

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E SOCIEDADE

DOUGLAS SADALLA DE LIRA

**TIJOLOS ECOLÓGICOS: estudo de viabilidade
técnica no uso de agregados reciclados de resíduos
da construção civil classe A**

São Carlos - SP
2020

DOUGLAS SADALLA DE LIRA

TIJOLOS ECOLÓGICOS: estudo de viabilidade técnica no uso de agregados reciclados de resíduos da construção civil classe A

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção do título de mestre em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Orientadora: Luzia Sigoli Fernandes Costa

São Carlos - SP
2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Douglas Sadalla de Lira, realizada em 27/02/2020:

Profa. Dra. Luzia Sigoli Fernandes Costa
UFSCar

Prof. Dr. Jose da Costa Marques Neto
UFSCar

Profa. Dra. Sandra Fabiana Rodgher
UNIARA

A minha avó Lais Barreto Sadalla (*in memoriam*),
que com seu exemplo de vida me ensinou a lutar
sempre mediante a qual seja a adversidade, te
amarei para sempre.

AGRADECIMENTOS

Toda primazia a Deus por restaurar minha fé todas às vezes quanto for preciso, por fortalecer-me nos dias tristes e por sempre encontrar-me e lembrar que Tuas promessas jamais poderão ser esquecidas ou frustradas. De nada me valeria esse momento se Tu Senhor não estivesse no centro de tudo, obrigado meu Deus, Tu És Fiel e Jamais Falhou.

Aos meus Pais Kátia e Osmar pelo apoio, compreensão das ausências, por sempre me incentivarem, pelos diversos tipos de ajuda (emocional e financeira) e estarem ao meu lado, agradeço pelo entendimento da importância dessa etapa na minha vida, amo vocês.

Aos meus tios Julia e Wilson, juntamente com meu Primo-Irmão Juninho, por não medirem esforços e me abençoar de diversas maneiras que propulsionaram a concretização deste momento.

As minhas tias: Cleusa e Beth, pelas orações e por sempre me desejarem o melhor.

Aos meus familiares por ansiarem juntamente comigo pela conclusão dessa etapa e nunca negaram um apoio durante esta trajetória.

A Thallysson Taumaturgo pela força transmitida, por não me deixar ser vencido pelo cansaço, pelos esforços para me ajudar durante a elaboração desse trabalho e pelos cafés compartilhados.

A Maria Fernandes, uma amiga de família que tornou-se mui querida, inesquecível, agradeço por todo amor, força, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus Amigos que criei nesta caminhada: Thiago Alves, Rosangela Galdino, Rejane Galdino, Carlos Escobar, Alina Hassem, Flavia Salmázio e Eder Santarpio por estarem juntos comigo nos momentos bons e desafiadores dessa caminhada, que nunca nos falte: força, incentivo e otimismo ao longo de nossa jornada acadêmica.

As minhas amigas Paula Gessi, Maria Claudina do Amaral, Noemi Pereira, Camila Silveira, Camila Ferreira pelo apoio e por entenderem a ausência, por sempre se disporem a nos encontrarmos quando surgisse uma oportunidade.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Luzia Sigoli Fernandes Costa, por aceitar e confiar nesta pesquisa me proporcionando orientação, obrigado pela preocupação com a minha pesquisa e vida pessoal e por me auxiliar nesta caminhada.

Ao Prof. Dr. José da Costa Marques Neto que teve muita competência, atenção, disponibilidade no auxílio para esclarecer tantas dúvidas surgidas durante a confecção dessa dissertação, agradeço pela sua colaboração acadêmica e por ser o grande precursor para que eu seguisse na área de resíduos da construção civil.

A Prof.^a. Dr^a. Sandra Fabiana Rodgher pela amizade e por sempre me impulsionar a ir além sempre fazendo toda diferença na minha vida.

Aos: Prof.^a. Dr^a. Ieda Kanashiro Makiya (UNICAMP – Limeira/SP) e Prof. Dr. Holmer Savastano Júnior (USP – Pirassununga/SP) pela ajuda, disponibilidade e por abrir as portas de seus respectivos laboratórios.

Ao Robson da I9 Barrinha por abrir as portas de sua organização e possibilitar a esta pesquisa, obrigado pela confiança, amizade, disponibilidade e por compartilhar conhecimento durante o período de estudo.

Ao Prof. Dr. Guilherme Aris Parsekian do Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos (PPGECiv/UFSCar) por ter cedido o Laboratório de Sistemas Estruturais (LSE/UFSCar) para realização dos ensaios de compressão simples.

A Prof.^a Fernanda Giannotti do (PPGECiv/UFSCar) por ter cedido o Laboratório de Materiais e Componentes (LMC/ UFSCar) para realização dos meus ensaios umidade do objeto de pesquisa da dissertação.

Aos técnicos: José Roberto de Oliveira (LMC/ UFSCar) e Ricardo Luiz Canato (LSE/UFSCar) pela disponibilidade e ajuda durante a realização dos ensaios técnicos.

Ao Programa e aos Docentes do Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal de São Carlos (PPGCTS/UFSCar) por todo o suporte durante o mestrado.

A Reitora Prof.^a Wanda Hoffmann, por me apresentar o PPGCTS através do Encontro Regional de Gestão do Conhecimento.

Ao fomento da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) neste trabalho para tornar esta pesquisa plausível.

E a todos que de forma direta ou indireta participaram dessa minha caminhada.

“Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou teu Deus; eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento com a destra da minha justiça”.

Isaías 41:10

RESUMO

LIRA, Douglas S. **Tijolos ecológicos**: estudo de viabilidade técnica no uso de agregados reciclados de resíduos da construção civil classe A. 2020. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2020.

Presentemente o setor da construção civil ocupa um lugar de destaque no mundo quando o assunto é geração de resíduos, as atividades deste setor produzem impactos que permeiam desde a extração da matéria prima até o que se fazer com os resíduos resultantes de suas atividades em vista disso este setor atua diretamente no meio ambiente. Pois a construção civil despende do planeta uma grande quantidade de seus recursos naturais e torna-se um dos setores mais notáveis no quesito de geração de resíduos. O Desenvolvimento sustentável surge para o setor como um fator de cooperação para auxiliar o setor da construção civil nos problemas socioambientais gerados por essa gama de resíduos da construção civil – RCC. A sua disposição de forma irregular ou clandestina no meio ambiente e nos municípios, atuam ambientalmente e afligem a saúde pública devido os RCC resíduos servirem de criadouro e proliferação de doenças causadas por vetores que acabam hospedando-se nestes resíduos. O setor é alvo de diversas críticas e discussões. Neste sentido surgiram técnicas de reciclagem destes RCC, tornando possível seu reuso com vista a atender as políticas públicas, resoluções, leis e normas. As atuais políticas cobram da sociedade providencias imediatas para as futuras gerações e assim os quesitos do desenvolvimento sustentável. O RCC apresenta-se em muitos municípios brasileiros como um fator de graves problemas, neste sentido abordou-se a utilização de RCC de classe A reciclado na incorporação de tijolos ecológicos, estimulando assim a reinserção do resíduo no mercado e desse modo colaborando com os princípios da sustentabilidade. Embasado em uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa de campo, onde, composta por visitas técnicas a uma fábrica de tijolos ecológicos que faz a utilização desde RCC reciclado como insumo na produção. A ótica CTS traz pro setor construtivo um olhar mais amplo onde a sociedade e o meio ambiente são fatores primordiais para alavancar o reuso dos RCC. Conclui-se para que haja uma construção sustentável, é necessário o empenho e conscientização das partes envolvidas na geração de RCC sobre as formas de disposição final e das tecnologias existentes capazes de reinserir o RCC no mercado. O presente trabalho constatou através dos ensaios descritos na ABNT NBR 8491:2012, que a incorporação dos RCC reciclados de classe A como matéria prima nos tijolos ecológicos para o uso na alvenaria de vedação, atendeu os preceitos e exigências normativas, obtendo no ensaio de compressão simples a média de 5,75 MPa e no ensaio de absorção de água a média de 13,08%, demonstrando assim para a sociedade que estes tijolos corroboram para os quesitos da sustentabilidade e podem contribuir para um mundo melhor para as futuras gerações.

Palavras - chave: Resíduos da Construção Civil. Reciclagem. Reúso. Tijolo Ecológico. Sustentabilidade.

ABSTRACT

LIRA, Douglas S. **Ecological bricks**: technical feasibility study on the use of recycled aggregates from class A civil construction waste. 2020. 112s. Dissertation (Master in Science, Technology and Society) - Federal University of São Carlos. São Carlos, 2020

Currently, the construction sector occupies a prominent place in the world when it comes to waste generation, the activities of this sector produce impacts that permeate from the extraction of raw material to what to do with the waste resulting from its activities in view of this. this sector acts directly on the environment. Because civil construction spends a large amount of its natural resources on the planet and becomes one of the most notable sectors in terms of waste generation. Sustainable development emerges for the sector as a factor of cooperation to assist the civil construction sector in the socio-environmental problems generated by this range of construction waste - CW. Their disposal in an irregular or clandestine way in the environment and in the municipalities, act environmentally and afflict public health because the CW. residues serve as breeding grounds and proliferation of diseases caused by vectors that end up staying in this waste. The sector is the target of several criticisms and discussions. In this sense, recycling techniques for this CW have emerged, making possible their reuse with a view to meeting public policies, resolutions, laws and standards. Current policies demand that society take immediate action for future generations and thus the questions of sustainable development. The CW presents itself in many Brazilian municipalities as a factor of serious problems. In this sense, the use of recycled class A CW in the incorporation of ecological bricks was addressed, thus stimulating the reinsertion of the waste in the market and thus collaborating with the principle's sustainability. Based on a bibliographic research and a field research, where, composed of technical visits to an ecological brick factory which makes use of recycled CW as an input in production. The STS perspective brings a broader perspective to the construction sector, where society and the environment are key factors in leveraging the reuse of CW. It is concluded that in order to have a sustainable construction, it is necessary the commitment and awareness of the parties involved in the generation of CW about the forms of final disposal and the existing technologies capable of reinserting the RCC in the market. The present work found through the tests described in ABNT NBR 8491:2012, that the incorporation of recycled class A CW as raw material in ecological bricks for use in sealing masonry, met the normative requirements and requirements, obtaining in the compression test simple the average of 5.75 MPa and in the water absorption test the average of 13.08%, thus demonstrating to society that these bricks corroborate the requirements of sustainability and can contribute to a better world for future generations.

Keywords: Construction Waste. Recycling. Reuse. Ecologic brick. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Correlação entre ciência, tecnologia e sociedade.....	21
Figura 2 - Tripé da Sustentabilidade	25
Figura 3 - Síntese dos estudos em CTS	28
Figura 4 - Síntese da Resolução nº 307/02.....	32
Figura 5 - Caçamba de RCC contaminada com outros tipos de resíduos.....	36
Figura 6 - Linha do tempo da tramitação da lei nº 12.305/10 até sua aprovação.....	40
Figura 7 - Principais pontos da lei nº 12.305/2010- PNRS	41
Figura 8 - Logística reversa aplicada na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida.....	46
Figura 9 - Fluxograma da logística reversa RCC no setor da construção civil	47
Figura 10 - Resíduos Classe A.....	48
Figura 11 - Resíduos Classe B.....	49
Figura 12 - Resíduos Classe C (Manta geotêxtil).....	50
Figura 13 - Resíduos Classe D	50
Figura 14 - Descartes irregulares em vazios urbanos no município de Guariba - SP	51
Figura 15 - Fontes das perdas no canteiro de obras.....	56
Figura 16 - Agregados Advindos da Britagem do RCC: Areia, rachão e pedrisco	64
Figura 17 - Etapas de uma usina reciclagem	65
Figura 18 - Tijolo ecológico de solo cimento	66
Figura 19 - Síntese da produção Tijolo ecológico com agregados reciclados de RCC classe A.....	71
Figura 20 - Agregado reciclado de RCC classe A com granulometria $\leq 4,8\text{mm}$	75
Figura 21 - Solo proveniente de terraplanagem do município de Jaboticabal-SP	76
Figura 22 - Misturador dos componentes: solo, cimento e água para confecção do tijolo ecológico.....	76
Figura 23 - Prensa de compactação da mistura dos componentes solos, cimento e água e tijolo confeccionado	77
Figura 24 - Processo de cura dos tijolos por imersão de água com água reutilizada de chuva.....	77

Figura 25 - Demonstração das dimensões do tijolo ecológico: a) largura; b) comprimento e c) altura.....	79
Figura 26 - Averiguações da dimensão comprimento; a) extremidade superior; b) meio; c) extremidade inferior.....	80
Figura 27 - Averiguações da dimensão largura; a) extremidade superior; b) meio; c) extremidade inferior.....	81
Figura 28 - Averiguações da dimensão altura; a) extremidade superior; b) meio; c) extremidade inferior.....	82
Figura 29 - Corte dos 7 corpos de prova para confecção do prisma para ensaio de compressão simples.....	83
Figura 30 - Confecção da pasta de cimento na proporção 1 de cimento e 2 de água.....	84
Figura 31 - Repouso da pasta de cimento.....	84
Figura 32 - Capeamento dos 7 corpos de prova: a) meio b) inferior c) superior.....	85
Figura 33 - Tanque de água com os 7 corpos de prova submersos.....	85
Figura 34 - Máquina de compressão simples com capacidade de 600KN marca EMIC modelo DL60000.....	86
Figura 35 - Ensaio de Compressão simples corpo de prova 6: a) início do teste; b) meio do teste; c) rompimento do corpo de prova.....	87
Figura 36 - 7 corpos de prova dos tijolos de solo cimento com agregados reciclados de classe A rompidos no ensaio de compressão simples.....	87
Figura 37 - Secagem dos corpos de prova na estufa para obtenção dos valores de m_1	88
Figura 38 - Pesagem dos 3 corpos de prova.....	89
Figura 39 - Corpos de prova mergulhados em água para dos valores de m_2	90
Figura 40 - Pesagem dos 3 corpos de prova após 24 horas de submersão em água para obtenção dos valores de m_2	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade estimada de Resíduos da Construção Civil coletada nas cinco regiões do Brasil (toneladas/dia).....	53
Gráfico 2 - Origem do RCD nos municípios brasileiros	54
Gráfico 3 - Composição percentual dos RCC produzidos no município de São Carlos-SP em 2003	55
Gráfico 4 - Composição percentual dos RCC produzidos no município de São Carlos-SP em 2010	55
Gráfico 5 - Porcentagem de RCC no recolhimento de RSU diário	56
Gráfico 6 - Relação de usinas de reciclagem de RCC instaladas até 2016	62
Gráfico 7 - Evolução da densidade demográfica do município de Barrinha - SP (hab/km ²).....	74
Gráfico 8 - Resultados obtidos no ensaio de compressão simples segundo NBR 8492:2012	94
Gráfico 9 - Resultados obtidos no ensaio de absorção de água segundo NBR 8492:2012	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo dos marcos, perspectiva histórica e cronológica.....	23
Quadro 2 - Aspectos legais de âmbito nacional sobre resíduos.....	30
Quadro 3 - Classificação dos resíduos da construção civil segundo a Conama nº307/2002	33
Quadro 4 - Formas de destinação dos Resíduos da construção civil.....	34
Quadro 5 - Classificação dos dois grupos de vetores transmissores de doenças.....	35
Quadro 6 - Atualizações realizadas pelo CONAMA na Resolução nº 307/2002	37
Quadro 7 - Aparatos legais em ordem cronológica	38
Quadro 8 - Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos – segundo a 12.305/2010.....	45
Quadro 9 - Aplicações e usos de agregado reciclado de RCC das usinas de reciclagem de RCC	63
Quadro 10 - NBR's pertinentes a fabricação do tijolo de solo cimento	92
Quadro 11 - Composição do custo de produção do milheiro do Tijolo ecológico com agregados reciclados de RCC classe A	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Serviços de manejo de RCC, segundo tamanho e densidade populacional dos municípios em 2008.	52
Tabela 2: Dados econômicos do Município de Barrinha - SP	73
Tabela 3 - Análises dimensionais dos comprimentos em milímetros dos corpos de prova	80
Tabela 4 - Análises dimensionais das larguras em milímetros dos corpos de prova	81
Tabela 5 - Análises dimensionais das variações das alturas em milímetros dos corpos de prova.....	82
Tabela 6 - Médias das análises dimensionais do comprimento, largura e altura em milímetros dos corpos de prova	83
Tabela 7 - Valores obtidos do m_1 durante a secagem dos 3 corpos de prova.....	89
Tabela 8 - Valores de m_2 obtidos dos 3 corpos de provas após 24 horas de submersão em água.....	91
Tabela 9 - Resultados do ensaio de compressão simples dos 7 corpos de prova	93
Tabela 10 - Resultados do ensaio de absorção de água dos 3 corpos de prova	95

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo de Resistência a Compressão Simples segundo NBR: 8492/2012	88
Equação 2 - Cálculo de Absorção de Água segundo NBR: 8492/2012	91

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas técnicas
ABRECON	Associação Brasileira de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CP	Corpos de Prova
DS	Desenvolvimento Sustentável
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
Kgf	Quilograma Força
MPa	Mega Pascal
N	Newton
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PIB	Produto Interno Bruto
PMGRS	Planos Municipais de Gestão Resíduos Sólidos
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
SINDUSCON-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 Objetivos.....	19
1.1.1 Principal.....	19
1.1.2 Específicos	20
1.2 Justificativa	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
2.1 Sustentabilidade	22
2.1.1 Tripé da sustentabilidade.....	25
2.1.2 Desenvolvimento Sustentável	26
2.2 Breve Histórico dos Resíduos da Construção Civil	26
2.3 Políticas Públicas	27
2.3.1 Políticas Públicas: aspectos legais normatizações voltadas aos resíduos	29
2.3.1.1 Resolução nº 307 e Atualizações.....	31
Fonte: Adaptado das Resoluções CONAMA.....	37
2.3.1.2 Histórico e trajetória da lei nº 12.305/10 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos	37
2.3.2 Responsabilidade compartilhada pelos geradores de RCD	44
2.3.3 Logística reversa	45
2.4 Resíduos da Construção Civil (RCC)	47
2.5 Resíduos da Construção Civil (RCC) no Brasil	52
2.6 Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil	57
2.6.1 Reutilização de RCC classe A.....	60
2.7 Usinas de reciclagem de resíduos da construção civil de classe A.....	61
3 TIJOLOS ECOLÓGICOS.....	66
3.1 Composição do tijolo	67
3.1.1 Ótica sobre o desenvolvimento sustentável e os tijolos ecológicos.....	68
3.2 Adição de agregados reciclados classe A aos tijolos de solo cimento	70

4 METODOLOGIA	72
4.1 Visitas Técnicas.....	72
4.2 Município de Barrinha - SP.....	73
4.3 A fábrica tijolos de solo cimento ou tijolos ecológicos com agregados reciclados de classe A.....	74
4.3.1 Fabricação do tijolo ecológico de solo cimento com os agregados reciclados de classe A.....	75
4.4 Execução dos Ensaios de resistência à compressão simples e de absorção de água.....	78
4.4.1 Ensaios de resistência à compressão simples	78
4.4.2 Ensaio de absorção de água	88
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS	92
5.1 Análise dos resultados do ensaio de compressão Simples.....	93
5.2 Análise dos resultados do ensaio de absorção de Água	94
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
6.1.1 Sugestões para pesquisas futuras.....	99
REFERÊNCIAS.....	100
APÊNDICIE.....	109
6.2 Folhas dos Relatórios com as aferições e resultados obtidos dos ensaios de compressão simples e absorção elaboradas segundo a NBR 8492/2012	109
6.2.1 Ensaio de absorção de água segundo ABNT: NBR 8492/2012 - anotações.....	109
6.2.2 Ensaio de compressão segundo ABNT: NBR 8492/2012 - Anotações.....	110

1 Introdução

Mundialmente o setor da construção civil destaca-se pelo elevado consumo de recursos em todas as suas etapas desde a extração da matéria prima até a apropriação do bem ou a demolição.

