestas pesquisas, não estão incluídos os RCC oriundos de demolições e construções coletados por serviços privados, somente dados do serviço público (ABRELPE, 2007, 2016).

Com o objetivo de minimizar os impactos ambientais associados aos RCC, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil por meio da Resolução nº 307 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002).

Como alternativa para uma gestão ambientalmente adequada dos RCC, segundo Ribeiro, Moura e Pirote (2016) está à reciclagem.

De acordo com o relatório de pesquisa setorial realizado em 2015 pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), as 93 usinas, de um universo de 310, que responderam à pesquisa quanto à capacidade máxima de produção e à produção atual, produziam juntas em média 431.500m³ de agregados reciclados por mês, sendo a capacidade máxima instalada de 958.000m³ (ABRECON, 2015).

A utilização dos agregados reciclados pode contribuir para a preservação dos recursos naturais, na medida em que se minimiza a extração, e na sustentabilidade ambiental e economia das obras (BAPTISTA JR; ROMANEL, 2013).

Diante disso, o presente trabalho, teve como objetivo apresentar uma análise da reciclagem de resíduos da construção civil no Brasil, a partir da perspectiva de empresas do setor.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Apresentar uma análise da reciclagem de resíduos da construção civil no Brasil, a partir da perspectiva de empresas recicladoras.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar o levantamento das empresas que atuam com reciclagem de RCC no Brasil;
- Elaborar o questionário a ser utilizado na pesquisa do setor, tendo como prioridade as motivações para abertura do negócio, principais clientes, forma de aplicação dos agregados reciclados e dificuldades enfrentadas pelo setor;
- Disponibilizar o questionário para as empresas;
- Tabular e analisar os dados obtidos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Resíduos da construção civil

3.1.1 Origem

Segundo a Resolução Conama nº 307 os RCC, comumente chamados de entulhos da construção civil, caliça ou metralha, são oriundos de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, escavações e preparos de terrenos (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002).

Segundo Mateus (2004, p. 16), " [...] Os resíduos da construção provêm das mais diversas fontes: produção do material, perdas durante o seu armazenamento, transporte, construção, manutenção e demolição. [...]"

Na fase de construção, no canteiro de obras, a geração dos resíduos é decorrente das perdas dos processos construtivos (JOHN; AGOPYAN, 2000).

A construção civil é reconhecida pelo uso demasiado de recursos naturais e produção de resíduos, por constituir sistemas construtivos convencionais e utilização de mão-de-obra não qualificada (MATEUS, 2004).

A fase de manutenção pode ocorrer durante toda a vida útil da construção e está associada a fatores como correção de defeitos, demolições parciais da edificação, normalmente decorrente de reformas ou modernização de componentes que tenha atingindo toda sua vida útil e necessita ser substituído, sendo assim descartado (JOHN; AGOPYAN, 2000).

Segundo Carneiro et. al (2006), a demolição das construções é uma atividade que gera um volume expressivo de resíduos, produz mais entulhos que as construções e reformas.

Os resíduos da construção civil, de acordo com a Resolução nº 307 do Conama, são compostos de restos ou perdas de materiais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, entre outros (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002).

3.1.2 Classificação e destinação

Segundo a Resolução Conama nº 307 (2002), os RCC são divididos em quatro classes, sendo elas denominadas de A, B, C, e D, apresentadas no Quadro 1.

Os materiais pertencentes à classe A, de acordo com a Resolução nº 307 do Conama, são os tijolos, blocos cerâmicos, telhas, argamassa, concreto, tubos, entre outros materiais que são considerados recicláveis, os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002).

Os materiais como gesso, embalagens vazias de tintas imobiliárias, madeiras, vidro, metais, papelão, papel e plásticos, ou seja, resíduos recicláveis para outras destinações, são classificados na classe B, segundo a Resolução nº 469 do Conama (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Os resíduos que se enquadram na classe C, conforme a Resolução nº 469 do CONAMA, são os materiais que não foram elaboradas ações economicamente viáveis ou tecnologias para a sua recuperação ou reciclagem (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Os materiais como tintas, solventes, óleos, telhas ou qualquer material que tenham amianto ou qualquer produto que seja perigoso, que possa vir prejudicar à saúde estão na classe D, segundo a Resolução nº 348 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2004).

Quadro 1 – Classificação dos resíduos da construção civil

Classificação	Informações	Exemplos
Classe A	São resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregado de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, processo e fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto produzidos nos canteiros de obras.	- solos provenientes de terraplanagem - tijolos - blocos - telhas - placas de revestimentos - argamassa - concreto - tubos - meio fios
Classe B	Resíduos reutilizáveis e recicláveis para outras destinações.	- plásticos - papel - papelão - metais - vidro - madeira A partir da Reesolução nº 431 de 2011 o gesso passa a ser classe B
Classe C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicas viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.	Antes da Resolução nº431 de 2011 o gesso era considerados classe C. Após a mesma, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, não cita nenhum exemplo para esta classe.
Classe D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção.	- tintas - solventes - óleos -telhas ou demais objetos que contenham amianto - outros produtos nocivos a saúde

FONTE: Adaptado das Resoluções nº 307 de 2002 nº 431 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2002; 2011).

Segundo a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002), após a triagem, os resíduos da construção civil, deverão ser destinados das seguintes maneiras (Quadro 2):

I – Classe A: para usos futuros, devem ser encaminhados e retidos em aterro de resíduos classe A ou, na forma de agregados reciclados, deverão ser reciclados ou reutilizados, conforme resolução nº 448 do Conama (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2012);

II – Classe B: deverão ser reciclados, reutilizados ou encaminhados e dispostos, em área de armazenamento temporário, de modo a permitir a reciclagem e utilização futura, de acordo com a Resolução nº 307 do Conama (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002).

III – Classe C: os resíduos deverão, em conformidade com as normas técnicas específicas, ser destinado, transportados e armazenados, segundo a Resolução nº 307 do Conama (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002).