Os autores Ângulo, Zordan e John (2001) destacam que a construção civil no Brasil é responsável por gerar nos municípios diariamente cerca de 300 a 500 kg/hab.dia, onde em municípios de grande porte os números podem alcançar surpreendentemente 1.300 kg/hab.dia, Enquanto internacionalmente a margem anual pode chegar de 130 e 3000 kg/hab./ano (PINTO, 1999).

A construção civil torna-se o maior causador dos impactos ambientais devido ao uso predatório dos recursos naturais. Os agregados como areia, pedra, solo, entre outros são os principais insumos de extração. As quantidades de recursos naturais consumidos e de resíduos gerados pelo setor são imensuráveis. Em nível mundial estes agregados para este ano possuem uma estimativa de uso no setor na faixa dos 51 milhões de toneladas. (YANIK, 2016)

Desse modo, como suporte a ciência a tecnologia torna-se aliada, pois se entende como tecnologia em conformidade com Setzer (2007), a aplicação de diversos de materiais e métodos que agem de maneira conjunta para alcançar o que se deseja na sociedade.

Pode-se dizer que a tecnologia engloba muito o discernimento da técnica aplicada por aquela sociedade, compreendendo muito mais do que seu entendimento, mas sim como uma peça para utilização daquela sociedade onde está sendo explorada não de maneira neutra, assumindo assim diversas funcionalidades para atender o usuário e suas necessidades.

Assim Telles et al. (2010), descreve que a tecnologia abordada por uma certa sociedade, incumbi uma serventia de possibilitar;

- Uma inclusão social; e
- Desenvolvimento sustentável

Como um fator de estudos da ciência e da tecnologia, a ferramenta da reciclagem dos resíduos da construção civil e demolição surge como um impulsionador do desenvolvimento sustentável. Esta urgência para

conscientizar a sociedade para o desenvolvimento sustentável é dada por meio de políticas, projetos, leis, resoluções que visam um futuro mais sustentável para a sociedade. (SALAS-ZAPATA et al., 2011).

Para Marques Neto (2005), a reciclagem dos resíduos da construção civil e demolição surgem como uma ferramenta para auxiliar no desenvolvimento sustentável do setor, pois por meio da ferramenta da reciclagem, pode-se prolongar a vida do insumo básico, pois este volta para o mercado na forma de agregado reciclado. O Autor ainda afirma que a reciclagem destes resíduos prolonga a vida útil dos aterros, diminui a disposição em locais inapropriados, reduz a extração de novos recursos naturais, entre outros.

As reutilizações destes agregados reciclados colaboram com a política dos 3R da sustentabilidade que são: reduzir, reutilizar e reciclar. Portanto quando se utiliza estes agregados reciclados, a sustentabilidade entra em prática, gerando valores ambientais, sociais e econômicos que é à base de seu tripé.

Segundo Penha, Moreira e Barata (2007), os tijolos ecológicos ou de solo-cimento são considerados tijolos de baixo custo. São uma mistura homogênea de: solo, cimento e água, compactados, com objetivo de amenizar a degradação do meio ambiente através da extração de matérias primas, os agregados reciclados de classe A podem ser incorporados na confecção destes tijolos, sem alterar suas propriedades e seguindo as normas vigentes.

Nessa perspectiva, devido à grande demanda do uso de matéria prima, a indústria da construção civil torna-se também a grande precursora para a reutilização destes resíduos produzidos por ela mesma, e desse modo através da reciclagem dispor de agregados reciclados com um menor valor e reinseri-lo no mercado. (SANTOS, 2012).

1.1 Objetivos

1.1.1 Principal

O objetivo geral deste estudo é analisar a viabilidade técnica na incorporação de agregados reciclados de resíduo da construção civil de classe

A como insumo na confecção de tijolos ecológicos e sua conformidade com os ensaios descritos na ABNT NBR 8492:2012.

1.1.2 Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Apresentar o fluxo deste RCC reciclados de classe A como matéria prima e um meio alternativo na confecção de novos artefatos no setor da construção civil;
- b) Realizar os ensaios de compressão simples e de absorção de água de acordo com a NBR 8492:2012; e
- c) Demonstrar a possibilidade dos tijolos ecológicos ou de solo cimento com agregados reciclados de RCC classe A atender aos requisitos normativos previstos pelos ensaios previstos pela NBR 8492/2012;

1.2 Justificativa

O emprego do resíduo da construção civil reciclado no Brasil ainda é pouco difundido, embora haja diversos estudos e comprovações. O presente trabalho enfatiza a ferramenta da reciclagem de resíduos da construção civil para tornar o setor mais sustentável, diminuindo problemas ambientais.

Para Figueiredo et al. (2012), a reciclagem do RCC reduz os custos, com extração de matéria prima e assim estes resíduos reciclados podem servir de insumo para incorporação e desenvolvimento de novos materiais e artefatos utilizados no setor construtivo. Como é o caso da incorporação de agregados reciclados de classe A nos tijolos de solo-cimento ou tijolos ecológicos que são o objeto de estudo deste trabalho.

O próspero setor da construção civil por intermédio da ciência e da tecnologia vem desenvolvendo novos meios para tratar destes assuntos tão importantes e imprescindíveis para as futuras gerações. No que tange a ciência Kühn (1998), relata que a ciência no mundo parte de um novo olhar, que inicia-se a partir do estágio pré-paradigmático, trazendo para o meio acadêmico e de estudos científicos, novas propostas neste período. O autor descreve o conceito de ciência normal, como uma fase onde estes paradigmas válidos na ciência encontram-se atuando para uma melhoria dos estudos desempenhados

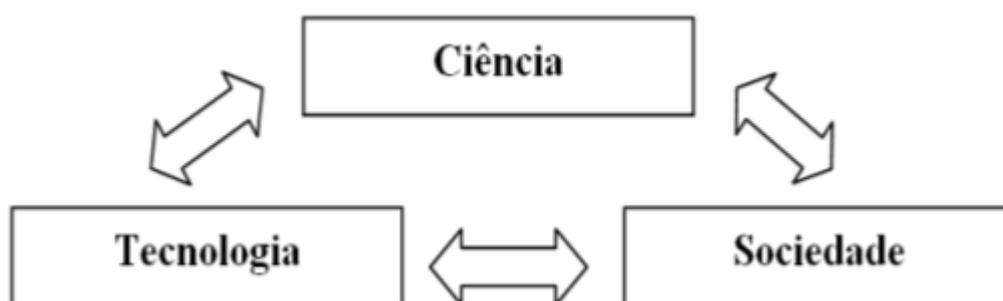
para aprimoramento do paradigma em questão, ressaltando que é a crise que produz uma revolução científica no paradigma atual realizando a substituição por novos paradigmas mais eficientes.

O presente trabalho não visa expor e delinear as diversas aplicabilidades dos agregados reciclados provenientes de RCC classe A, especificará somente as propriedades físicas e técnicas que são utilizadas para a confecção dos tijolos ecológicos, previstos em normas. Tem como base entender e demonstrar que é possível a aplicação destes resíduos reciclados nas atividades do setor da construção, garantindo assim um desenvolvimento sustentável e visando um equilíbrio no processo construtivo, para que se alcance a sustentabilidade.

Como a sustentabilidade possui um caráter interdisciplinar cabe ressaltar a importância dos estudos CTS nesta área da reciclagem, pois, segundo Bazzo, Linsingen e Pereira (2003), Entende-se que este termo é um instrumento vinculado ao estudo que se baseiam nas perspectivas sociais da ciência e da tecnologia, desse modo, visam entender a repercussão social e ambiental no mundo a partir dos fatores que tangem os fatores sociais influenciadores na modificação científico-tecnológica.

O campo CTS estuda a correlação entre a ciência, tecnologia e sociedade (figura 1) e a sua vasta atuação.

Figura 1 - Correlação entre ciência, tecnologia e sociedade



Fonte: adaptado de Bazzo, Linsingen e Pereira (2003)

Com finalidade de um melhor embasamento sobre a utilização de resíduos reciclados na confecção de tijolos ecológicos visitou-se uma fábrica no município de Barrinha-SP, para que assim a partir das pesquisas bibliográficas, estudos e testes realizados, foi-se analisada a viabilidade técnica através dos ensaios da NBR 8492:2012 a possibilidade na reinserção destes agregados reciclados de RCC no mercado em novos artefatos.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Sustentabilidade

A palavra Sustentabilidade deriva da palavra sustentável que advém da palavra em Latim *sustentare*, que remete as ações de sustentação, defender, favorecimento, apoio, conservação e cuidar.

Em 1972 a conferência das Nações unidas sobre o meio ambiente humano, realizada em Estocolmo, evidencia e argumenta-se sobre a sustentabilidade, na Declaração de Estocolmo (AGOYPYAN; JOHN, 2011).

A centralidade deste documento como as gerações futuras serão impactadas se a partir do momento do documento, desenvolve-se um pensamento sustentável e a preservação do meio ambiente, como no trecho do documento:

“A defesa e o melhoramento do meio ambiente humano para as gerações presentes e futuras se converteu na meta imperiosa da humanidade, que se deve perseguir, ao mesmo tempo em que se mantêm as metas fundamentais já estabelecidas, da paz e do desenvolvimento econômico e social em todo o mundo, e em conformidade com elas.” (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1972, p. 2).

Na década de 1980, os países olham para o meio ambiente com uma ótica de preocupação, pois necessitavam impulsionar o progresso sem devastar o meio ambiente para as futuras gerações, esta preocupação por um desenvolvimento mais consciente e que preocupa-se com a proteção do meio ambiente, modifica para melhor a vida dos cidadãos e visando uma economia com melhor lucro através das decisões tomadas fica conhecida por então como sustentabilidade. (SILVA, 2009).

Segundo o SEBRAE (2017), em 1986 a Organização das Nações Unidas (ONU), buscando compreender o impacto das atividades e ações humanas no meio ambiente e conseqüentemente o grau que estava afetando a vida dos seres do planeta terra, encomenda um estudo que intitulou-se “Nosso Futuro comum”, onde foi a primeira vez que ouviu-se o termo sustentabilidade.

Para Rosa (2007), o conceito sustentabilidade é uma prática de indagação aos responsáveis pelas práticas de desenvolvimento e pela maneira que o mesmo tem ocorrido.

Na visão da sustentabilidade deve-se preservar ao máximo e causar mínimos danos do meio ambiente, busca por novos meios e tecnologias que auxiliam um desenvolvimento com o menor dano à sociedade, ambiente e economia, estas são as preocupações que a sustentabilidade traz para o mundo.

Portanto a sustentabilidade são as ações desempenhadas dentro dos sistemas econômicos, ambientais e sociais que permeando-as sem que haja danos e aniquilações dentro dos sistemas e assim tendo uma visão para o futuro, concedendo uma melhoria na qualidade de vida atualmente e futuramente. (CABESTRÉ, GRAZIADE e POLESEL FILHO, 2008)

A sustentabilidade até fortalecer-se no mundo passou por vários marcos importantes, descritos e apresentados em síntese no quadro 1 (BACHA, SANTOS e SCHAUN, 2010):

Quadro 1 - Resumo dos marcos, perspectiva histórica e cronológica

Ano	Perspectivas
1972	Publicação do Relatório do Clube de Roma (The Limits to Growth) sobre riscos globais dos efeitos da poluição e do esgotamento das fontes de recursos naturais. Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, Suécia, com a participação de 113 países, O conceito de Ecodesenvolvimento foi apresentado por Ignacy Sachs, considerado precursor do Desenvolvimento Sustentável.
1975	Elaboração do Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (PND-1975/79) que definiu prioridades para o controle da poluição industrial.
1980	Em 1980 surge a noção de Ecologia profunda, que coloca o homem como o componente de sistema ambiental complexo, holístico e unificado.
1983	A ONU criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento que desenvolveu o paradigma de desenvolvimento sustentável, cujo relatório (Our Common Future) propunha limitação do crescimento populacional, garantia de alimentação, preservação da biodiversidade e ecossistemas, diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias de fontes energéticas renováveis, aumento da produção industrial a base de tecnologias adaptadas ecologicamente, controle da urbanização e integração campo e cidades menores e a satisfação das necessidades básicas.
1991	A Câmara de Comércio Internacional (CCI) aprovou "Diretrizes Ambientais para a Indústria Mundial", definindo 16 compromissos de gestão ambiental a serem assumidos pelas empresas, conferindo à indústria responsabilidades econômicas e sociais nas ações que interferem com o meio ambiente. Essas diretrizes foram acatadas no Brasil, pelo Comitê Nacional da Câmara de Comércio Internacional, tendo-se criado a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável.

1992	Realizou-se no Rio de Janeiro a ECO-92 (a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento) na qual foram elaboradas a Carta da Terra (Declaração do Rio) e a Agenda 21, que reflete o consenso global e compromisso político objetivando o desenvolvimento e o compromisso ambiental.
1997	Discutido e negociado em Quioto no Japão, o Protocolo propõe um calendário pelo qual os países membros teriam obrigação de reduzir a emissão de gases do efeito estufa. Em novembro de 2009, 187 países haviam aderido ao Protocolo.
1999	John Elkington concebeu o Triple Bottom Line (TBL) para ajudar empresas a entrelaçarem os componentes do desenvolvimento sustentável: prosperidade econômica, justiça social e proteção ao meio ambiente em suas operações.
2002	Aconteceu, em Johannesburgo, a conferência mundial denominada Rio + dez, onde se instituiu a iniciativa “Business Action For Sustainable Development”
2006	O documentário “Uma verdade inconveniente” de Davis Guggenheim (sobre a militância política de Al Gore a quem rendeu o Nobel da Paz em 2007 e dois Oscar) cuja mensagem principal (“become carbon neutral”) se coloca como um novo paradigma planetário.
2009	Realiza-se em Copenhague a 15ª Conferência do Clima (COP 15) das Nações Unidas, evento que reuniu 25 Chefes de Estado.

Fonte: Bacha, Santos e Schaun (2010)

Portanto:

A definição de sustentabilidade busca relacionar a conciliação do desenvolvimento com a Planos de Gestão de Logística Sustentável 11 conservação ambiental e a construção da equidade social, a qual foi disseminada por meio do Relatório Brundtland (World Commission on Environmental and Development) “Nosso Futuro Comum” (CMMAD, 1987) e pela Agenda 21 (ONU/UNCED, 1992). (BRASIL, 2014, p.10-11).

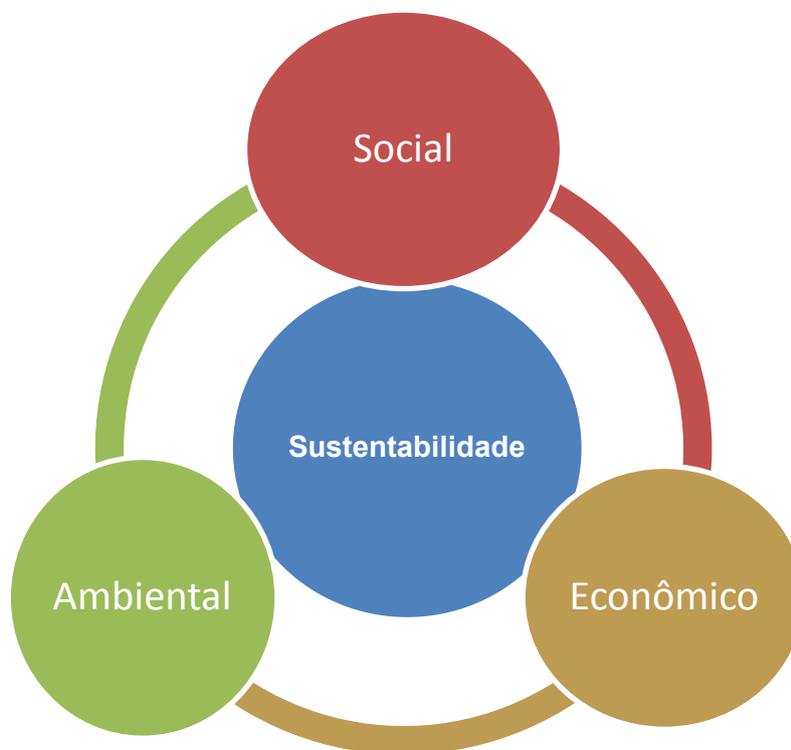
Segundo Brasil (2008), através destes documentos, que levantou-se a problemática com as futuras gerações e de que modo encontrariam o planeta e seus recursos devido ao consumo desenfreado e sem consciência da geração atual para com o meio ambiente e seus recursos, desse modo, estes documentos, resguardaram a preocupação e os cuidados com as matérias primas e os recursos limitados extraídos do meio ambiente, realizando estudos que projetavam as condições execráveis do consumo e produção humana exacerbada, influenciando e potencializando os efeitos climáticos no planeta.