IV – Classe D: os resíduos deverão, em conformidade com as normas técnicas específicas, ser destinado, transportados e armazenados, conforme a normativa nº 448 do Conama (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2012).

Quadro 2 – Destinação dos resíduos da construção civil

Classificação	Destinação
Classe A	Reutilização ou recilagem com uso na forma de agregados, ou encaminhados para aterros de resíduos classe A.
Classe B	Reutilização , reciclagem ou armazenamento temporário.
Classe C	Conforme norma técnica específica.
Classe D	Conforme norma técnica específica.

FONTE: Adaptado da Resolução nº 307 de 2002 e nº 448 de 2012 do Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2002; 2012).

3.2 A reciclagem de resíduos da construção civil

"A construção sustentável requer a prevenção e redução dos resíduos. A opção pela reciclagem em agregados torna-se viável nos aspectos técnicos, econômicos e ambientais" (CUNHA, 2007, p. 10).

Conforme a ABRECON (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil) (2015) a reciclagem de resíduos contribui para a preservação dos recursos naturais, com a organização das cidades, ajudando a manter a limpeza de terrenos baldios, diminuição de alagamentos e enchentes devido a resíduos dispostos em bueiros, rios e represas, além de reduzir os resíduos em aterros, aumentando a vida útil dos mesmos.

O investimento em uma usina de reciclagem pode trazer benefícios sociais como negociações com órgãos públicos, iniciativas privadas e potenciais parceiros para a cidade, a venda de produtos e do resíduo como matéria prima traz ao empresário retorno financeiro e para o consumidor uma economia, pois os produtos reciclados são mais baratos que os materiais convencionais. (ABRECON, 2015).

No Quadro 3, é apresentado um comparativo de preços, da cidade do Rio de Janeiro, onde os agregados reciclados aparecem com 70% e 80% em relação ao convencional, ou seja, apontando uma redução do preço de 30% a 20% se comparado ao agregado natural.

Quadro 3 – Preço do agregado reciclado

Material	Descrição	Unidade	Preço
MAT002710	Agregado reciclado de resíduo da construção civil	m³	33,60
MAT002711	Agregado reciclado de resíduo da construção civil	m³	38,40
MAT018400	Brita corrida, com transporte	m³	48,00

FONTE: Adaptado de Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (2018)

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução Conama nº 307 (2002, p.01), "Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;".

"O processo de produção dos agregados de RCD reciclados depende basicamente da viabilidade técnica e econômica." (ANGULO, 2000, p.22).

As usinas de reciclagem no Brasil apresentam somente os sistemas de britagem, peneiramento e lavagem, para a reciclagem voltada para a parcela inorgânica não-metálica, que são as sobras de concreto e materiais cerâmicos, pertencentes a classe A (ANGULO, 2000).

Entretanto, os resíduos são constituídos de materiais pertencentes a praticamente todas as classes. Havendo a necessidade de executar a separação dos resíduos, segundo Angulo (2000).

Os resíduos são selecionados manualmente e encaminhados para o processo de britagem. Em seguida, através de esteiras, o material é levado para as peneiras, com diferentes granulometrias, onde é feito o peneiramento. Após este processo, o agregado com a granulometria semelhante à dos agregados convencionais mais usados, são levados separadamente em esteiras e então é dada a destinação final (SILVA; SANTOS, 2014).

Os agregados reciclados são aprovados de acordo com o controle de qualidade das normas técnicas da ABNT – NBR 15115, que trata dos procedimentos e execução de camadas de pavimentação com agregados reciclados da construção civil, ABNT – NBR 15116 que estabelece os requisitos e utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural com agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil (SILVA; SANTOS, 2014).

No Quadro 4, são apresentados agregados reciclados que podem ser feitos através da britagem, suas características e o uso recomendado de cada um.

Quadro 4 – Produtos reciclados, suas características e uso recomendado

Produto	Características	Uso recomendado
Areia reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco reciclado	Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
Brita reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
Bica corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm (ou a critério do cliente).	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

FONTE: Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2018)

De acordo com a pesquisa da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição, realizada entre 2014 a 2015, sabe-se, apesar de não estarem

todas listadas, são pelo menos 310 usinas existente em todo o país, estimando-se um porcentual de 21% de RCD reciclados no país, proporcionalmente as mesma (ABRECON, 2015).

Segundo Sousa (2011) os agregados reciclados podem ser utilizados em diversos obras de engenharia, tais como a produção de concreto e argamssa, fabricação de pré-moldados, construção de pavimentos, entre outros.

Os materiais granulares que são tradicionalmente utilizados na pavimentação, são vendidos com um valor acima do agregado reciclado, o que torna um incentivo, no aspecto econômico, para a subtituição dos mesmos (MOTTA, 2005).

De acordo com a pesquisa realizada pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição, as principais dificuldades das empresas recicladoras são, de acesso comercial da empresa (6%), a baixa qualidade dos resíduos (11%), a falta de conhecimento do mercado e a elevada carga tributária (26%) e a inexistência de legislação que incentive o consumo (31%) (ABRECON, 2015).

Conforme a ABRECON (2015), as construtoras (28%), os órgãos públicos (24%), pessoas físicas (20%), pavimentadoras (20%) e outros (14%) são os principais clientes dos agregados reciclados.

Na cidade de São Paulo, no ano de 2003, a Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP), divulgou a especificação de serviço PMSP/SP ETS – 001/2003, definindo critérios para a execução de camadas de reforços do subleito, sub-base ou base mista de pavimentos com agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil (PMSP, 2003).

A partir do ano de 2006, o decreto de nº48.075, definiu-se que as obras e serviços de pavimentação das vias públicas do município de São Paulo, deviam ser executadas com a utiliação dos agregados reciclados oriundos da construção civil. (SÃO PAULO, 2006)

4 MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento dos empreendimentos que atuam no segmento da reciclagem de RCC no Brasil foi obtido, no mês julho do ano de 2018, a partir de informações disponibilizadas no *website* da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON. Participaram da pesquisa as empresas que atuam como usinas de reciclagem, usinas móveis e áreas de transbordo e triagem. Dos dados disponíveis foram selecionados, o nome das empresas, endereço, contato telefônico e de e-mail.

Para o levantamento de informações junto aos empreendimentos selecionados, elaborou-se um questionário, em plataforma *online* e gratuita, com 15 perguntas abertas que tinham como objetivo geral possibilitar a apresentação de uma análise da atividade de reciclagem de resíduos da construção civil no Brasil, na perspectiva de empresas recicladoras.

As perguntas versaram sobre o tempo de atuação da empresa no segmento; a motivação para a abertura do negócio, os tipos de materiais reciclados; o gerenciamento dado aos materiais não recicláveis; forma de transporte dos RCC; os agregados reciclados produzidos; sobre o beneficiamento dos agregados reciclados, ou seja, a utilização dos agregados já reciclados para fabricação de outros produtos, como por exemplo o bloco reciclado; a viabilidade econômica de mercado dos agregados reciclados; principais clientes; emprego dos agregados reciclados e as principais dificuldades enfrentadas pelo segmento.

Com o objetivo de aumentar a taxa de retorno de questionários respondidos, decidiu-se estabelecer contato via telefone, para os empreendimentos do estado do Paraná, a fim de explicar sobre a pesquisa, e confirmar o endereço de e-mail para o qual poderia ser encaminhado o questionário.

Os dados obtidos do questionário, foram tabulados, apresentados gráficos e analisados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram tabulados e apresentados por meio de gráficos de porcentagens. Sendo que algumas questões tiveram mais de uma resposta por empresa participante, deste modo, foi analisada a quantidade de empresas por respostas.

5.1 Participação dos empreendimentos na pesquisa

Dos 97 empreendimentos que foram selecionados e encaminhado o questionário, nos dias 31 de julho e 20 de agosto do ano de 2018, obteve-se resposta de 14 unidades, o que representa uma taxa de retorno de 14,43%.

No Quadro 5 é apresentado um resumo dos empreendimentos que responderam o questionário por estado e com indicação do tipo de atividade.

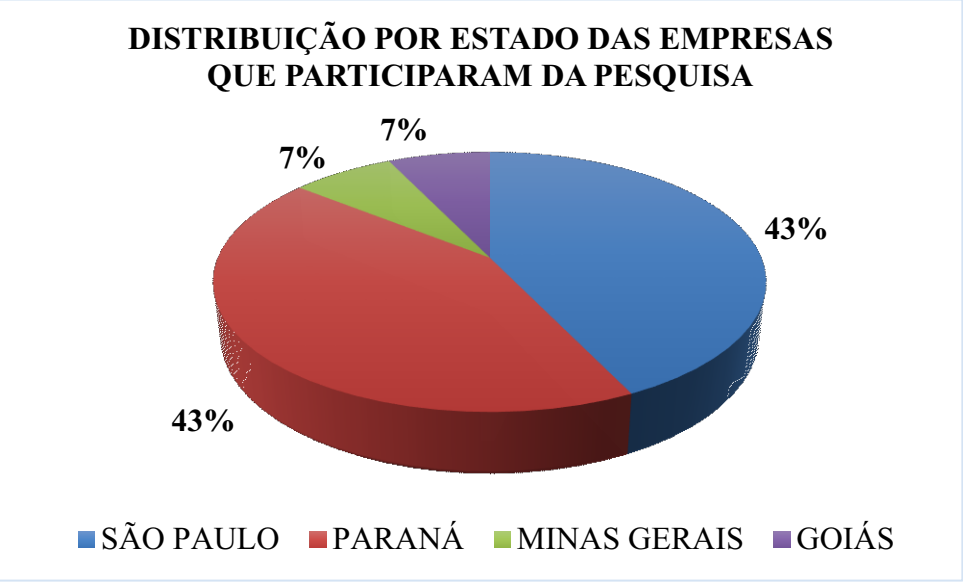
Quadro 5 – Empresas que responderam o questionário

Empreendimento	Estado	Tipo
Empresa 01	São Paulo	Usina de reciclagem
Empresa 02	Paraná	Usina de reciclagem
Empresa 03	Minas Gerais	Usina de reciclagem
Empresa 04	Paraná	Usina de reciclagem
Empresa 05	São Paulo	Usina de reciclagem
Empresa 06	Paraná	Usina de reciclagem
Empresa 07	São Paulo	Usina de reciclagem
Empresa 08	Goiás	Usina de reciclagem
Empresa 09	Paraná	Usina de reciclagem
Empresa 10	São Paulo	Área de transbordo e triagem
Empresa 11	São Paulo	Usina de reciclagem
Empresa 12	São Paulo	Usina de reciclagem
Empresa 13	Paraná	Usina de reciclagem
Empresa 14	Paraná	Usina de reciclagem

FONTE: Autoria própria (2018)

Das empresesas que participaram da pesquisa 43% localizam-se no estado de São Paulo, 43% no Paraná, 7% em Minas Gerais e 7% em Goiás (Figura 1).

Figura 1 – Distribuição por estado das empresas que participaram da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2018)

5.2 A reciclagem de resíduos da construção civil na perspectiva das empresas do setor

Das empresas pesquisadas 92,9% atuam no segmento de reciclagem de RCC há menos de 16 anos (Quadro 6). Infere-se que o interesse e abertura de negócios nesse ramo tem relação direta com a publicação da normativa nº 307/2002 do Conama que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