2.1.1 Tripé da sustentabilidade

O tripé da sustentabilidade surge como os pilares e norteadores para que haja um desenvolvimento sustentável e para que realmente haja sustentabilidade.

Em 1994, John Elkington, surge pela primeira vez com o conceito do *Triple Bottom Line* (Tripé da sustentabilidade), neste contexto a sustentabilidade apresenta-se como o ponto de equidade entre os meios: ambientais, econômicos e sociais. (ELKINGTON, 1994). (Figura 1)

Figura 2 - Tripé da Sustentabilidade



Fonte: Adaptado de Elkington (1997)

O termo *triple bottom line* ou tripé da sustentabilidade conhecido no Brasil são firmados nestes três segmentos: econômico, ambiental e social. (BENITEZ E POLO 2013).

Elkington em (2001), descreve que as pessoas devem-se comprometer e engajar-se com o tripé da sustentabilidade para que haja um desenvolvimento sustentável e desenvolvam as corretas habilidades para tal, pois é a através dos princípios da sustentabilidade que chega-se ao objetivo que é o desenvolvimento sustentável.

2.1.2 Desenvolvimento Sustentável

O Relatório de Brundtland (1987) apresenta pela primeira vez o conceito de desenvolvimento sustentável - DS, este conceito busca realizar para atual geração a compensação suas necessidades com um enfoque nas gerações posteriores a também possuírem suas próprias necessidades satisfeitas.

O desenvolvimento sustentável provém do tripé da sustentabilidade, quando são alcançados os segmentos: ambiental, social e econômico, surge à sustentabilidade e conseqüentemente há o DS.

O DS é de cunho social, onde o governo através das políticas públicas orientadas, planos de desenvolvimento nacional, instrua a população sobre a sua importância. Assim o DS é um processo que leva tempo para conscientização, tendo diversos fatores atuantes como regionalidade, interesses e anseios da população. (BARBOSA, 2008).

Segundo Pinheiros (2006), os governos, organizações e a própria sociedade que torna-se responsável por atingir os objetivos e cumprir as metas do tripé da sustentabilidade e assim atingir o desenvolvimento sustentável do planeta.

Para Kraemer (2003), o desenvolvimento sustentável, visa ajustar:

- O crescimento econômico à conservação e preservação do meio ambiente; e
- A erradicação da pobreza no planeta.

2.2 Breve Histórico dos Resíduos da Construção Civil

Conforme Levy (2000), a construção civil é uma das atividades humanas mais antigas que se tem conhecimento, sempre gerando grandes quantidades de resíduos.

Com pesquisas realizadas em ruínas de cidades antigas alguns arqueólogos encontraram muitos dados sobre a história do homem e a destinação do seu lixo nas antigas civilizações através de documentos escritos, capazes de narrar à história da gestão dos resíduos urbanos. Na Ilha de Creta é onde encontra-se o registro do aterro sanitário mais antigo até hoje descoberto, construído pela antiga cultura micênica, ligada ao palácio de

Cnossos, em cerca de 3.000 AC. Nesta primitiva construção o lixo era colocado em grandes covas, acondicionado em sucessivas camadas, cobertas por terra.

Segundo Schultz e Hendricks (1992 apud LEITE, 2001), foi no Império Romano que aparecem os primeiros registros de reutilização de resíduos na construção civil e na produção de novas obras. Nesta mesma época era utilizada uma mistura de cinzas vulcânicas, argilas, cacos cerâmicos e pasta aglomerante de cal, na execução de camadas para assentamento do revestimento final dos pavimentos, conforme com Brito Filho (1999 apud LEITE, 2001).

Mas, a primeira aplicação significativa de entulho reciclado foi registrada somente após o final da Segunda Guerra Mundial, na reconstrução das cidades européias. (LEVY, 2000).

Consoante com Schultz e Hendricks (1992 apud LEITE, 2001), com final da segunda guerra gerou uma grande quantidade de entulho nas cidades alemãs girava em torno de 400 milhões a 600 milhões de metros cúbicos. O local onde era realizada a reciclagem destes resíduos proporcionava cerca de 11 milhões de metros cúbicos de agregado reciclado de alvenaria.

De acordo com a Associação Brasileira de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2015), em 1928 dá-se início às pesquisas de forma mais avaliativas quanto ao consumo de cimento, a quantidade de água e o efeito da granulometria dos agregados oriundos de alvenaria britada e de concreto. No entanto, o entulho tem sua primeira aplicação registrada após a segunda guerra mundial, onde foi utilizado nas reconstruções das cidades Européias, que tiveram edifícios demolidos e os escombros ou entulhos resultantes foram britados para produção de agregado visando atender à demanda na época. Assim, em 1946 iniciou o desenvolvimento da tecnologia de reciclagem de entulho da construção civil.

2.3 Políticas Públicas

Bazzo, Linsingen e Pereira (2003), descrevem que em CTS seus os estudos e programas vertem de três grandes direções, que são:

1. Um olhar alternativo na caracterização no que tange a neutralidade clássica vinculada a C&T;

2. Nas políticas públicas uma proposta para uma padronização social e igualitária no quesito C&T, trazendo a participação pública como oportunidades de envolvimento;

3. A educação proposta e analisada conforme o novo padrão de ciência correlacionada com a sociedade.

Deve-se ter em mente que a abordagem do campo CTS visa um aumento do entendimento humano sob o mundo construído por seres humanos. A C&T passam a contribuir com a sociedade homogeneizando-se deixando de serem práticas fabris e laboratoriais.

A figura 3 descreve em síntese os estudos em CTS segundo Palacios (2001):

Figura 3 - Síntese dos estudos em CTS



Fonte: Adaptado de Palacios (2001)

Bazzo et al. (2003), ressalva que os saberes do campo CTS dividem-se em três vertentes: Pesquisa, Educação e Política Pública

Onde está política pública ressalva ao campo C&T sua regulamentação pública contribuindo para meios democráticos facilitadores nas tomadas de decisões no que tange aos argumentos relacionados à sociedade.

As políticas públicas são um composto de ações adotado pelo governo para gerir melhores condições através de ações governamentais, a fim de promover à sociedade as melhores infraestruturas de bens ou serviços. Deve-se findar permanente no pensamento dos gestores públicos, que é através destas políticas públicas e dos programas adotados por estas que conduzem a sociedade para a melhoria e o retorno esperado. Tendo a própria Constituição Federal Brasileira, ressaltando e descrevendo a eficiência desse gerir, como

subsequência para desempenho do setor da administração pública (BRASIL, 2018).

Para Souza (2006), políticas públicas é o engajamento das deliberações em conjunto com as atividades que o governo incumbe-se na solução dos problemas da sociedade, soluções estas, que podem ser cabíveis ou não, devido às finalidades de acordo com cada grupo de interesse em uma sociedade.

O autor Draibe (2001), enfatiza a importância do reconhecimento das medidas tomadas pelo governo, identificando rigorosamente a avaliação da ação pública, no quesito se esta ação realmente está em pleno andamento com tomada de decisão do governo para com a sociedade.

Segundo Semeão, Miotello e Hoffmann (2010), para que haja uma concepção de uma política pública deve-se delimitar uma agenda pública que contenha os assuntos e as políticas, para que assim haja uma decisão para que decida se o assunto mencionado será ou não uma política pública. Nesse sentido o governo abordará o problema como público se este for concebível de transição pelo meio da criação da política pública,

Ainda segundo os autores, o fator chave para que estas políticas tomem as devidas proporções é o engajamento da sociedade com a agenda política, pois é a própria comunidade que deve opinar, criticar, avaliar, estar presente e participar do estabelecimento dos benefícios. Para isso cabe a cada cidadão estar engajado com o que busca e ciente do papel da ciência e a tecnologia da área para qual estão buscando melhoramento, beneficiando e incluindo a todos desde os mais instruídos aos leigos, não fazendo acepção de pessoas.

2.3.1 Políticas Públicas: aspectos legais normatizações voltadas aos resíduos

Existem aspectos normativos de âmbito federal sobre os resíduos da construção civil do qual todos os estados e o Distrito Federal são obrigados a respeitarem e seguirem, já os aspectos normativos estaduais e municipais são facultados aos mesmos, variando de estado para estado assim como para municípios, mas todos amparados pelos aspectos federais.

De âmbito nacional o quadro 2, descreve de forma cronológica as leis vigentes:

Quadro 2 - Aspectos legais de âmbito nacional sobre resíduos

Ano de Publicação	Documento	Descrição do Documento
1981	Lei Federal No. 6.938	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências
1998	Lei Federal No. 9.605 (Lei de crimes ambientais)	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
2001	Lei Federal No. 10.257	Estatuto das Cidades. Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelecem diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
2002	Resolução Conama N° 307	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
2007	Lei Federal N° 11.445	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis No. 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.
2010	Lei Federal No. 12.305	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
2010	Decreto N° 7.404	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.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Córdoba (2010) salienta que a Resolução Conama N° 307 é o marco inaugural para realização da regulamentação de maneira concreta da gestão dos resíduos de construção e demolição, estabelecendo no âmbito nacional diretrizes, critérios e procedimentos para gestão adequada dos RCC.

Como um meio de atender e padronizar a gestão destes resíduos segundo a Resolução 307, a ABNT no ano de 2004 publica as seguintes normas regulamentadoras:

- NBR 10.004 - Resíduos Sólidos – Classificação. Atualização válida a partir de 30 de novembro de 2004. Sua primeira versão foi publicada em 30 de setembro do ano de 1987, bem antes da resolução 307 da CONAMA;
- NBR 10.005 - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Válida a partir de 30 de novembro de 2004;
- NBR 10.006 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Válida a partir de 30 de novembro de 2004;

- NBR 10.007 - Amostragem de resíduos sólidos. 30 de novembro de 2004;
- NBR 15.112 - Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projetos, implantação e operação. Válida a partir de 30 de julho 2004;
- NBR 15.113 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projetos, implantação e operação. Válida a partir de 30 de julho 2004;
- NBR 15.114 - Resíduos sólidos da construção civil – Áreas para reciclagem – Diretrizes para projetos, implantação e operação. Válida a partir de 30 de julho 2004;
- NBR 15.115 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camada de pavimentação – Procedimentos. Válida a partir de 30 de julho 2004; e
- NBR 15.116 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Válida a partir de 30 de julho 2004.

2.3.1.1 Resolução nº 307 e Atualizações

O setor da construção civil destaca-se no Brasil e no exterior como o maior consumidor de recursos naturais e a maior geradora de resíduos, a disposição destes resíduos complica-se a cada dia, devido aos elevados custos com transporte e à dificuldade na escolha de áreas que atendam aos requisitos ambientais.

Em 2002, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) criou e publicou a Resolução CONAMA nº. 307, sendo assim a primeira menção a respeito de políticas voltadas a regularizar a gestão e o manejo de RCC. Esta resolução contribuiu para que:

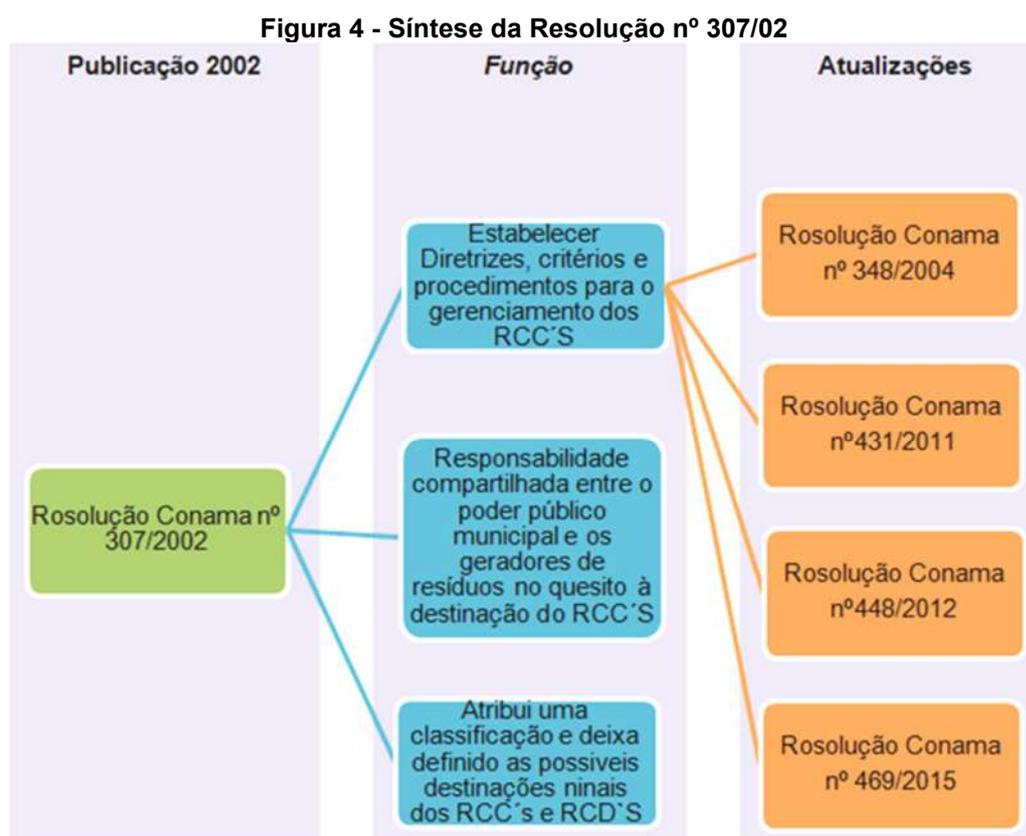
- Estabelece-se a conduta e diretrizes para gerenciamento, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;
- A relevância de objetivar a aplicação de técnicas que reduzam os impactos ambientais gerados pelos resíduos providos do setor da construção civil;

- A classificação dos resíduos existentes e assim o manejo correto de sua destinação final, segundo a sua classificação proposta, corroborando para que assim sejam dispostos corretamente nos locais especificados na norma e em locais licenciados;

- Torna o gerador de RCC provenientes de construção, reforma, reparo, demolição, extração e toda atividade ligada ao setor, como responsável pelo resíduo;

- Apresenta a reciclagem de RCC como uma ferramenta que auxilia no gerenciamento integrado destes RCC, possibilitando o setor usar o RCC como matéria prima novamente na cadeia de produção, corroborando a sociedade e fortalecendo o tripé da sustentabilidade nos quesitos: ambiental, econômico e social.

A (figura 4) ilustra uma síntese sobre a Resolução nº307/02 do CONAMA.



Fonte: Autor (2019)

Córdoba (2010), afirma que esta resolução veio para alavancar e instaurar diretrizes no que compete aos quesitos no que se diz a classificação distinta de cada um dos resíduos oriundos da construção civil e a introduzir a

incumbência aos municípios a elaboração dos Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil.

Uma das formas de reduzir o impacto gerado pelos resíduos da construção civil - RCC, também podem ser denominados de resíduos da construção e demolição – RCD. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) criou a Resolução CONAMA nº. 307, publicada em 2002. A referida resolução no seu artigo 3º da resolução uma classificação para os tipos de resíduos da construção civil, que pode ser vista no quadro 3.

Quadro 3 - Classificação dos resíduos da construção civil segundo a Conama nº307/2002

Classificação	Reutilizável	Reciclável	Proveniente
A	SIM	SIM	a) Das construções, demolições, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) De reparos em edificações, como por exemplo, os componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) Dos processos de fabricações e/ou demolições das peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.
B	SIM	SIM	Provenientes de plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, gesso* e outros
C	NÃO	NÃO	Estes resíduos a resolução não exemplificam quais materiais se encaixam nesta categoria, assim não se pode realizar a reciclagem ou recuperação, pois ainda não há tecnologias e reaplicações economicamente viáveis desenvolvidas. Exemplo de matérias que não encaixam-se, são: Esponja, feltro, manta geotêxtil e outros.
D	NÃO	NÃO	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais, amianto** e outros.

* Gesso com a resolução CONAMA nº431 de Maio/2011 passa de resíduo da classe C para de classe B, podendo ser reciclado e reutilizado.

** Amianto com a resolução CONAMA nº348 de Agosto/2004 é inserido como resíduo de classe D, requerendo cuidados especiais na sua disposição final.

Fonte: Adaptado da CONAMA (2002)

A resolução nº 307/2002 do CONAMA, insere a precisão de elaborar-se um levantamento da situação atual do entulho nos municípios e assim diagnosticar por meio deste levantamento se é possível conhecer o modo como o setor público e privado (construtores e coletores) vêm tratando o assunto, além de avaliar possíveis impactos ambientais, econômicos e sociais causados por deposições irregulares.

A destinação dos resíduos da construção civil é uma parte muito importante da gestão, visto que a destinação deve ser realizada em função da classificação de cada resíduo, conforme a quadro 4.

Quadro 4 - Formas de destinação dos Resíduos da construção civil

Classes	Destinação
A	Aplicação no próprio canteiro de obras, reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de reservação, ou dispostos em aterros de resíduos classe A e de resíduos inertes*, possibilitando um reuso após uma reciclagem futura destes materiais
B	Direcionamento a cooperativas de reciclagem, reutilização no próprio meio, na confecção de novos produtos ou sinalizações, conduzidos para reciclagem ou para locais de armazenamento temporário, sendo predispostos a reutilizações futuras
C	A armazenagem, transporte e destinação final desta classe de resíduo dar-se-á de acordo com as normas técnicas específicas **
D	A armazenagem, transporte e destinação final desta classe de resíduo dar-se-á de acordo com as normas técnicas específicas **
<p>* A norma da ABNT NBR 15.113/2004: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Aterros – Instaura as diretrizes para projeto, implantação e operação da destinação final dos RCC classe A, que não possam ser reutilizados ou reciclados. ** A norma da ABNT NBR 10.007/2004 - Amostragem de resíduos sólidos é a norma que responsável por nortear sobre a classificação destes resíduos e seu grau de periculosidade.</p>	

Fonte: Adaptado de CONAMA (2002), Córdoba (2010) e Nicolau (2018).