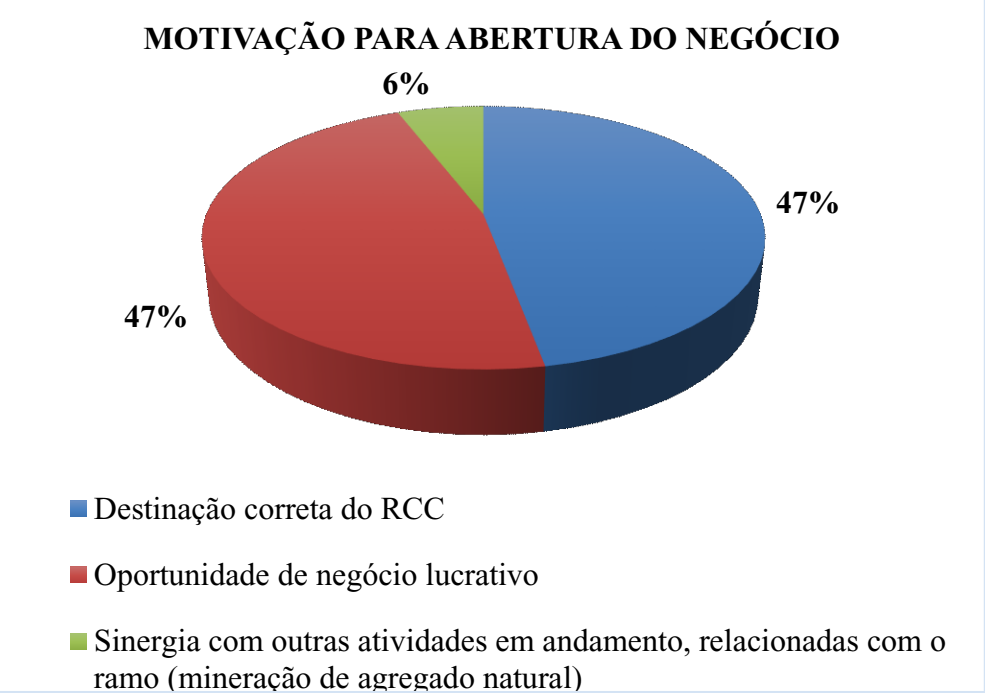
Quadro 6 – Tempo que as empresas atuam no mercado de reciclagem de RCC

Tempo de atuação	Até 5 anos	De 6 a 10 anos	De 11 a 15 anos	De 16 a 20 anos
Quantidade de empresas	5	6	2	1
Porcentagem (%)	35,7	42,9	14,3	7,1

FONTE: Autoria própria (2018)

Sobre a motivação para abertura do negócio foi citado, gerar e ter uma possibilidade de destinação adequada dos RCC (47%), oportunidade de negócio lucrativo (47%) e a sinergia com outras atividades em andamento (6%), por exemplo, relacionadas com o ramo como a mineração de agregados naturais. Pode-se observar na figura 2, que a falta de oferta de um local apropriado para o descarte dos resíduos da construção civil, motivou 47% dos pesquisados a viabilizarem a atuação neste ramo.

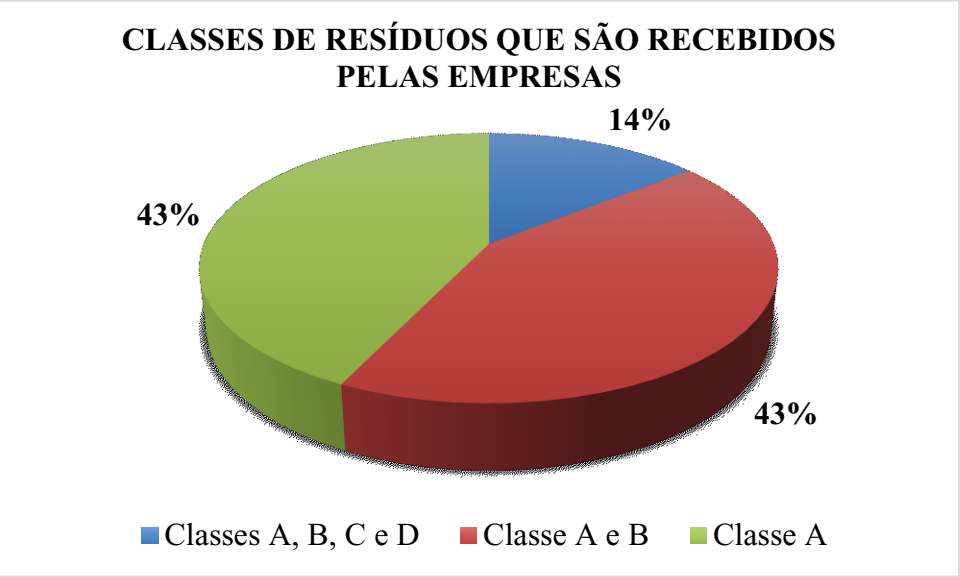
Figura 2 – Motivações que levaram a abertura da empresa recicladora



Fonte: Autoria própria (2018)

Das empresas pesquisadas 14% recebem todas as classes de resíduos de RCC, 43% recebem as classes A e B, e 43% recebem apenas classe A (Figura 3).

Figura 3 – Classes dos resíduos que são recebidos pelas empresas



Fonte: Autoria própria (2018)

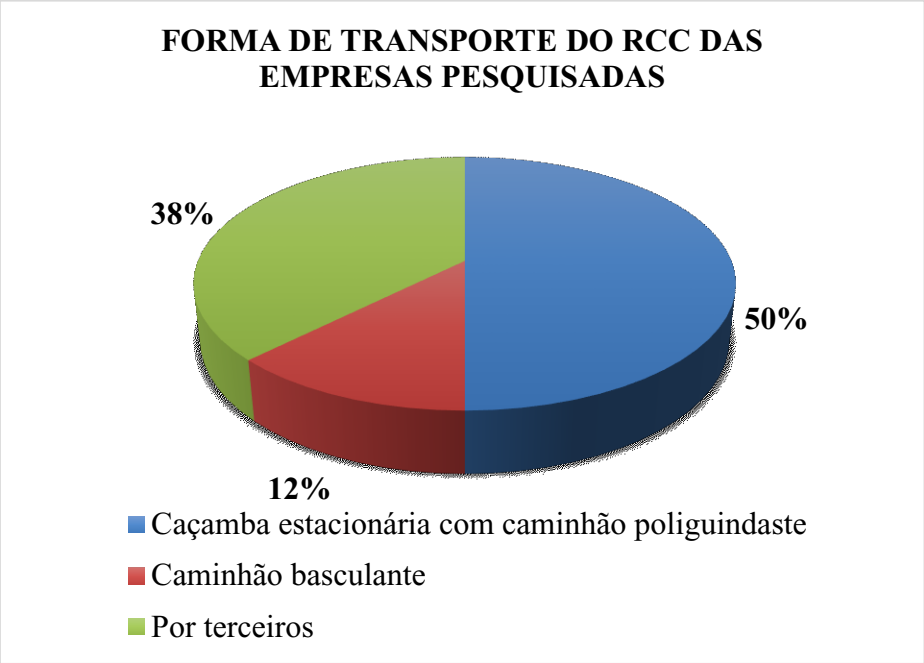
Em relação ao gerenciamento dado aos resíduos não reciclados como agregados, 93% das empresas fazem a destinação, podendo esta variar entre aterro de inertes, aterro sanitário e aterro industrial; e 7% disseram retornar para o gerador a fim de que este de a destinação adequada (Figura 4).

Figura 4 – Destinação dada aos RCC não reciclados como agregados

Fonte: Autoria própria (2018)

Em relação a forma de transporte, 50% das empresas utilizam caçambas estacionárias com caminhão poliguindaste, 38% caminhão basculantes, e 12% não realizam o serviço de coleta e transporte (Figura 5).

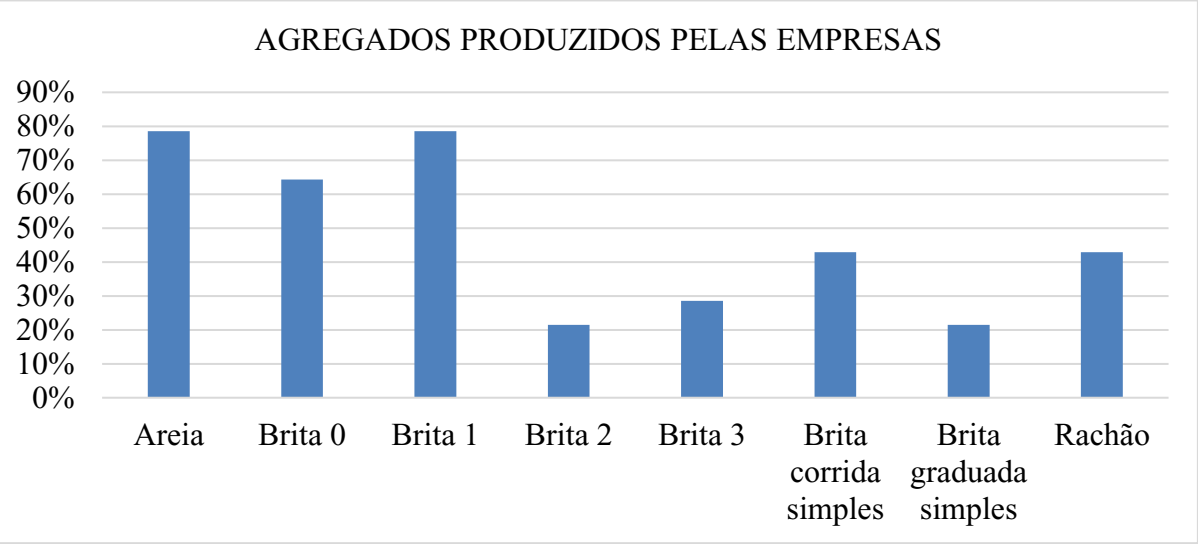
Figura 5 – Forma de transporte dos RCC utilizada pelas empresas pesquisadas



Fonte: Autoria própria (2018)

No figura 6 são apresentados os tipos de agregados reciclados produzidos pelos empreendimentos. Foram citadas oito tipologias, sendo areia, brita 0 e brita 1 as mais representativas, com 78,57%, 64,29% e 78,57% respectivamente.

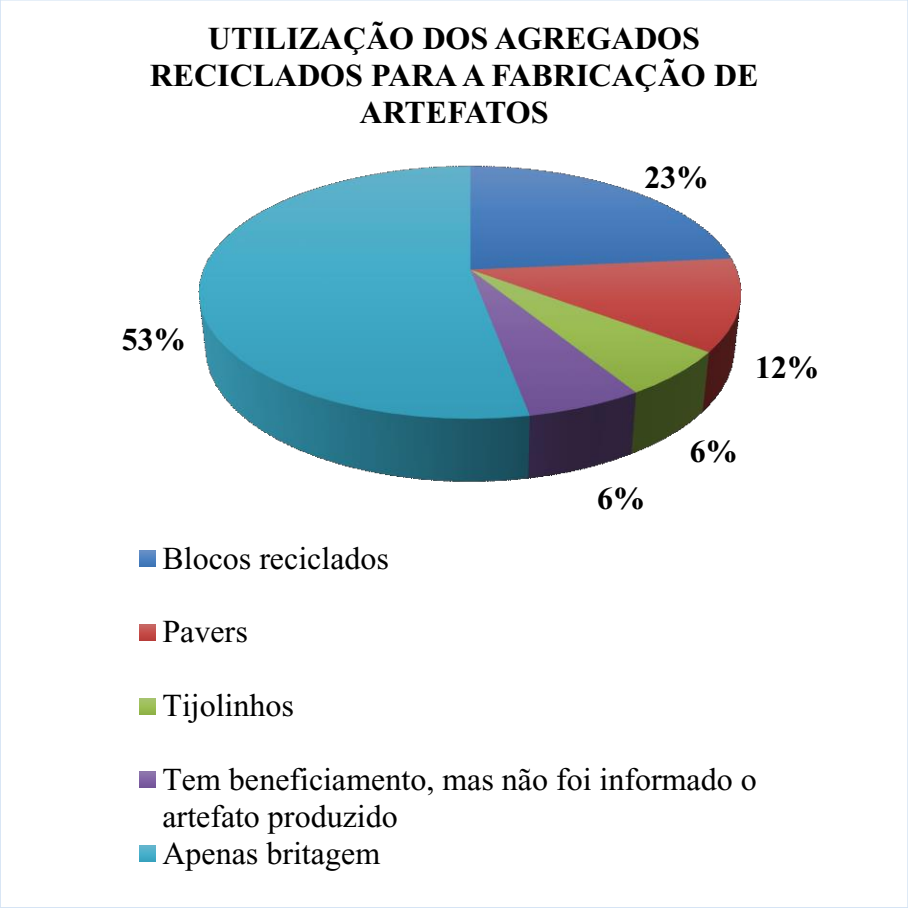
Figura 6 – Tipos de agregados produzidos pelas empresas