Marques Neto (2005) aponta outro agravante aos municípios no que compete a saúde pública, com a disposição dos resíduos da construção civil de maneira ilegal ou em vazios que possam surgir nas caçambas, tornam estes meios propícios para criação e proliferação de diversos vetores nocivos à saúde pública.

Estes locais tornam-se meios de propagação e abrigo para roedores, animais peçonhentos, dentre outros. Devido às precipitações pluviométricas,

estes locais tornam-se áreas de acúmulo de água parada, em potencial para formação de criadouros de larvas, a exemplo o *Aedes aegypt* e entre outros.

De acordo com Miranda (1995), a saúde pública de uma sociedade está interligada a como essa sociedade manuseia e trata seus resíduos, em especial os RSU são os que mais atuam de maneira epidemiológica na comunidade. A transmissão de doenças oriundas destes resíduos é ocasionada quando os vetores encontram as devidas condições ideais para sua propagação. Ainda segundo o autor, esta disposição incorreta dos RSU ocasiona ambientalmente a contaminação de solo, águas e ar, de maneira “dominó” onde a contaminação de um meio acarreta a contaminação de outro meio.

Os fenômenos naturais como a lixiviação, percolação, entre outros, atuam nas águas, através afetam lençóis freáticos, aquíferos, rios, e toda fonte de água e conseqüentemente a contaminação do solo. A poluição atmosférica dá-se pelos efluentes gasosos oriundos das atividades do homem, e também de gases provindas do lixo, resíduos e rejeitos. (SIQUEIRA E MORAES, 2009)

Segundo Barros (2012), os RSU desempenham uma boa parcela no que tange a ocorrência de doenças oriundas das disposições ilegais. Todavia, os resíduos sólidos não representam sua causa direta, sendo comprovado o seu papel na transmissão de doenças provocadas por organismos macro e micro como descritos no (quadro 5), que pode-se serem encontradas nos resíduos ou serem atraídos e desenvolvidos por estas disposições errôneas do resíduo.

Quadro 5 - Classificação dos dois grupos de vetores transmissores de doenças

Classificação de Vetores	
Macro	Micro
<ul style="list-style-type: none"> - Ratos, - Baratas, - Moscas, - Mosquitos; e - Animais de grande porte (cães, aves e suínos) 	<ul style="list-style-type: none"> - Vermes; - Bactérias; - Fungos; - Actinomicetos (bactérias responsáveis por contaminar animais e solos); e - Vírus.

Fonte: Adaptado de Barros (2012)

Outra percepção é que com a disposição ilegal ou até mesmo alocação do RCC de maneira correta em caçambas, algumas pessoas por falta de conhecimento acabam contaminando com tipos de resíduos local, como

resíduos sólidos urbanos (RSU) e resíduos sólidos domiciliares (RSD) (figura 5), onde acabam sendo propícios para a criação e proliferação de vetores como ratos, escorpiões, baratas, larvas, animais peçonhentos, ou qualquer endemia que ache as condições presentes no local compatível para sua proliferação.

Figura 5 - Caçamba de RCC contaminada com outros tipos de resíduos



Fonte: Autor (2019)

A responsabilidade do gerador destes resíduos da construção civil estende-se desde para municípios, geradores de grande, médio e pequeno porte, e fica determinado:

- 1) É do gerador o desígnio da responsabilidade pelos resíduos;
- 2) A Implantação de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção civil que englobe um Programa Municipal de Resíduos da Construção Civil e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em Municípios e Distrito Federal, oriundos de geradores de pequenos volumes, a partir de 05/07/ 2003;
- 3) Implantação de projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para geradores de grande porte de RCD (normalmente acima de 1 m³) visando à destinação, disposição final e os procedimentos relacionados ao manejo correto dos resíduos, a partir de 05/07/2004.

Essa resolução caracteriza que o setor público e privado possui responsabilidades na implementação de planos integrados de gerenciamento

dos resíduos de construção, criando condições legais para aplicação da Lei 9.605/1988 que define os crimes ambientais.

Ao decorrer dos anos a Resolução nº 307/2002, recebeu algumas atualizações, o (quadro 6), descreve em síntese até os dias atuais as principais atualizações:

Quadro 6 - Atualizações realizadas pelo CONAMA na Resolução nº 307/2002

CONAMA Resolução Nº	Data de Publicação	Descrições
307	jul/02	- 1ª Publicação.
348	ago/04	- O amianto é inserido como resíduo de classe D, requerendo cuidados especiais na sua disposição final.
431	mai/11	Gesso passa de resíduo da classe C para de classe B, podendo ser reciclado e reutilizado.
448	jan/12	- Estabelece os Planos de Gestão de Resíduos, compatibilizando com a Política Nacional de Resíduos; - Introduz o conceito de aterro de reservação; - Compreensão dos termos: gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.
469	jul/15	- Inclui embalagens vazias de tintas sem resquícios líquidos como resíduos de classe B, podendo realizar a reciclagem.

Fonte: Adaptado das Resoluções CONAMA

2.3.1.2 Histórico e trajetória da lei nº 12.305/10 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), completou 9 anos de existência no ano de 2019, esta é um projeto previsto na Lei 12305/10, que tramitou pouco mais de 20 anos no congresso nacional.

Anteriormente a PNRS existiam alguns aparatos legais e políticas públicas que visavam à preocupação com o meio ambiente e que impulsionaram a sua criação. Estes aparatos legais são descritos no quadro 7.

Quadro 7 - Aparatos legais em ordem cronológica

Ano	Aparatos Legais
1973	- Decreto nº 73.030, de 30 de outubro: Cria, no âmbito do Ministério do Interior, a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, e das outras providências.
1974	- Decreto nº 74.156, de 06 de junho: Cria a Comissão Nacional de Regiões Metropolitanas e Política Urbana - CNPU e dá outras providências
1975	- Decreto nº 75.922, de 01 de julho: A criação do Programa Nacional de Centros Sociais Urbanos - CSU
1976	- Decreto nº 77.764, de 08 de junho: Composição das Categorias Direção Superior e Assessoramento Superior do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores, da Tabela Permanente da Secretária Especial do Meio Ambiente, e dá outras providências
	- Decreto nº 78.112, de 22 de julho: A composição das categorias direção intermediária e assistência intermediária, do grupo direção e assistência intermediárias, do quadro permanente da secretaria especial do meio ambiente - sema, e dá outras providências.
1979	- Decreto nº 83.355, de 20 de abril: Cria o Conselho Nacional de Desenvolvimento Urbano e dá outras providências
1981	- Lei nº 6.902, de 27 de abril: A criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências
	- Lei nº 6.938, de 31 de agosto: A Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências
1983	- Decreto nº 88.351, de 01 de junho: Regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, e dá outras providências. Revogado pelo decreto nº 99.274 de 1990. Posteriormente novamente revogado pelo decreto nº 99.604, de 13 de outubro 1990.
1985	- Decreto nº 91.145, de 15 de março: Cria o Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, dispõe sobre sua estrutura, transferindo-lhe os órgãos que menciona, e dá outras providências.
	- Decreto nº 91.318, de 11 de junho: Dispõe sobre a composição das categorias Direção Superior e Assessoramento Superior, do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores, da Tabela Permanente do Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente
1987	- Decreto nº 95.075, de 22 de outubro: Sobre o Ministério da Habitação, Urbanismo e Meio Ambiente - MHU, e dá outras providências. Posteriormente revogado pelo decreto nº 99.604, de 13 de outubro 1990.
1988	- Constituição federal: Artigo 30 - cabe ao município "organizar e prestar diretamente ou sob regime de concessão ou permissão os serviços públicos de interesse local, incluindo o de transporte coletivo, que têm caráter essencial"
	- Resolução CONAMA nº 6: O licenciamento de obras de resíduos industriais perigosos
1988	- Decreto nº 95.688, de 29 de janeiro: Dispõe sobre a transferência da Secretaria Especial de Ação Comunitária - SEAC, da Secretaria de Planejamento e Coordenação da Presidência da República - SEPLAN/PR, para o Gabinete Civil da Presidência da República, e dá outras providências. Revogado pelo decreto nº 96.634 de 2 de setembro. Posteriormente novamente revogado pelo decreto nº 99.604, de 13 de outubro 1990.
	- Decreto nº 96.634, de 02 de setembro: Dispõe sobre o Ministério da Habitação e do Bem-Estar Social MBES e dá outras providências. Revogado pelo decreto nº 99.604, de 13 de outubro 1990.
	- Decreto nº 96.891, de 30 de setembro: Sobre o Ministério da Habitação e do Bem-Estar Social MBES e dá outras providências. Revogado pelo decreto nº 99.604, de 13 de outubro 1990.
	- Decreto nº 96.934, de 4 de outubro: Dispõe sobre a estrutura básica do Ministério do Interior e dá outras providências. Revogado pelo decreto nº 99.604, de 13/10/1990.

Ano	Aparatos Legais
1989	- Lei nº. 7.802, de 11 de julho: A pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
	- Decreto nº 98.053, de 15 de agosto: Vincula a Fundação Legião Brasileira de Assistência - LBA ao Ministério da Previdência e Assistência Social. Decreto nº 99.604, de 13 de outubro 1990
1990	- Decreto nº 99.274, de 06 de junho: Regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências
	- Decreto nº 99.604, de 13 de outubro: Aprova a Estrutura Regimental da Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República, e dá outras providências.
1991	- Decreto nº 74.156, de 6 de junho: Cria a comissão nacional de regiões metropolitanas e política urbana CNPU e da outras providencias
1994	- Decreto nº 1.205, de 01 de agosto: Aprova a Estrutura Regimental do Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, e dá outras providências. Revogado pelo decreto nº 2.619, de 1998. Posteriormente novamente revogado pelo decreto nº 2.972, de 1999.
1998	- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro: Sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
1999	- Decreto nº 2.972, de 26 de fevereiro: Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores - DAS e Funções Gratificadas – FG do Ministério do Meio Ambiente, e dá outras providências
2000	- Lei nº. 9.966, de 28 de abril: Prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências
	- Lei nº. 9.974, de 06 de junho: Altera a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
2002	- Resolução CONAMA nº 313: O Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

Em 1989, no Senado federal foi apresentado o projeto de Lei nº 354, projeto este que contemplava a preocupação com os resíduos de serviços de saúde no que refere-se, ao: acondicionamento, tratamento e disposição final, esse projeto denota-se de importância, pois é a primeira iniciativa de preocupação com os resíduos e por conseguinte, o impulsionamento para a criação da PNRs.

Em 1991, o projeto de lei nº 354/89, foi aprimorado pela câmara dos deputados e tornou-se Projeto de Lei Nº 203/91, obtendo características de um processo legislativo, sendo assim após aproximadamente pouco mais de 20

anos e mais de 100 tramitações e anexações surge em 02 de agosto de 2010 a lei nº 12.305, que instaura Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS).

Em 2010 o senado federal através do ofício nº 235/PS-GSE, aprova o Projeto de Lei que tramitou por pouco mais de 20 anos como Lei nº 12.305 – Instituído a Política Nacional de Resíduos Sólidos e assim em 23 de dezembro de 2010 o Decreto nº 7.404 regulamenta a PNRS. A figura 6 apresenta a linha do tempo da tramitação e aprovação da Lei 12.305/10 que instaura a PNRS.

Figura 6 - Linha do tempo da tramitação da lei nº 12.305/10 até sua aprovação



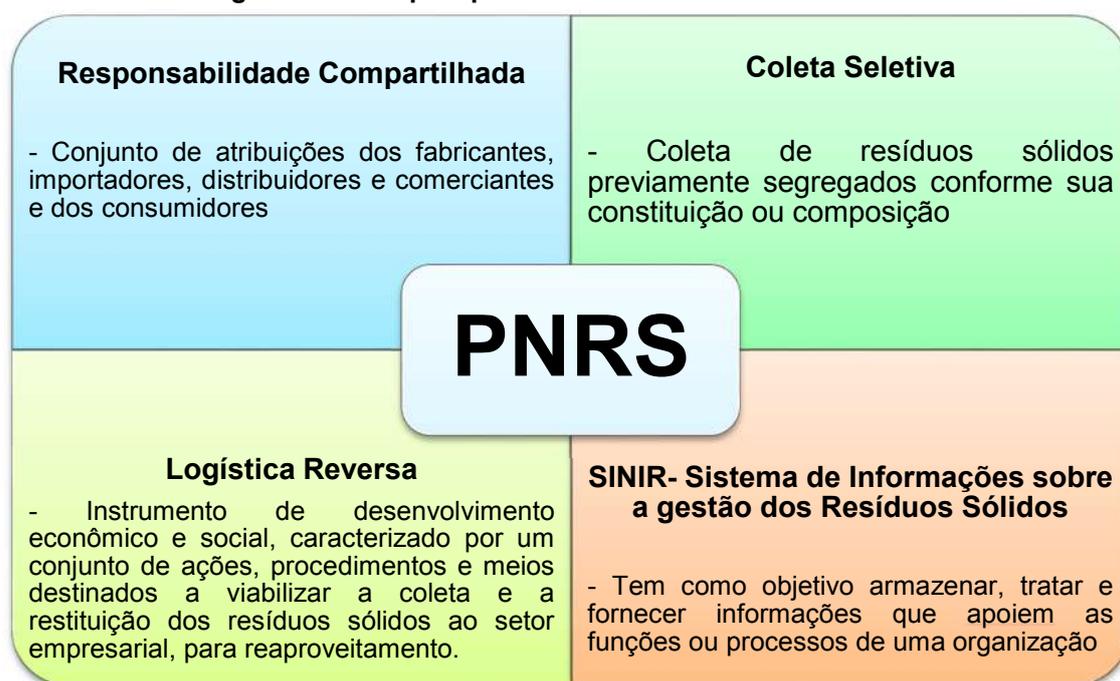
Fonte: Adaptado pelo Autor (2019)

A PNRS visa promover um pensamento sustentável incentivando as organizações responsáveis a utilização dos princípios dos 3R's da sustentabilidade que aderindo à redução, reciclarem e reutilizarem e provendo assim os fins adequados aos resíduos.

Esta política visa à caracterização de princípios, objetivos, diretrizes, metas e ações no que tange ao gerenciamento dos RS. Importantes instrumentos também foram gerados na PNRS como o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Dentre os pontos levantados na lei nº 12.305/2010 a figura 7 destaca e descreve os seguintes pontos:

- Responsabilidade compartilhada;
- Coleta seletiva;
- Logística reversa; e
- Sistema de Informações sobre a gestão dos resíduos Sólidos.

Figura 7 - Principais pontos da lei nº 12.305/2010- PNRS



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

Córdoba (2014) aponta que a PNRS resultou algumas mudanças nas legislações vigentes que compreendiam o gerenciamento e gestão dos RCC. O autor exemplifica a adequação do distrito federal e os municípios no quesito de serem obrigados a confeccionarem e colocarem em prática seus Planos

Municipais de Gestão Resíduos Sólidos (PMGRS) no prazo de 12 meses e tendo 6 meses para realizarem sua implantação.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos, conforme previsto na Lei 12.305/2010 tem vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, com atualização a cada 04 (quatro) anos, este estabelece os diversos tipos de resíduos gerados, alternativas de gestão e gerenciamento passíveis de implementação, bem como metas para diferentes cenários, programas, projetos e ações correspondentes e engloba:

- I. Diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos;
- II. Proposição de cenários, incluindo tendências internacionais e macroeconômicas;
- III. Metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;
- IV. Metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;
- V. Metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- VI. Programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;
- VII. Normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos da União, para a obtenção de seu aval ou para o acesso a recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade federal, quando destinados a ações e programas de interesse dos resíduos sólidos;
- VIII. Medidas para incentivar e viabilizar a gestão regionalizada dos resíduos sólidos;
- IX. Diretrizes para o planejamento e demais atividades de gestão de resíduos sólidos das regiões integradas de desenvolvimento instituídas por lei complementar, bem como para as áreas de especial interesse turístico;
- X. Normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos;

XI. Meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito nacional, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

A PNRS determina a obrigatoriedade para municípios acima de 20 mil habitantes a elaboração de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), sendo uma condição necessária para o Distrito Federal e os municípios terem acesso aos recursos da União, destinados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos. Os municípios possuem um conteúdo mínimo encontra-se no Art. 19 da Lei 12.305/2010. O Decreto 7.404/2010, que regulamenta a Lei 12.305/2010, apresenta, no Art. 51, o conteúdo mínimo, simplificado em 16 itens, a serem adotados para elaboração destes PGIRS.

O setor do poder público tem como responsabilidade a elaboração de um Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PIGRCC), que visa através de um levantamento acadêmico, ensinar a visão de diversos fatores sociais, ambientais e econômicos envolvidos nas práticas de gestão de resíduos que inclui diferentes olhares sob o mesmo fenômeno. Desse modo diversos fatores investigados demonstram a realidade do município incluindo as políticas públicas, processo de reciclagem, repercussões socioeconômicas e ambientais associadas às práticas de gestão de resíduos oriundos das atividades de construção civil.

O levantamento realizado sobre os resíduos da construção civil no município deve-se ser realizado na forma de pesquisa, descrevendo quantitativamente e qualitativamente, tomando como objetivos principais:

- 1) O Município deve estimar a quantidade de entulho gerado;
- 2) Identificação de locais utilizados atualmente nos municípios como depósitos legais e clandestinos de entulho da construção civil e os impactos por eles gerados, seja social, econômico ou ambiental;
- 3) Pesquisar nos municípios às principais construtoras atuantes na cidade para verificar os possíveis impactos que a Resolução no 307 do CONAMA gerará em suas atividades e a existência de alguma política de gestão de entulho na própria obra;

4) O município deve contatar proprietários de empresas de caçamba, realizar uma pesquisa com levantamento de dados sobre a quantidade de entulho recolhido e pontos de destinação por eles utilizados;

5) A destinação correta dos resíduos da construção civil deve ser realizada após uma elaboração de diretrizes que venham a colaborar com município.

Estima-se que aproximadamente boa parte do RCC que descartado pode ser reaproveitados após o processo de triagem e reciclagem e assim servirem como matéria prima reutilizada na confecção de em blocos, tijolos, concretos não estruturais, argamassas e outros materiais.

Dos 5.564 municípios brasileiros Marques Neto (2009), realizou o levantamento e estimou que menos de 1% realizaram os planos de gestão do RCD. O autor evidenciou que os municípios que alcançaram o objetivo da confecção segundo a CONAMA N°302/2002 dos planos foram os municípios de médio e grande porte, como por exemplo: Campinas, Diadema, Guarulhos, Jundiaí, Londrina, Piracicaba, Ribeirão Pires, Ribeirão Preto, Santo André, São José do Rio Preto, São José dos Campos.

O decreto 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 (Ministério do Meio ambiente, 2011). No caso do Brasil, em particular na construção civil, a logística reversa é uma modalidade nova, dessa forma, apresenta a função de agregar valor no caso da reciclagem ou a deposição final dependendo, muitas vezes, do consumidor.

2.3.2 Responsabilidade compartilhada pelos geradores de RCD

A Política Nacional de Resíduos Sólidos através da lei Lei 12.305/2010 apresenta como diretriz fundamental, o compartilhamento da responsabilidade pelos resíduos sólidos gerados. Todos os cidadãos, indústrias, o comércio, o setor de serviços e ainda as instâncias do poder público possui uma parte da responsabilidade pelos resíduos sólidos gerados.

A lei visa melhorar a gestão dos resíduos sólidos responsabilizando pelo ciclo de vida dos produtos os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, buscando assim um melhoramento na gestão dos resíduos sólidos com base na divisão das responsabilidades entre a sociedade, o poder público e a iniciativa privada. O quadro 8, sintetiza a lei e esclarece os responsáveis e suas atribuições.

Quadro 8 - Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos – segundo a 12.305/2010

Lei 12.305/2010 – Art. 3º Inciso XVII- Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos	
Responsáveis	Atribuições
Fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos.	Minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei

Fonte: Adaptado da Lei 12.305/2010

Diversos impactos negativos vêm sendo encontrados nos municípios e aos seus arredores, dado que, o descarte final destes resíduos está sendo realizados em áreas inadequadas para esse fim, acarretando dessa forma além de prejuízos a paisagem urbana, sejam eles diretos ou indiretos.

2.3.3 Logística reversa

O decreto 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.

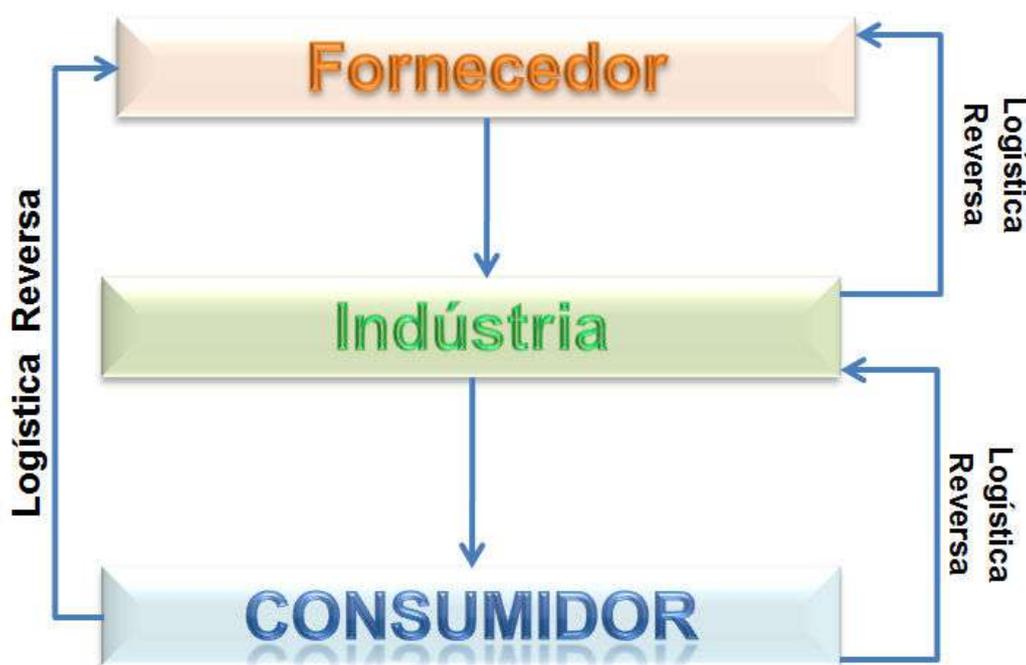
Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2016), a logística reversa é de suma importância para o RCD, pois, nos quesitos reaproveitamento no ciclo de vida ou em outros ciclos produtivos é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado pelo conjunto de ações, procedimentos e meios para coletar e devolver os resíduos sólidos ao setor empresarial, visando

coletar e restituir os resíduos sólidos procurando revalorizar os materiais se mostra com muitas oportunidades de negócios.

No caso do Brasil, em particular na construção civil, a logística reversa é uma modalidade nova, dessa forma, a logística reversa apresenta a função de agregar valor no caso da reciclagem ou a deposição final dependendo, muitas vezes, do consumidor.

Entre outros princípios e instrumentos introduzidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), destacam-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa como ilustrada na figura 9.

Figura 8 - Logística reversa aplicada na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida.

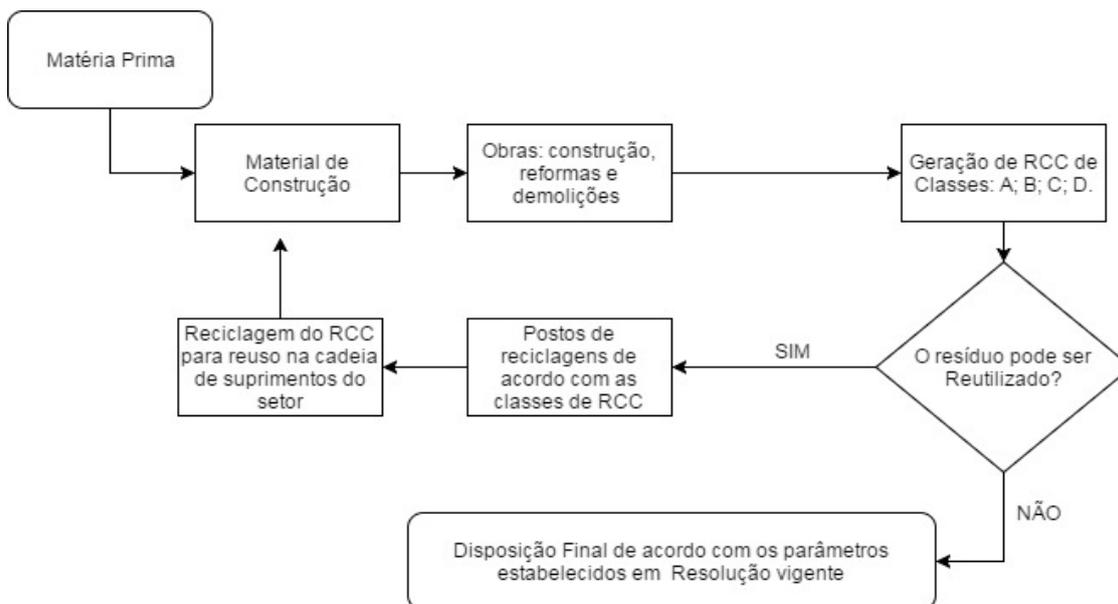


Fonte: adaptado da Lei no 12.305/2010

A implementação da logística reversa no pós-consumo tem como objetivo econômico alcançar resultados financeiros de acordo com as economias advindas do aproveitamento de matérias-primas secundárias oriundas dos canais reversos de reciclagem ou por uma revalorização das mercadorias nos canais de reuso ou de remanufatura (LEITE, 2003).

A figura 10 sintetiza a logística reversa no setor da construção civil em um fluxograma do processo de logística reserva no setor da construção civil, demonstrando as etapas que vão desde a obtenção da matéria prima até a aplicação da ferramenta de logística reversa;

Figura 9 - Fluxograma da logística reversa RCC no setor da construção civil



Fonte: Adaptado pelo Autor (2020)

Segundo Ballou (1993), existem diversos fatores que impedem o avanço da Logística Reversa, são eles:

- Estrutura de intermediários pouco desenvolvida e ineficiente; e
- Fretes mais caros devido aos volumes menores.

2.4 Resíduos da Construção Civil (RCC)

Em conformidade com a Resolução nº307 do CONAMA de 5 de julho de 2002:

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.

Desse modo, definido os RCC, os responsáveis por execução de obras, com a intenção de minorar os impactos gerados por esses resíduos, criaram-se algumas exigências durante as diversas etapas de execução de obra.

A Resolução do CONAMA nº 307/2002 no art. 3º, define que os resíduos da construção civil divididos e classificados em 4 categorias: A, B, C e D.

O artigo 3º da referida resolução e suas atualizações descrevem os resíduos da seguinte maneira:

- Classe A (figura 10), resíduos estes passíveis de reuso ou após reciclados uso como agregados, são eles:

- 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; (Resolução do CONAMA nº 307/2002).

Figura 10 - Resíduos Classe A



Fonte: Autor (2019)

- Classe B (figura 11), estes resíduos também podem ser reciclados e utilizados para outros efeitos, em 2015 a Resolução nº307 sofreu alteração através da Resolução nº 469, onde enquadra-se como parte destes resíduos: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.

Figura 11 - Resíduos Classe B



Fonte: Autor (2019)

- Classe C sofreu uma atualização na Resolução nº431/11 onde a classificação destes resíduos dá-se através de todo aquele resíduo da construção civil, do qual não enquadra-se nas outras classificações segundo a resolução, nesta classificação os resíduos não possuem uma tecnologia concebida ou aplicabilidade de métodos para realização de recuperação ou reciclagem que sejam economicamente viável. Exemplos destes resíduos são: mantas geotêxtis (figura 12), lãs de rocha e todo resíduo que não estejam incluídos nas demais classificações

Figura 12 - Resíduos Classe C (Manta geotêxtil)



Fonte: Autor (2019)

- Classe D (figura 13) traz a classificação dos resíduos considerados perigosos resultante das atividades do setor da construção, tece uma nova redação através da Resolução nº348/04, nesta classificação cabe os resíduos como: tintas, solventes, óleos, telhas e materiais que contenham amianto ou outros elementos que prejudicam a saúde, são provenientes de demolições, reformas e modificações de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Figura 13 - Resíduos Classe D



Fonte: Autor (2019)

As disposições irregulares destes resíduos em sua maior parte apresentam um agravamento do problema quando o volume de despejo destes é de grande quantidade e realizado de maneira imprópria e em áreas ilegais, afetando diretamente o meio ambiente.

De acordo com a Resolução nº307 do CONAMA (2002), os resíduos da construção civil, provenientes da construção da infraestrutura urbana, de responsabilidade do poder público e, principalmente, da ação da iniciativa privada na construção de novas edificações, nas ampliações e reformas de edificações existentes e sua demolição, englobando um conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, madeira, etc., causado por construções, demolições e reformas, são conhecidos como Resíduos da Construção e Demolição (RCD). Grandes partes dos descartes irregulares dentro dos municípios, são realizadas em áreas de vazios urbanos. (Figura 14).

Figura 14 - Descartes irregulares em vazios urbanos no município de Guariba - SP



Fonte: Autor (2019)

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB, do IBGE (2010), fornece na tabela 1 informações que interligam o manejo de RCC com densidade populacional.

Tabela 1 - Serviços de manejo de RCC, segundo tamanho e densidade populacional dos municípios em 2008.

Grupos	Municípios total	Municípios com manejo de resíduos	Municípios com manejo de RCC	
			Absoluto	Porcentagem (%)
Brasil	5.564	5.562	3.985	71,65
Até 50 mil Habitantes e densidade menor que 80 habitantes/km ²	4.511	4.509	3.338	74,03
Até 50 mil Habitantes e densidade maior que 80 habitantes/km ²	487	482	328	67,35
Mais de 50 mil e menos de 100 mil hab. e densidade menor que 80 hab./ km ²	148	148	101	68,24
Mais de 50 mil e menos de 100 mil hab. e densidade maior que 80 hab./ km ²	165	165	77	46,67
Mais de 100 mil e menos de 300 mil hab.e densidade menor que 80 habitantes/ km ²	39	39	20	51,28
Mais de 100 mil e menos de 300 mil hab. e densidade maior que 80 habitantes/ km ² .	135	135	69	51,11
Mais de 300 mil e menos de 500 mil hab.	43	43	21	48,84
Mais de 500 mil e menos de 1 milhão de hab.	22	22	19	86,36
Mais de 1 milhão de habitantes	14	14	12	85,71

Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB (IBGE, 2010).

2.5 Resíduos da Construção Civil (RCC) no Brasil

De acordo com a Construbusiness (2014), o setor da construção civil é responsável por 14,5% do PIB do país, as atividades relacionadas à construção civil geram muitos impactos ambientais e vêm desenvolvendo uma maior percepção e atenção devido à grande quantidade de resíduos gerados pelo crescimento desenfreado e sem planejamento das cidades.

Em âmbito nacional, o RCC representa em torno de 50 a 70% do volume dos resíduos sólidos urbanos (RSU), estes representam no município diversos problemas estéticos, ambientais e de saúde pública. (BRASIL, 2005).

Na economia mundial, o setor da construção civil, ocupa um lugar de destaque, possui uma vasta capacidade de movimentar a economia, gerar riquezas e empregos. É um Macro setor composto por diferentes e significativas atividades que se interligam e movimentam a economia englobando desde a concepção da matéria prima, produção e comercialização

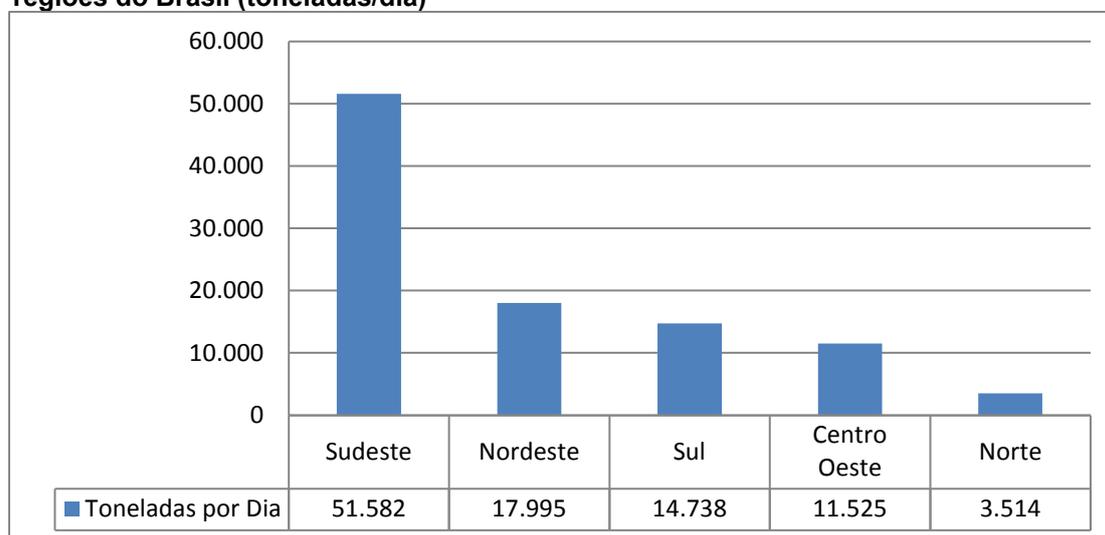
de insumos do setor da construção civil, até mão de obra e os equipamentos para construção.

Para Marques Neto (2009) existem copiosos fatores relacionados à geração de RCC no setor da construção civil tais como:

- Carência de melhor gerenciamento ainda nos canteiros de obras;
- Falta de mão de obra qualificada para desempenhar corretamente as funções;
- Déficit nos projetos;
- Falta de busca de aperfeiçoamento dos recursos do projeto;
- Deficiência nos detalhamentos dos projetos executivos; e
- Consumo exorbitante dos recursos devido às edificações serem superdimensionadas.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2011) estima que a parcela coletada de Resíduos da Construção Civil no Brasil é de 99.354 ton./dia, sendo que deste total divide-se entre as cinco regiões do país, de acordo com o gráfico 1:

Gráfico 1 - Quantidade estimada de Resíduos da Construção Civil coletada nas cinco regiões do Brasil (toneladas/dia)



Fonte: Adaptado do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2011)

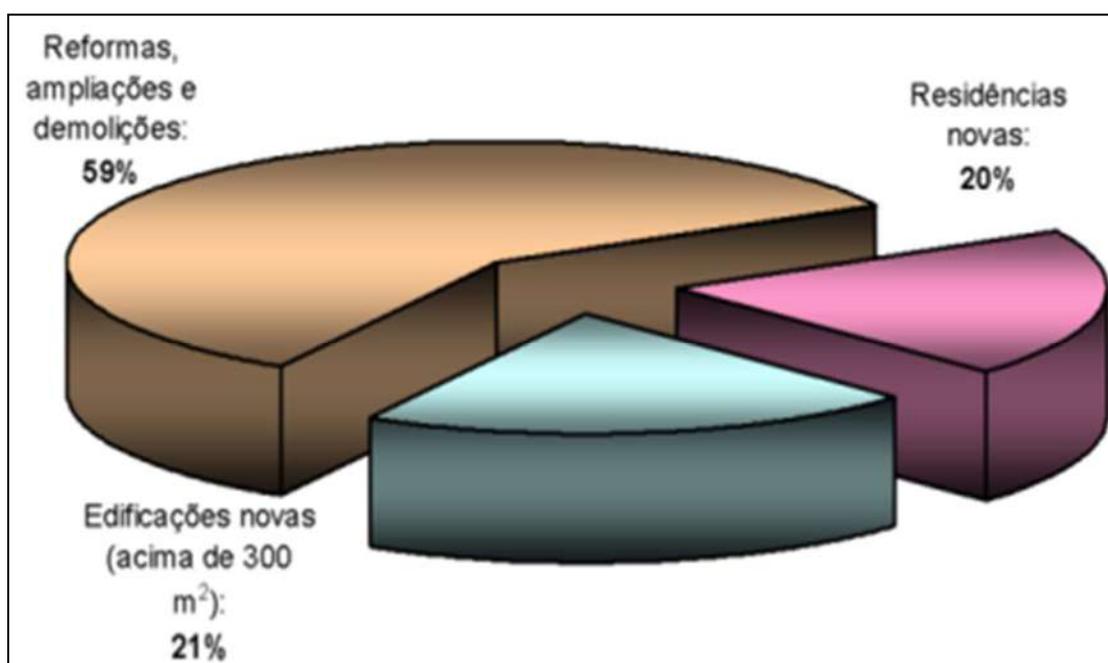
O Ministério do Meio Ambiente - MMA (2011), salienta que o planejamento urbano, implementação e desenvolvimento de políticas públicas tornaram-se um grande desafio socioambientais para os municípios e o estado, o MMA estima que para 2020 a taxa de população urbana chegue a 89,5%

para 2020 e uma estatística futura para 2030 que a população urbana alcance 91,1%, cobrando assim dos municípios uma maior diligência nos quesitos de:

- Planejamento avanço da urbanização;
- Desenvolvimento de políticas públicas; e
- Planejamento das questões socioambientais.