Fonte: Autoria própria (2018)

Das empresas pesquisadas, aproximadamente 47% delas fazem beneficiamento dos agregados reciclados, variando entre produção de blocos, pavers e tijolinhos e outros (não informado). As demais, 53%, realizam apenas a britagem dos resíduos da construção civil (Figura 7).

Figura 7 – Empresas que utilizam os agregados reciclados para fabricação de artefatos

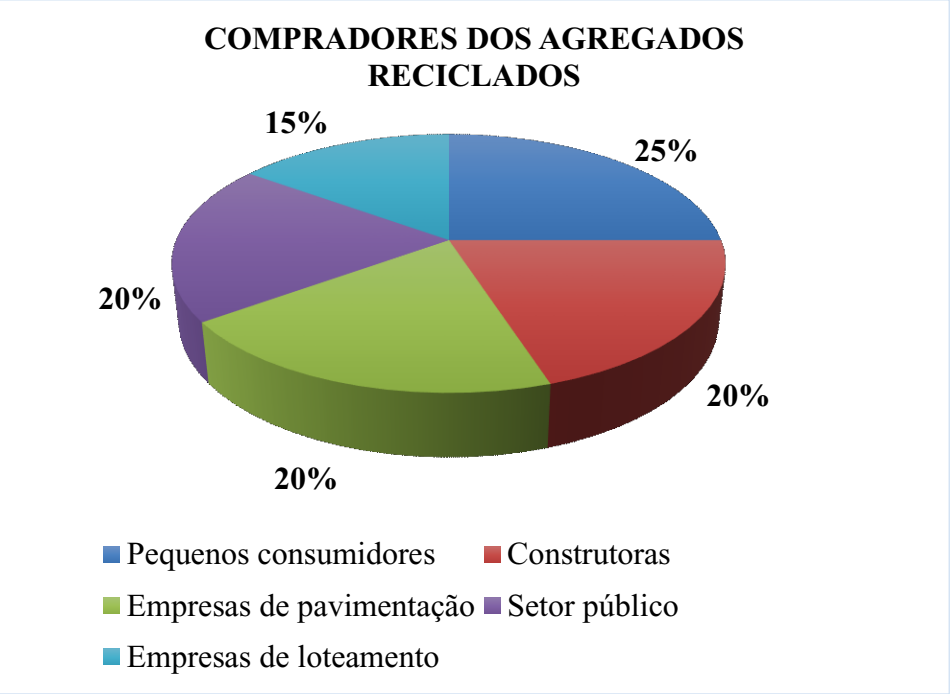


Fonte: Autoria própria (2018)

Em relação aos clientes (Figura 8) que compram os agregados reciclados/artefatos indentificou-se que estes dividem-se em pequenos consumidores (25%), construtoras, empresas de pavimentação e setor público (20%), e loteadoras (15%). Comparando os resultados obtidos, com a pesquisa da ABRECON do ano de 2015, o setor público (28%) e as construtoras (24%) ainda são as que mais consomem os agregados reciclados.

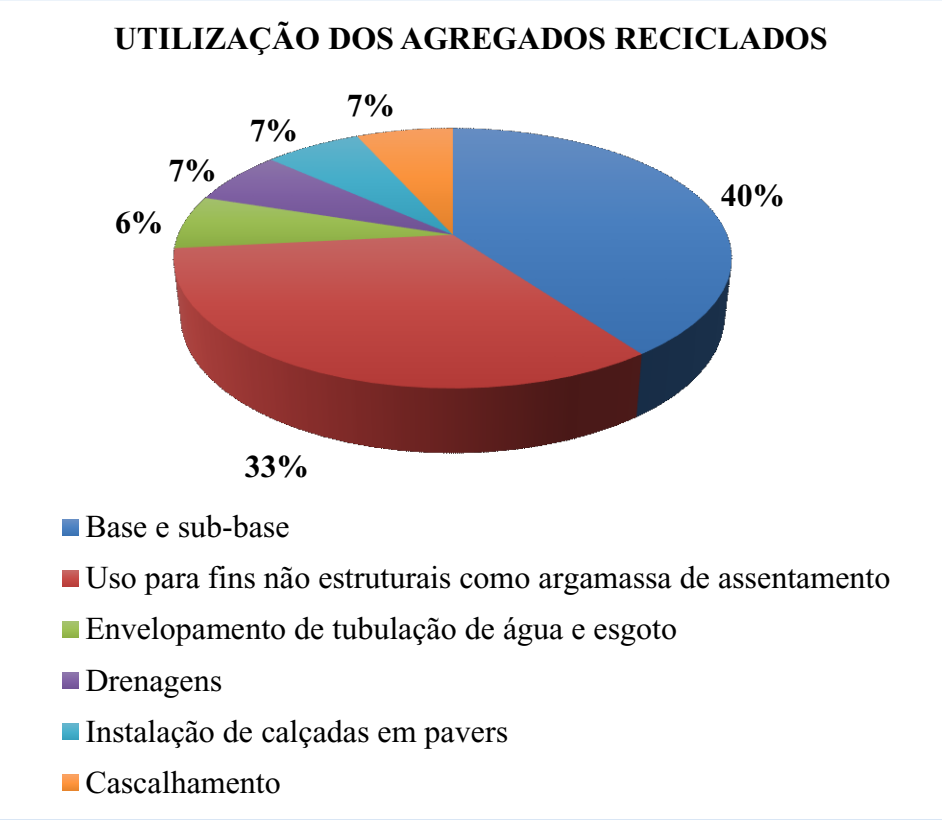
Na figura 9, são apresentados a finalidade de uso, a maioria (40%) é utilizado para obras de pavimentação, como base e sub-base e em obras que não tem função estrutural, como argamassa de assentamento de blocos (33%). De acordo com Motta (2005) este resultado onde o indice maior de utilização é em base e sub-base, se dá pelo preço do agregado reciclado ser baixo, comparado com o materiais granular, tradicionalmente utilizado na pavimentação.

Figura 8 – Clientes que compram os agregados reciclados dos empreendimentos pesquisados



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 9 – Emprego dado aos agregados reciclados pelos clientes das usinas recicladoras



Fonte: Autoria própria (2018)

Na figura 10 são apresentadas as dificuldades enfrentadas pelos empreendimentos durante o processo, do recebimento dos resíduos ao produto final no mercado.

A maior dificuldade enfrentada pelas empresas (50%) está relacionada com a falta de segregação por parte do gerador, ou seja, há mistura das classes de RCC, o que acaba influenciando na operação e na qualidade do agregado produzido. A falta de fiscalização voltada à destinação adequada dos resíduos foi citada por 17% das empresas e a resistência à aceitação dos agregados no mercado por 13%.

Ainda foram mencionadas, com 4%, furtos no pátio da empresa, a falta de inserção dos agregados reciclados em planilhas de custos, como por exemplo a tabela Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índice da Construção Civil (SINAPI), o descarte dos rejeitos que são recebidos, os impostos e cargas tributárias, e a falta de segregação por parte do gerador.

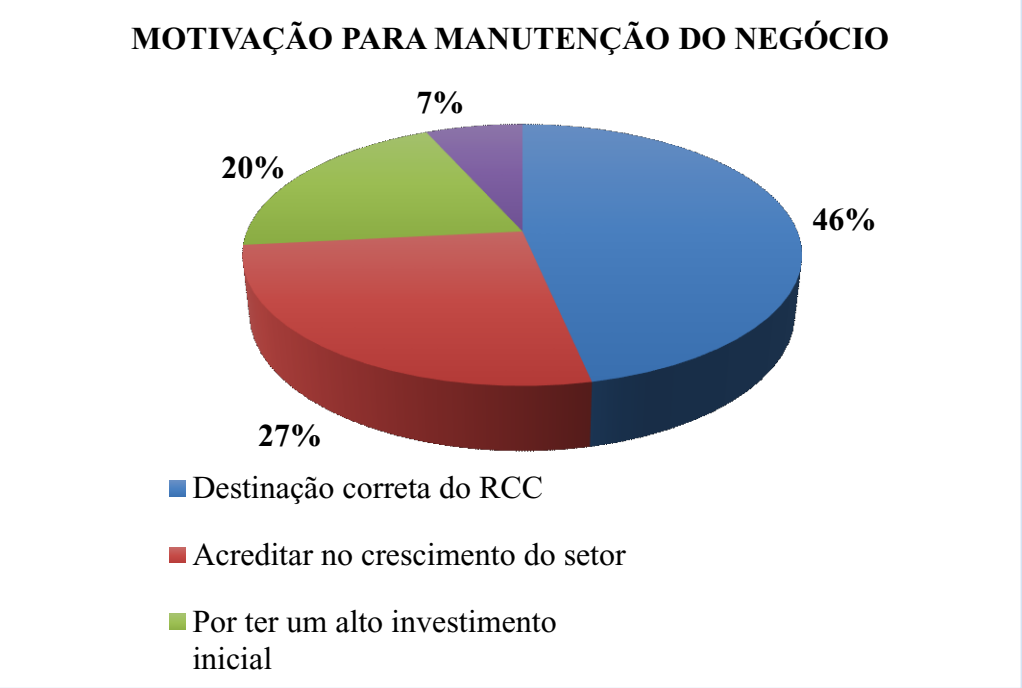
Em pesquisa realizada pela ABRECON em 2015, a principal dificuldade relatada foi a inexistência de legislação para o incentivo ao consumo.

Figura 10 – Dificuldades encontradas no processo pelas usinas recicladoras

Fonte: Autoria própria (2018)

Quanto a motivação para continuar no ramo da reciclagem dos resíduos da construção civil, 46% das empresas tem como motivo principal a de ter e ofertar uma possibilidade de destinação ambientalmente adequada para o RCC, seguido por acreditar no potencial de expanção do setor com 27%, pelo alto investimento que é necessário quando se inicia atividade nesse segmento 20% e pelo retorno financeiro 7% (Figura 11).

Figura 11 – Motivações para as empresas continuarem no segmento da reciclagem de RCC



Fonte: Autoria própria (2018)

A partir dos dados apresentados evidenciou-se que, das motivações para abertura do negócio está a possibilidade de ter e ofertar uma forma destinação adequada para os RCC e a oportunidade de negócio lucrativo para as empresas. Que a maior dificuldade está associada a a falta de segregação dos resíduos pelo gerador. Que os clientes do segmento vão de pequenos consumidores, setor público, construtoras e empresas de pavimentação. Que os agregados reciclados são utilizados para obras de fins não estruturais e de pavimentação, como base e sub-base.

Evidenciou-se também que, 53% das empresas realizam apenas a britagem dos resíduos, onde a areia, a brita 1 e a brita 2, são os mais produzidos. Das empresas que produzem artefatos, os citados foram blocos, tijolinhos e *pavers*.