Ainda segundo o MMA (2011), o RCC e RCD nos municípios, vêm aumentando notavelmente, providos de acordo com o gráfico 2, pode dar-se pela:

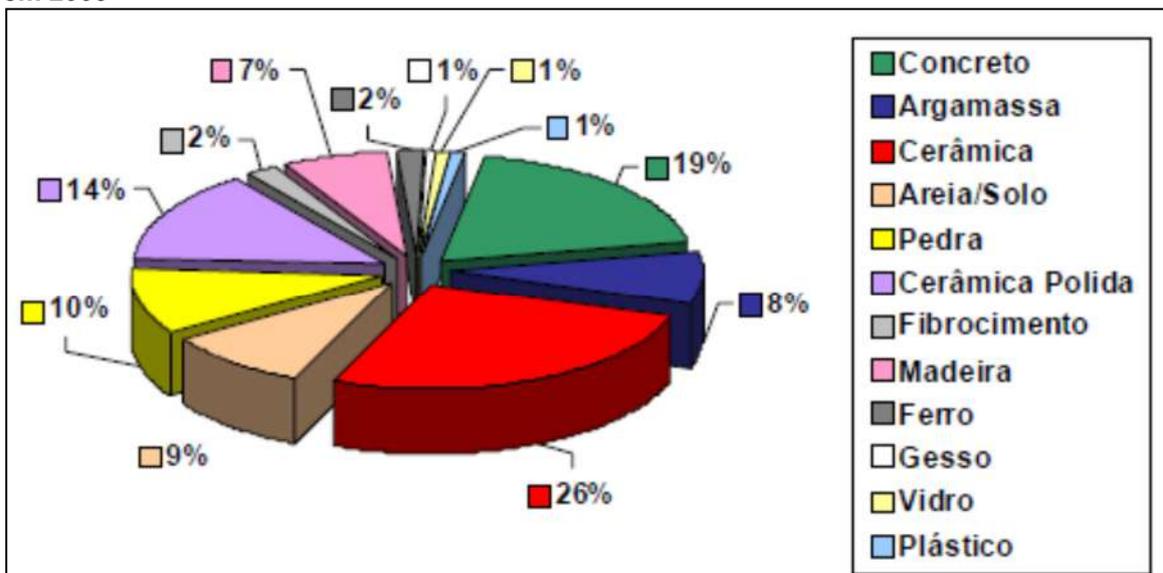
Gráfico 2 - Origem do RCD nos municípios brasileiros



Fonte: Ministério do Meio Ambiente – MMA (2011)

Marques Neto (2003) realizou uma pesquisa qualitativa no município de São Carlos-SP e após a caracterização dos RCC, chegou a que destes resíduos 86% são passíveis a reciclagem gráfico 3:

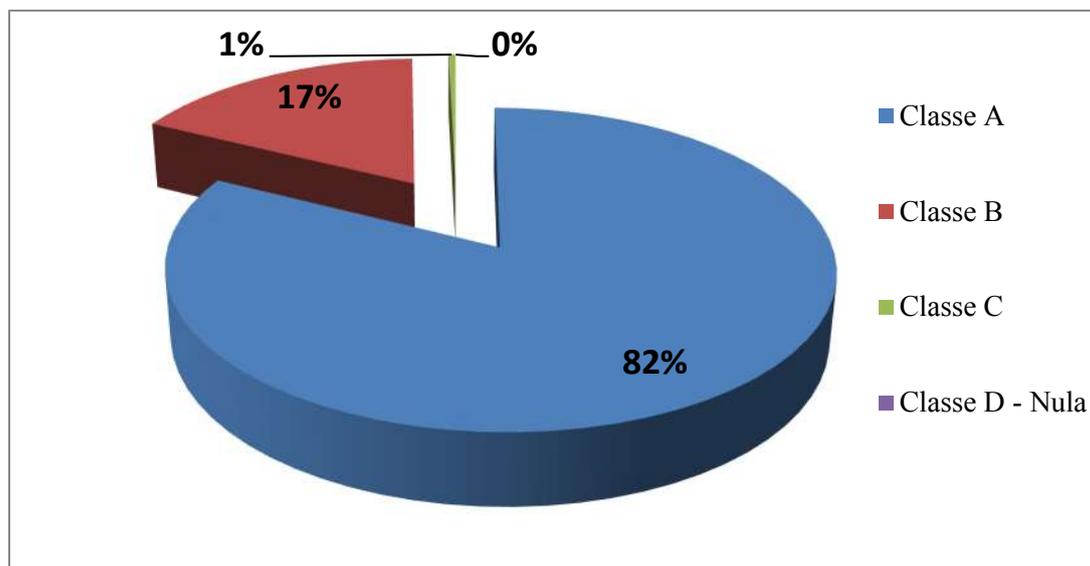
Gráfico 3 - Composição percentual dos RCC produzidos no município de São Carlos-SP em 2003



Fonte: Marques Neto (2003).

Córdoba (2010) realizou uma nova pesquisa sobre como a disposição das quatro classes de RCC estavam distribuídos no município, chegou à estimativa segundo o gráfico 4:

Gráfico 4 - Composição percentual dos RCC produzidos no município de São Carlos-SP em 2010



Fonte: Adaptado de Córdoba (2010)

Segundo Marques Neto (2005), o concreto, materiais cerâmicos e argamassas, são as maiores parcelas do RCD gerado. Os RCD podem ser

provenientes do desperdício na construção, reforma e/ou demolição de estruturas, como prédios, residências e pontes, e no próprio canteiro de obras e realizações de concretagem. (figura 15).

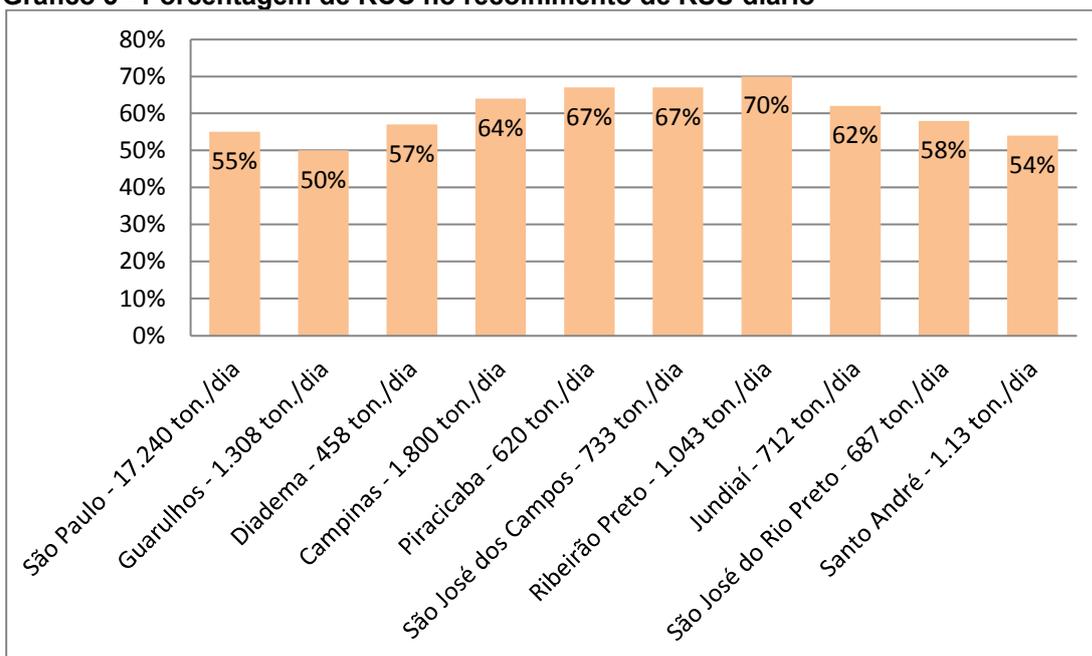
Figura 15 - Fontes das perdas no canteiro de obras



Fonte: Adaptado de Barboza (2014)

Em afirmação o Sinduscon-SP (2015), destaca que dentre os resíduos sólidos urbanos (RSU), os resíduos da construção civil (RCC) ocupam uma alta taxa diária deste recolhimento, onde estes ocupam 50% a 70% do percentual diário, como demonstra abaixo o gráfico 5 alguns municípios do estado de São Paulo com estas taxas demonstradas no gráfico 5:

Gráfico 5 - Porcentagem de RCC no recolhimento de RSU diário



Fonte: Adaptado do SINDUSCON-SP (2015)

2.6 Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil

Entende-se como Tecnologia conforme com Setzer (2007), a aplicação de diversos de materiais e métodos que agem de maneira conjunta para que alcance o que se deseja na sociedade. Pode-se dizer que a tecnologia engloba muito o discernimento da técnica aplicada por aquela sociedade, compreendendo muito mais do que seu entendimento, mas sim como uma peça para utilização daquela sociedade onde esta sendo explorada não de maneira neutra, assumindo assim diversas funcionalidades para atender o usuário e suas necessidades.

Assim Telles et al. (2010), descreve que a tecnologia abordada por uma certa sociedade, incumbe uma serventia de possibilitar;

- Uma inclusão social; e
- Desenvolvimento sustentável

O Autor ainda descreve que muitos indivíduos da sociedade por não compreenderem a melhor maneira e o melhor contexto para aplicação desta tecnologia tornam-se aprisionados por uma má compreensão na aplicação do emprego da conjuntura de sua atual aplicação.

A princípio as tecnologias têm o propósito de facilitar a manipulação da natureza pelo homem, segundo Oliveira et al. (2011, p.28):

“[...] porém, passar por esta mudança requer a inserção de —novas tecnologias, de novos comportamentos, de novas políticas, de novas instituições, bem como a sua difusão na sociedade.”

Segundo Praia e Cachapuz (2005), a tecnologia pode intervir de forma:

- Positiva; e ou
- Negativa

Na sociedade, as presentes e reais necessidades vigentes das mesmas podem criar ou não um consumo incorreto e exacerbado (SANTOS; MORTIMER, 2002).

O Manual do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (2012), aponta sobre os RCC:

- 80% dos RCC em obras são insumos passíveis de triturar, reutilizar e realizar a reciclagem, estes resíduos compreendem a classificação

A, como: restos de alvenarias, argamassas, concretos, reboco, cerâmicas, solo e asfalto;

- O restante dos RCC, abrangem cerca de quase 20%, como insumos e materiais que podem ser reutilizados na própria obra ou serem direcionados a reciclagem, compreendem estes a classificação B como: plásticos de embalagens, embalagens em geral, resto de tubulações, canos, fiação, papelão, paletes, metais, madeira e gesso.

O manual também incorpora nestes 20% uma parcela quase irrisória dos RCC de classe C e D resíduos estes que ainda não foram desenvolvidas tecnologias para reciclagem ou recuperação, como: palhas de aço, espumas, impermeabilizantes, tintas entre outros.

A tecnologia de reciclagem dos resíduos da construção civil é uma alternativa encontrada quando necessita-se de uma contenção dos impactos causados pela produção acentuada do RCC e o provimento cada vez mais massivo da matéria prima, esgotando assim o meio ambiente e trazendo consequências ambientais.

De acordo com os autores Ângulo, Zordan e John (2001), destacam uma repercussão positiva ao meio ambiente e na sociedade através da utilização da reciclagem dos resíduos da construção civil, pois quando realiza-se a substituição por resíduos reciclados, há uma redução na extração de matéria prima diminuindo os impactos naturais, pois estes recursos não são renováveis, uma diminuição do volume em áreas de descarte e aterros e redução no consumo de energia, pois estes serão apenas remanufaturados.

Segundo o Conama (2002), na sua Resolução nº 307, através das diretrizes apresentadas na referida resolução, a ferramenta da reciclagem do resíduo da construção civil apresenta-se como um fator primordial quando busca-se a redução do impacto destes resíduos no meio ambiente.

A reciclagem destes resíduos de classe A, viabiliza:

- Reutilização de resíduos providos da construção civil;
- Redução da quantidade de descarte destes RCC em aterros ou áreas irregulares;
- Conservação recursos naturais; e
- Reinserção na cadeia de suprimentos destes resíduos.

Segundo Marques Neto (2003), a reciclagem do RCC reduz diversos problemas no meio ambiente, pois esta reduz significativamente os impactos ambientais, o problema encontra-se na falta de ciência dos donos das obras, pois estes muitas vezes desconhecem ou falta de atenção com o ciclo de vida do RCC gerado pelo mesmo. O autor ainda afirma que os municípios de pequeno porte são capazes de verificarem um benefício na economia, no que concerne através da reciclagem há uma diminuição no gasto com a limpeza urbana do município, pois com disposição correta dos resíduos não possui necessidade do município gastar com o manejo e dispensar verbas para limpeza e realocação destes resíduos para os locais de correta destinação.

Já os municípios de grande porte devem possuir uma área de gestão e disposição temporária deste RCD, pois, os aterros destes municípios estão localizados a grandes distancias de onde é gerado o RCD. (CORDOBA, 2010).

A utilização desta ferramenta de reciclagem possibilita o RCC ser uma nova opção sustentável e economicamente exequível, pois através das normas e leis vigentes os geradores responsáveis pelos RCC possuem diretrizes para realizarem a alocação destes de maneira correta, responsabilizando assim as organizações responsáveis pela reciclagem destes resíduos realizarem um manejo correto, diminuindo os impactos ambientais, disposições ilegais e em locais errôneos, contribuindo assim para o ambiente, economia e o social, sendo à base dos princípios da sustentabilidade.

Carneiro et. al. (2001) e John (2000) destacam que a reciclagem dos resíduos da construção civil traz alguns benefícios com o enfoque da sustentabilidade, reinserindo o entulho novamente na cadeia de suprimentos, colaborando com:

- Redução na extração de recursos naturais e por consequente utilização menor utilização de matérias primas, impulsionando uma minoração nos impactos ambientais;
- Atenuação da disposição ilegal dos resíduos de construção civil e demolição;
- Minimização do volume de RCC nas áreas de aterros;
- Outra opção para as mineradoras, diminuindo custos para cadeia de produção;
- Parâmetros legais baixos;

- Utilização do RCC reciclado em programas de habitação popular;
- e
- Geração de empregos;
 - Criação da cultura do uso de reciclados

2.6.1 Reutilização de RCC classe A

Segundo Araujo (2002), o reuso dos resíduos trazem diversos benefícios, como: a minoração dos custos da produção, para a organização traz uma melhoria à sua imagem, na questão de saúde pública ajuda na diminuição de riscos.

Segundo o CONAMA resolução nº 307/2002, os resíduos de classe A, quando reciclado passam a serem agregados reciclados, material granular oriundo do remanufaturamento dos resíduos de construção civil e possui as características exigidas por norma para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou em outras obras de engenharia.

As características dos agregados e as condições de uso são dadas pelas normas:

- NBR 15115:2004. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação. Procedimentos; e
- NBR 15116:2004. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Requisitos.

A NBR 15115: 2004, da ABNT, especifica os padrões que os agregados reciclados devem possuir e atender, para que desse modo sejam classificados e definido o possível tipo de emprego na execução adequada de camadas de reforço do subleito, sub-base e base, bem como camada de revestimento primário na execução de camadas de pavimentos, segundo parâmetros de Índice de Suporte Califórnia (CBR), obtidos por meio do ensaio da NBR 9895:1987, da ABNT.

A NBR 15116: 2004, da ABNT, especifica os requisitos para que os agregados reciclados provenientes dos resíduos da construção civil, e sua empregabilidade para utilização na pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural.

De acordo com o SINDUSCON (2005), 90% do RCD que sofre descarte pode ser reutilizado na forma de agregados após a reciclagem dos mesmos, para confecção de blocos, bloquetes, pisos intertravados, tijolos, artefatos de cimentos não estruturais, concretos não estruturais, argamassas, e entre outros.

Segundo a ABRECON (2015), a matéria prima reciclada proveniente dos resíduos classe A, após a reciclagem não possui função estrutural. Porém, possuem uma série de outras aplicações. São elas todas providas dos resíduos de (classe a):

- Areia
- Pedrisco
- Brita
- Rachão

A NBR 15116:2004, define o concreto com agregado reciclado como um material destinado a utilização como enchimento, contrapiso, calçadas e fabricação de artefatos não estruturais, como blocos de vedação, meio-fio (guias), sarjeta, canaletas e placas de muro, portanto, a aplicação de agregado reciclado de RCC é permitida somente em peças não estruturais, sendo impedido o uso em peças estruturais como: fundações, pilares, vigas, lajes.

Segundo Frasson (2017), os agregados reciclados apresentam um valor final para o consumidor com uma taxa de 38% a 40% a menos que os agregados convencionais.

2.7 Usinas de reciclagem de resíduos da construção civil de classe A

As usinas de reciclagem de resíduos da construção civil de classe A, tornaram-se para os municípios que buscam um desenvolvimento sustentável um fator chave, que atende as exigências previstas em leis, pois estas viabilizam a utilização novamente do entulho que para o município causaria problemas ambientais, de saúde pública e gastos com manejos para áreas corretas.

Estas usinas recebem os RCD e através da técnica de reciclagem os transformam em agregados reciclados e os reinserem na cadeia do setor.

Segundo Lima (1999), a usina de reciclagem de resíduos da construção civil através dos dispositivos e aparelhagem do setor da mineração executam a britagem deste RCD, convertendo o entulho que seria descartado para agregados reciclados e os reinserem na cadeia do setor.

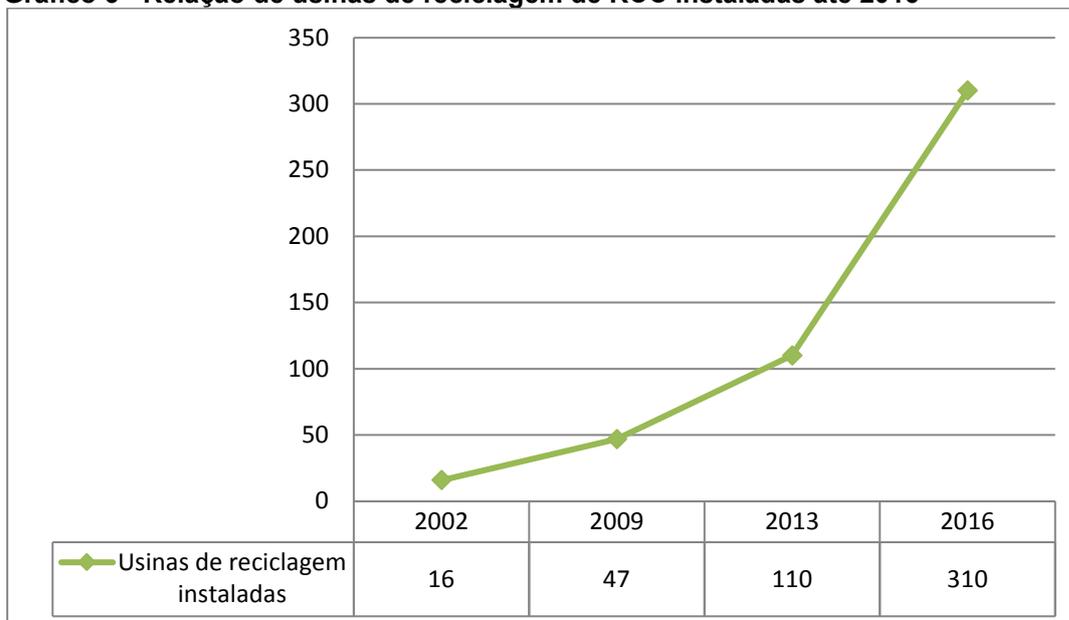
Ainda segundo o autor a usina é composta normalmente por aparelhos como:

- Britadores;
- Peneiras;
- Transportadores de correia; e
- Outros equipamentos para atenderem a necessidade local.

A conversão do RCD em matéria prima reciclada dá-se início na triagem do entulho e após a averiguação se há resíduos de outras classes começa-se o processo de reciclagem.

Conforme com ABRECON (2016) em âmbito nacional, o Brasil possui cerca 310 usinas de RCC instaladas. Após a Resolução nº307/2002 do CONAMA entrar em vigor nota-se um crescente da instalação das mesmas como demonstra o gráfico 6.

Gráfico 6 - Relação de usinas de reciclagem de RCC instaladas até 2016



Fonte: Adaptado de Miranda, Ângulo e Careli (2009), ABRECON (2013), ABRECON (2016)

O SINDUSCON-SP (2005) descreve que para a instalação destas usinas de reciclagem, o poder interessado seja: privado, público ou misto, deve-se realizar pesquisas para saber se a área escolhida, levantamento se a área esta licenciada de acordo com a administração pública e se está em conformidade com as leis estaduais, e assim obtendo a licença para instalação e operação da usina.

Segundo Nicolau (2018), para instalação e operação de usinas de RCC, a ABNT fornece diversas instruções em suas normas, mas, é imprescindível atentar-se as que iram compor as atividades de reciclagem do RCC, os aspectos primordiais a observar-se são:

- 1) Localização, referente à escolha da área;
- 2) Transporte;
- 3) Resíduos e produtos gerados;
- 4) Instalações, referente ao que deve existir em projeto e layout da organização;
- 5) Equipamentos;
- 6) Mão de obra; e
- 7) Medidas para minimização dos impactos ambientais.

De acordo com a ABRECON (2015), a matéria prima reciclada proveniente dos resíduos classe A, após a reciclagem não possui função estrutural. Porém, possuem uma série de outras aplicações. São elas todas providas dos resíduos de classe a, segundo o quadro 9.

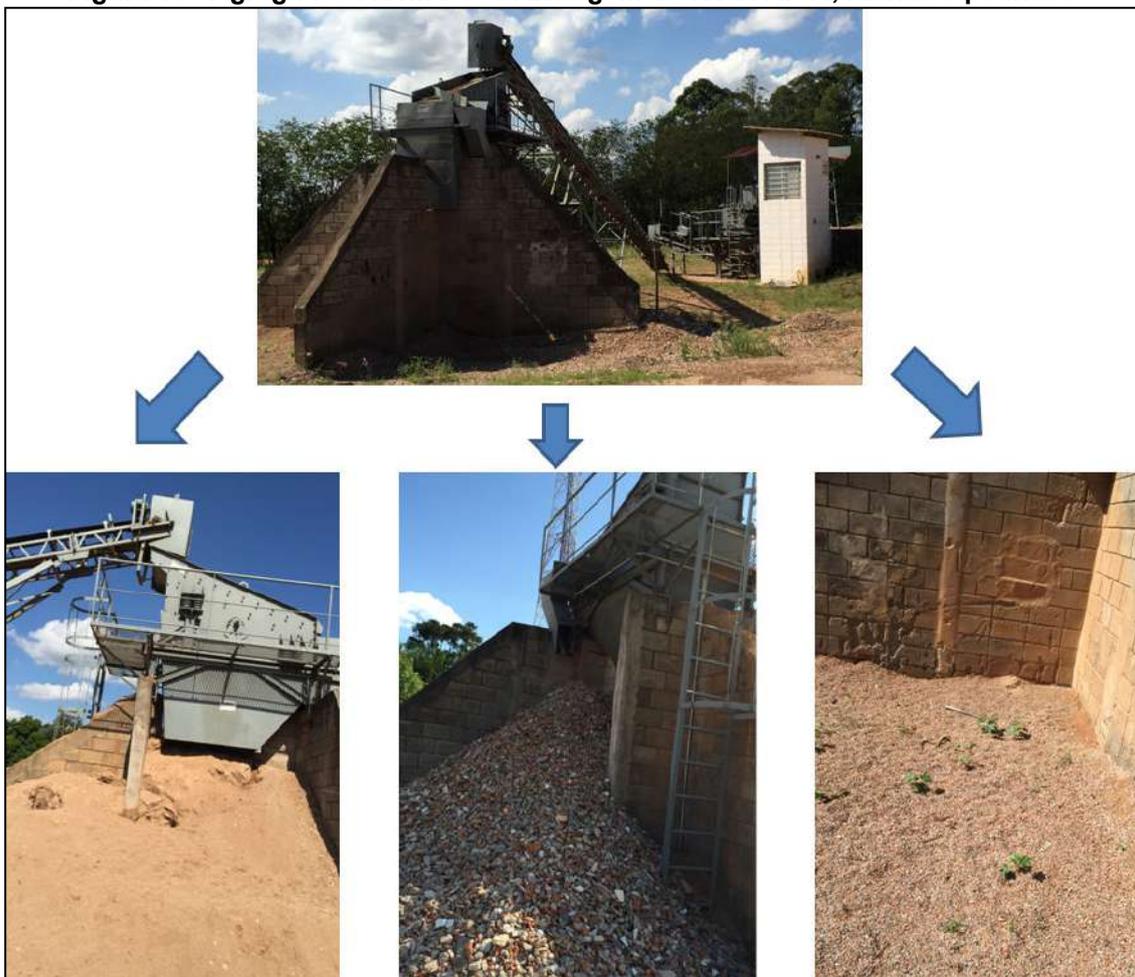
Quadro 9 - Aplicações e usos de agregado reciclado de RCC das usinas de reciclagem de RCC

Agregado Reciclado	Granulometria	Aplicações e Usos
Areia	até 2,4mm	Pequenos serviços como: produção de argamassa de assentamentos, blocos e tijolos de vedação, argamassa de assentamento e outros.
Brita nº1	até 19mm	Em obras de drenagem, produção na confecção de concretos não-estruturais e utilização em obras de drenagens
Pedrisco	até 9,5mm	Confeccionamento de artefatos de concreto como: mesa, bancos, pisos intertravados, manilhas de esgoto.
Rachão	até 25mm	Obras de pavimentação, drenagens, terraplanagem, contenção de erosões e voçorocas.

Fonte: adaptado de ABRECON (2015).

O agregado reciclado miúdo é o que mais se aproximam dos agregados naturais devido a sua granulometria e sua influência no que tange a porosidade. A figura 16 mostra os agregados reciclados, provenientes da usina de reciclagem do município de São Carlos-SP.

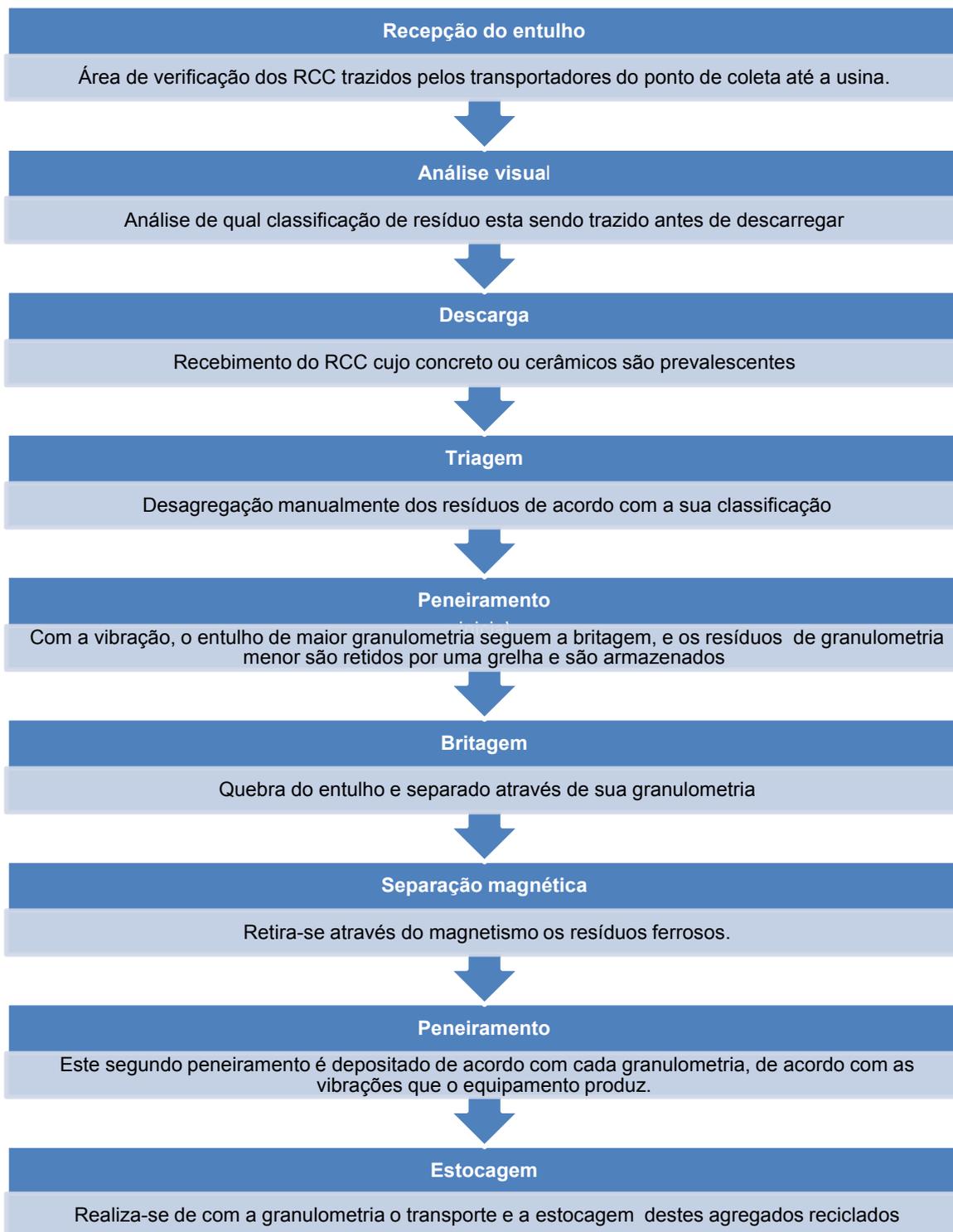
Figura 16 - Agregados Advindos da Britagem do RCC: Areia, rachão e pedrisco



Fonte: Autor (2015)

As Usinas de reciclagem de RCC tornaram-se grandes aliadas dos municípios, uma vez que estas auxiliam no quesito de disposição e reciclagem dos RCC, enquadrando os municípios ao que estabelecem o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, as exigências estabelecidas pelo CONAMA e as leis nacionais, estaduais e municipais vigentes.

A figura 17 demonstra as etapas que envolvem uma usina de reciclagem de RCC para produção de agregados reciclados.

Figura 17 - Etapas de uma usina reciclagem

Fonte: adaptado de Nicolau (2018)

3 Tijolos ecológicos

A construção civil é um dos setores da economia que mais consome insumos naturais, por isso, torna-se cada vez mais comum o surgimento de novas tecnologias para reduzir os impactos gerados pelo setor, como o surgimento dessa diversidade de novas tecnologias e aplicabilidades no uso de matéria prima reciclada na confecção de novos artefatos. Estes novos artefatos compostos de agregados reciclados veem demonstrando serem capazes de suprir as necessidades da sociedade, e cumprindo o previsto em norma como, nos quesitos de resistência a tração, resistência, compressão e umidade, além de fornecer a construção o conforto térmico, para o ambiente uma redução nos impactos de extração, cooperando para assim a minoração no consumo de energia.

Os tijolos ecológicos segundo Godoi (2012) tratam-se de um artefato de solo-cimento que pode possuir ou não função estrutural, cumprindo os procedimentos normativos em relação aos ensaios que garantem a sua resistência.

A ABNT NBR 8491 (2012), especifica que o tijolo de solo-cimento (figura16) é considerado uma peça da parte de alvenaria, este tijolo é um composto por uma mistura uniforme de: solo, cimento e água. Dependendo da aplicação destes tijolos, na sua fabricação pode crescer aditivos e pigmentos atendendo os requisitos da Norma, respeitando as dimensões de altura (H), largura (L) estabelecidas, e sua forma ser de modo maciço ou vazado.

Figura 18 - Tijolo ecológico de solo cimento



Fonte: Autor (2019)

Os tijolos ecológicos compostos de solo-cimento vêm destacando-se por não precisarem passar pelo processo de queima da cerâmica, assim evitando a emissão de poluentes e gases no meio ambiente, assim gera uma economia de energia, e utiliza de materiais baratos para a sua fabricação. (BORBA et al., 2014).

Segundo Souza (2006), a utilização dos tijolos ecológicos ou de solo-cimento, destaca-se por sua fabricação simples, sua resistência a compressão maior do que a do tijolo convencional, ser fabricado com equipamentos de baixo custo, com uma mão-de-obra que seja capaz de seguir as instruções estabelecidas em norma como: operar os equipamentos e as dosagens corretas para a mistura para confeccionar o tijolo. Ainda segundo a autora estes tijolos possuem a possibilidade da fabricação no próprio canteiro de obras, esteticamente possui um melhor padrão nas peças, colaboram com um consumo menor de argamassa na fase de assentamento e ainda o proprietário da obra escolher se o deixa aparente ou realiza o reboco e pintura dos mesmos.

Para Paliari (1999), identifica-se no setor da construção civil um alto índice de geração de resíduos em suas diversas etapas, devido ao mau uso dos recursos e a falta de comunicação entre as etapas das obras, assim quando há necessidade do uso de recursos adicionais conhecidos estes como perdas e conseqüentemente um elevado desperdício.

Na perspectiva dos tijolos ecológicos este desperdício diminui, pois como os tijolos são modulares torna-se possível o cálculo e a utilização da quantidade correta, também evita-se rasgos em paredes, pois os sistemas de tubos e fios podem ser realizados dentro destes tijolos, devido ao seu formato, colaborando assim para uma geração ainda menor de resíduos na parte da alvenaria, uma certa agilidade no processo construtivo, economia de materiais e de mão-de-obra. (GRANDE, 2003 e SOUZA, 2006).

3.1 Composição do tijolo

O tijolo de solo cimento obtém sua composição através de uma mistura homogênea de solo, cimento e água.

O insumo primordial para a sua confecção é o solo, este é uma matéria prima vasta no meio ambiente, com um custo baixo, e outra vantagem na produção é a possibilidade do uso dos resíduos da construção civil reciclados de classe A como uma fonte alternativa a extração do solo e indo assim de encontro com o desenvolvimento sustentável.

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2004), é através do solo que pode-se determinar a quantidade de água a ser utilizada na mistura e assim obtém o traço a ser utilizado na mistura para confecção destes tijolos. O traço é o que garante a mistura correta das devidas quantidades dos materiais que compõem o tijolo e assim garantir as especificações previstas em normas. O traço do tijolo ecológico é:

- Solo: Cimento: Água

Lembrando que dependendo das condições do solo e do concreto utilizado, muda-se as condições dos traços e da quantidade de água utilizada.