6 CONCLUSÃO

Como pretendido neste trabalho, foi apresentado uma análise da reciclagem de resíduos da construção civil, na perspectiva de empresas recicladoras, através de um questionário disponibilizado via e-mail à 97 empreendimentos relacionados no *website* da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON. A taxa de retorno de respostas do questionário foi de 14,43%. Os estados de São Paulo e Paraná foram os mais participativos, com um percentual de 43%.

Evidenciou-se que a maior motivação para a abertura e atuação no ramo da reciclagem de RCC foi a de ter e possibilitar uma alternativa para a destinação adequada dos resíduos da construção civil, incentivados pela publicação da normativa nº 307/2002 do CONAMA, visto que 92,9% das empresas atuam no segmento há menos de 16 anos.

Os resíduos de classe A e B, são os mais aceitos por parte das usinas recicladoras, pois apenas 14% das empresas participantes recebem resíduos de classe A, B, C e D.

O percentual das empresas que trabalham com a britagem e o beneficiamentos dos agregados reciclados é baixo, comparado com os 53% das empresas que fazem apenas a britagem dos mesmos. Onde os principais produtos fabricados são a areia e a brita 1 reciclada.

Os clientes que adquirem os produtos reciclados são variados, entre eles pequenos consumidores, construtoras, empresas de pavimentação, loteadoras e poder público. Os agregados reciclados são empregados principalmente na pavimentação, como base e sub-base e para uso não estruturais.

A maior dificuldade enfrentada pelo setor é a falta de segregação dos resíduos por parte do gerador, condição que dificulta a operação, uma vez que exige a triagem, que é realizada manualmente antes da britagem dos resíduos. E os RCC que não são reciclados como agregados, para a destinação correta, são encaminhados para aterros de inertes, sanitários, industrial ou resíduos perigosos. A ausência de segregação prévia, acaba influenciando também na qualidade final do agregado reciclado.

REFERÊNCIAS

ABRECON. Disponível em: <http://www.abrecon.org.br/index.php/mercado/> Acesso em: 11 nov. 2015.

ABRECON. **Relatório Pesquisa Setorial 2014/2015** . São Paulo, 2015. Disponível em: < https://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/> Acesso em: 06 nov. 2018

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2007.pdf> Acesso em: 10 nov. 2015

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2016. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf> Acesso em: 29 out. 2016

ANGULO, Sérgio Cirelli. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados.** 2000. 155 f. Dissertação – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA. **NBR 15115:** Agregados reciclados de resíduos sólidos da consttrução civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA. **NBR 15116:** Agregados reciclados de resíduos sólidos da consttrução civil – Utilização em pavimentação e preparo de concceto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

BAPTISTA JR., Joel V.; ROMANEL, Celso. Sustentabilidade na indústria da cconstrução: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management),** v. 5, n. 2, p.27-37, jul/dez. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/urbe/v5n2/a04v5n2.pdf> Acesso em: 29 out. 2016

CARNEIRO, Fabiana P.. Análise da Geração de Resíduos Sólidos em uma obra de demolição na cidade do Recife – Estudo de caso. In: **A consrução do futuro XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído.** Florianópolis, 23 a 25 ago. 2006.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) – **Resolução CONAMA número 307**, 5 jul. 2002

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) – **Resolução CONAMA número 348**, 16 ago. 2004

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) – **Resolução CONAMA número 431**, 24 mai. 2011

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) – **Resolução CONAMA número 448**, 18 jan. 2012

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) – **Resolução CONAMA número 448**, 18 jan. 2015

CUNHA, Nelma Almeida. **Resíduos da construção civil análise de usinas de reciclagem.** 2007. 156 f. Dissertação – Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

JOHN, Vanderley M.; AGOPYAN, Vahan. Reciclagem de resíduos da construção. **Seminário – Reciclagem de resíduos sólidos domiciliares.,** São Paulo, 2000. Disponível em: < http://www.globalconstroi.com/images/stories/Manuais_tecnicos/2010/reciclagem_residuos/CETESB.pdf> Acesso em: 11 nov. 2015.

MATEUS, Ricardo F. M. S. **Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção.** 2004. 288 f. Dissertação – Univerdade do Minho Escola de Engenharia, Portugal, 2004.

MOTTA, Rosângela dos Santos. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimnetação de baixo volume de tráfego.** 2005. 160 f. Dissertação – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 1999. 189 f. Tese – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

RIBEIRO, Denise; MOURA, Larissa S., PIROTE, Natália S. S. Sustentabilidade: Formas de Reaproveitar os Resíduos da Construção Civil. **Ver. Cienc. Gerenc.,** v. 20, n. 31, p.41-45, 2016.

SÃO PAULO. Decreto n. 48.075, de 28 de dez. de 2006. **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,** São Paulo, SP, dez. 2006. Disponível em: <

http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=29122006D%20480750000> Acesso em: 29 nov. 2018

PMSP – PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. São Paulo. 2003. **PMSP/SP ETS – 001/2003** – Camadas de reforço do subleito, sub-base e base mista de pavimento com agregado reciclado de resíduos sólodos da construção civil. Disponível em: < https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/arquivos/secretarias/infraestrutura urbana/normas_tecnicas_de_pavimentacao/pmspets0012003.pdf> Acesso em: 11 nov. 2018.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/8044710/4214673/RELDEITENSELEMENTARESPORDESCRICAOOFGV04.pdf> Acesso em: 29 out. 2018.

SILVA, Mayssa A.; SANTOS, Vito A. A. Reciclagem e reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil em São Luís – MA: um processo sustentável. **Revista do CEDS,** São Luís, v. 1, n. 1, ago/dez. 2014. Disponível em: < http://www.undb.edu.br/publicacoes/arquivos/rev._ceds_n.1__reciclagem_e_reaproveitamento_de_resíduos_sólidos_da_construção_civil_em_são_luís_–_ma_um_processo_sustentável_-_mayssa__alves_da_silva.pdf> Acesso em: 12 nov. 2015

SOUSA, Wallace Fioravanti. **Estudo sobre a aplicação de agregado reciclado de concreto em construção de pavimentos.** 2011. 148 f. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2011.