3.1.1 Ótica sobre o desenvolvimento sustentável e os tijolos ecológicos

O Autor Rogers (2001), para um projeto sustentável é primordial a tecnologia, através desta é possível a criação de novos meios que garantam a os recursos necessários para a sobrevivência dos seres humanos, o autor ainda salienta, que através da inovação trazidas por essas tecnologias repercutiram tanto quanto a revolução industrial. Estas cidades do futuro já estão sendo conhecidas como SmartCities.

Segundo Godoi (2012), após uma análise qualitativa e quantitativa no setor da construção civil é possível definir 29 requisitos de sustentabilidade no setor dentro dos 8 temas mais significativos, são eles segundo a autora:

1. Conectividade urbana: Previsão de bicicletário para moradores e visitantes; Acesso à infraestrutura e a serviços; Acesso ao transporte público;
2. Áreas verdes: Aumento da área verde do terreno; Aumento da área permeável do terreno; Especificação de um paisagismo sustentável;

3. Uso racional de água: Especificação de dispositivos economizadores de água; Aproveitamento de água de chuva; Tratamento e reuso de águas cinza.

4. Eficiência energética: Redução de consumo de energia em áreas comuns – iluminação; Automação do sistema de iluminação em áreas comuns; Redução de consumo de energia em áreas comuns – equipamentos; Desligamento automático de equipamentos; Medição de energia nas áreas comuns; Aquecimento solar de água

5. Materiais de menor impacto ambiental: Especificação de materiais de reúso, com conteúdo reciclado ou rapidamente renovável; Especificação de materiais regionais; Especificação de madeira certificada ou de reflorestamento; Especificação de tintas com baixa toxicidade

6. Gestão de resíduos: Projetar visando à modulação e ao desmonte; Previsão de acesso facilitado às instalações hidráulicas; Previsão de infraestrutura para coleta seletiva;

7. Conforto ambiental: Orientação e sombreamento – conforto térmico; Especificação de componentes de fachadas e cobertura – conforto térmico; Aproveitamento de ventilação natural – conforto térmico; Aproveitamento de iluminação natural – conforto lumínico; Especificação de componentes divisórios – conforto acústico; e

8. Acessibilidade: Acessibilidade em áreas comuns; Acessibilidade e adaptabilidade em áreas privativas.

Ainda segundo com Godoi (2012), para analisar os 29 itens de sustentabilidade do setor, foram considerados como impactos associados:

- Menor emissão de CO₂;
- Preservação de recursos naturais;
- Melhoria da qualidade urbana;
- Melhoria da saúde e qualidade de vida do usuário final;
- Redução de custos de operação e manutenção

Portanto apronta-se que o desenvolvimento sustentável é responsável por gerir e atestar as mudanças que envolvem a sociedade esquadrihando e alavancando os setores: econômico, ambiental e social.

3.2 Adição de agregados reciclados classe A aos tijolos de solo cimento

A adição dos agregados de classe A na composição do traço do tijolo é considerado uso de materiais não convencionais. Materiais estes provenientes de meios naturais ou bem como o uso de materiais reciclados.

Portanto o traço do tijolo ecológico dá-se:

- Solo: Agregado reciclado de RCC classe A: Cimento: Água

Neste pensamento sustentável, pensa-se em construção de habitações com uma maior durabilidade, contribuindo para diminuir a emissão de CO₂, e viabilizando o uso das tecnologias para melhora da extração de matérias primas e insumos básicos, diminuindo custos para os fabricantes e os proprietários da obra, além de beneficiar o meio ambiente e a população. E como um aditivo para o desenvolvimento sustentável muitas empresas que fabricam os tijolos ecológicos vêm incorporando agregados reciclados de classe A, na sua fabricação, melhorando assim o problema ambiental.

Segundo Silveira e Nóbrega (2005), o agregado reciclado de RCC classe A, incorpora-se no tijolo de solo-cimento de maneira positiva e atendendo a todas as especificações técnicas.

Segundo Makiya (2007) pode-se caracterizar o tijolo como um ecodesign, onde este termo aplica-se, pois, na produção dos tijolos pensa-se na utilização de insumos recicláveis e em sua duração. Outro fator é a energia gasta para extração onde consegue-se diminuir através da reciclagem do agregado a ser utilizado.

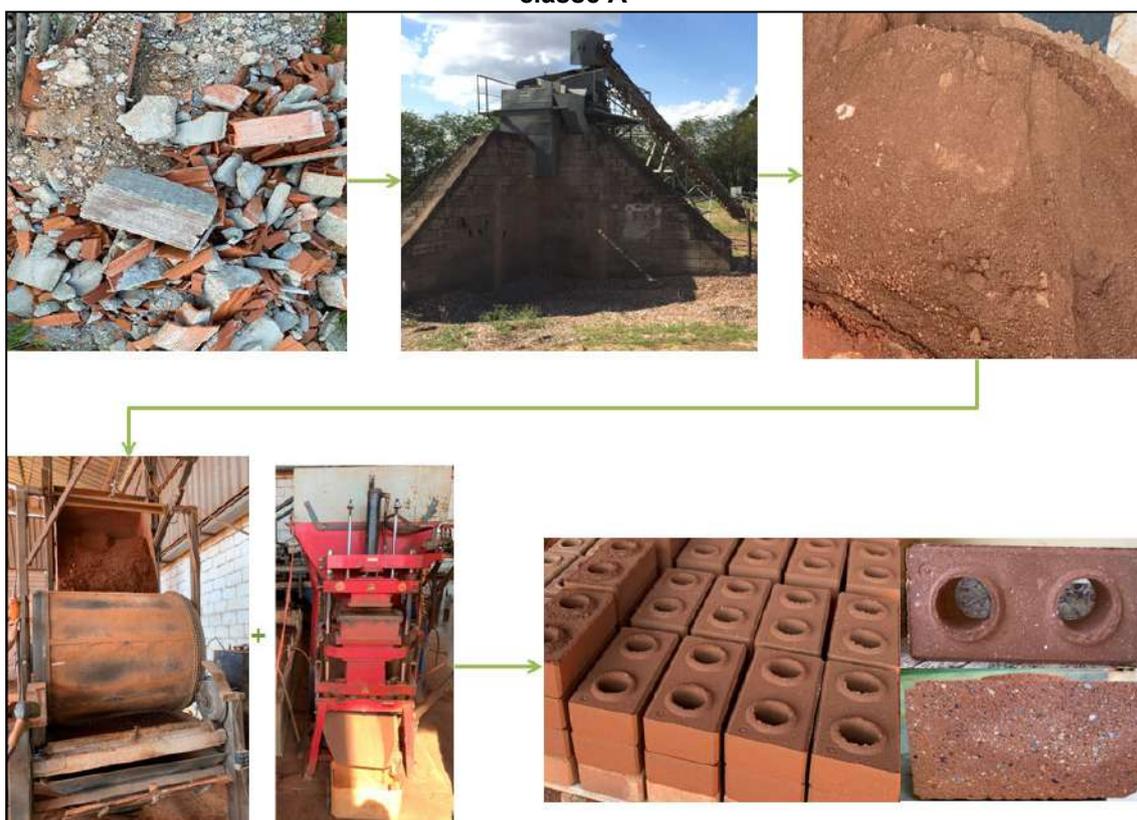
Pela ótica do desenvolvimento sustentável, o setor da construção civil com o auxílio dos tijolos ecológicos, vem conseguindo mudar alguns aspectos como nos quesitos:

- Ambiental: menor impacto ambiental;
- Social: maior justiça aumentando a justiça social; e
- Econômico: desenvolvimento com orçamentos cabíveis.

O agregado reciclado de RCC classe A é obtido através do RCC gerado pelo setor da construção, portanto, quando o RCC é disposto de maneira correta, este passa por uma logística reversa até as usinas de reciclagem de

RCC, onde estas por sua vez, através das técnicas de separação, britagem, peneiramento e alocação, fornecem o agregado reciclado de RCC com a granulometria desejada, servindo como insumo para a produção de novos artefatos. A figura 19 descreve em síntese o percurso do RCC de classe A até a produção do tijolo, onde em um primeiro momento temos a disposição do RCC classe A, com a destinação correta deste RCC a usina de reciclagem de RCC classe A entra em cena e o transforma em agregado reciclado para reuso no setor construtivo, já na forma de matéria prima pode ser reinserido no mercado e adicionado na manufatura do tijolo através das dosagens corretas, equipamentos e as devidas técnicas de fabricação, chega-se ao tijolo ecológico com agregados reciclados de RCC classe A.

Figura 19 - Síntese da produção Tijolo ecológico com agregados reciclados de RCC classe A



Fonte: Autor (2019)

De acordo com Warken, Henn e Rosa (2014), quando todos os eixos do tripé da sustentabilidade são colocados em prática no processo completo de fabricação é que obtêm-se o desenvolvimento sustentável e, portanto, alcança-se a prática da sustentabilidade.

4 Metodologia

O presente trabalho apresenta-se uma pesquisa qualitativa, onde buscou-se um estreitamento de laços entre o pesquisador e o levantamento de dados.

A pesquisa bibliográfica realizada com o intuito de se apropriar de conceitos e definições sobre o tema e construir o referencial teórico com as discussões já feitas por outros autores sobre a temática da pesquisa e para avaliar os métodos utilizados em estudos semelhantes (GIL, 2008).

Ainda segundo o Autor, uma pesquisa documental foi feita por meio da análise de documentos jurídicos, normas técnicas e regulamentos que permitiram melhor conhecer os aspectos legais e normativos sobre o objeto de estudo.

Para um melhor embasamento do tema, foi realizado em uma segunda etapa uma pesquisa de campo, com visitas técnicas em uma fábrica de tijolos de solo cimento no município de Barrinha-SP, onde traçou-se o perfil e dados do município, com a intenção de apurar e findar os ideais levantados na literatura, pois é neste local onde coloca-se em pratica a literatura levantada.

Desse modo caracteriza-se o estudo de caso como um objeto de pesquisa, a fim de aprimorar e conhecer mais intimamente, o objeto de estudo, tornando-se plausível ou não o desenvolvimento de alguma teoria (GIL, 2008).

Subsequentemente, as visitas técnicas, realizou-se os ensaios normativos descritos na NBR8492/2012 nos Tijolos ecológicos de solo cimentos com agregados reciclados de classe A com granulometria de até 4,8mm e idade de 28 dias a fim de findar-se com a análise dos resultados obtidos nos ensaios a verificação da viabilidade técnica dos tijolos apresentados ainda neste capítulo.

4.1 Visitas Técnicas

As visitas técnicas a fábrica de tijolos ecológicos na cidade de Barrinha-SP, foram realizadas no mês de março do ano de 2019 e tiveram como objetivo a verificação dos processos, layout, planta da fábrica, equipamentos e métodos

utilizados para confecção dos tijolos ecológicos com agregado reciclado de RCC classe A incorporado em sua composição.

4.2 Município de Barrinha - SP

Barrinha é um município brasileiro localizado no interior do estado de São Paulo, que possui sua área total de 146,025 km², sendo uma cidade do interior do estado pertencente à região metropolitana de Ribeirão Preto.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), o município na época possuía uma população recenseada de 28.496 habitantes, o IBGE também estimou para o município uma população de 32.434 habitantes para o ano de 2018.

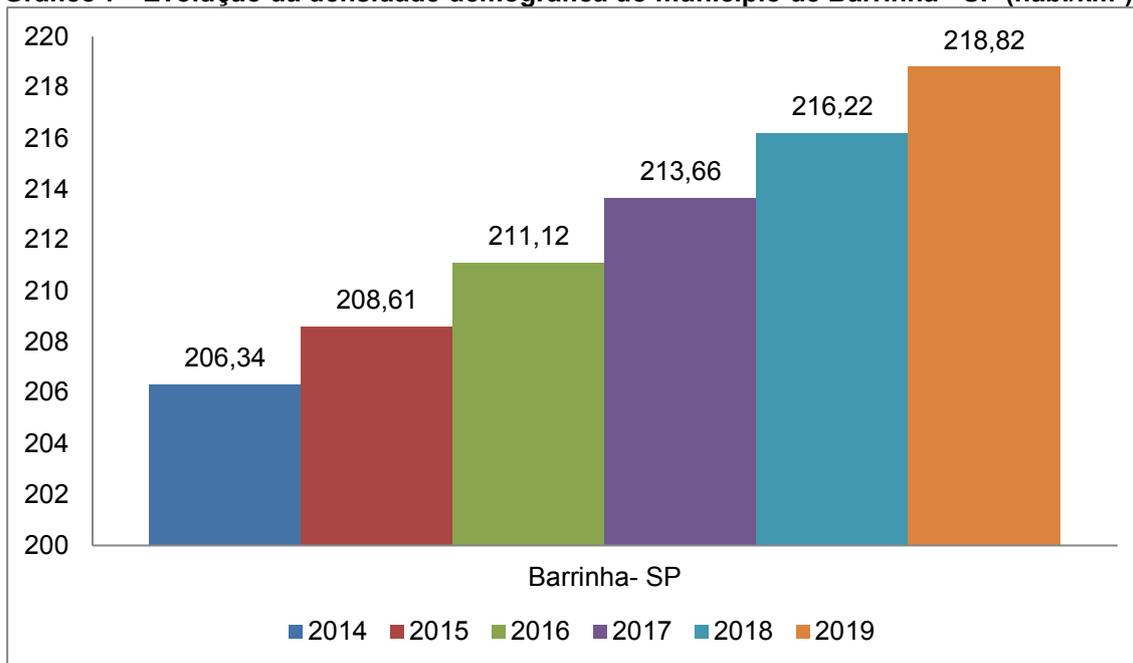
O IBGE (2019), traz que o município de Barrinha ocupava em 2012 a 277ª posição no PIB do estado de São Paulo, já em 2016 caiu para a posição 547ª no estado de São Paulo e no país ocupa a posição de 2897ª e na micro região de Ribeirão Preto a 15ª posição. A tabela 2, sintetiza a economia do município de Barrinha-SP ao decorrer dos anos

Tabela 2: Dados econômicos do Município de Barrinha - SP

Dados Econômicos	
PIB per capita (2016)	R\$ 15.185,41
Percentual das receitas oriundas de fontes externas (2015)	87,9 %
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (2010)	0,725
Total de receitas realizadas (2017)	R\$ 81.349,19 (x1000)
Total de despesas empenhadas (2017)	R\$ 72.594,77 (x1000)

Fonte: adaptado IBGE (2019)

A Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE (2019), estima que a densidade demográfica do município de Barrinha vem crescendo, até o ano de 2019 o município conta com 218,82 hab./km², conforme o gráfico 7 demonstra.

Gráfico 7 - Evolução da densidade demográfica do município de Barrinha - SP (hab./km²)

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

4.3 A fábrica tijolos de solo cimento ou tijolos ecológicos com agregados reciclados de classe A

A fábrica de tijolos Ecológicos é uma organização de iniciativa privada, situada no município de Barrinha – SP, esta organização é atuante no setor da construção civil, oferecem todo suporte ao cliente que engloba oferecendo uma assessoria nos projetos de execução, nos treinamentos da mão de obra, onde visa à busca pelo DS no setor visando às gerações futuras.

Os agregados reciclados de classe A para fabricação do tijolo ecológico é uma organização situada no município de Ribeirão Preto-SP, empresa esta voltada para os assuntos ambientais, onde prestam serviços em consultoria ambiental, engenharia voltada para o meio ambiente, ensino e pesquisa voltados para o mercado ambiental.

A empresa responsável pelo fornecimento do agregado reciclado de RCC classe A, recebe os RCC dos 34 municípios que compreendem a região metropolitana de Ribeirão Preto-SP, onde estes RCC são transformados em agregados reciclados de classe A através de bica corrida e passados na peneira de malha nº4 com abertura de 4,8mm.

4.3.1 Fabricação do tijolo ecológico de solo cimento com os agregados reciclados de classe A

Para fabricação e confecção dos tijolos ecológicos, a fábrica conta com três funcionários, que laboram 8 horas por dia, durante o período de acompanhamento das atividades da fábrica constatou-se durante a semana de visitação com uma produção diária de 2800 tijolos ecológicos, totalizando em uma semana a produção de 14 milheiros de tijolos ecológicos, com 5 dias trabalhados com 8 horas por dia e 3 funcionários.

Para a produção de 1 milheiro de tijolos ecológicos são usados:

- 1,3 m³ de agregados reciclados de classe A \leq 4,8mm (figura 20);
- 1 m³ de solo, provenientes de terraplanagem no município de Jaboticabal-SP (figura 21);
- 9 sacos de 40kg de cimento CP V = 360kg; e
- 8 litros de água, lembrando que esta quantidade é para o traço com condições normais tanto climáticas quanto da matéria prima, em dias mais chuvosos essa quantidade de água varia para menos, devido à umidade do solo e dos agregados. Os agregados utilizados na fabricação destes tijolos são provenientes de uma empresa situada na cidade de Ribeirão Preto-SP.

Figura 20 - Agregado reciclado de RCC classe A com granulometria \leq 4,8mm



Fonte: Autor (2019)

Figura 21 - Solo proveniente de terraplanagem do município de Jaboticabal-SP



Fonte: Autor (2019)

A fábrica consta com diversos equipamentos, para o começo da produção é colocado as quantidades citadas no texto no equipamento conhecido como misturador (figura 22).

Figura 22 - Misturador dos componentes: solo, cimento e água para confecção do tijolo ecológico



Fonte: Autor (2019)

Após ser realizada a mistura dos agregados reciclados, solo, cimento e água, no equipamento misturador, obtêm-se a mistura homogênea do tijolo

ecológico e assim com as características desejáveis essa mistura vai para um equipamento chamado prensa de compactação (figura 23), é neste equipamento que o tijolo ganha a forma.

Figura 23 - Prensa de compactação da mistura dos componentes solos, cimento e água e tijolo confeccionado



Fonte: Autor (2019)

Assim que os tijolos ganham sua forma e dimensões através da compactação pelo equipamento de prensa de compactação, os tijolos são alocados em 16 fileiras com 16 tijolos por coluna nos paletes, compreendendo assim o total de 256 tijolos no palete para o processo de cura por imersão de água em tanques (figura 24).

Figura 24 - Processo de cura dos tijolos por imersão de água com água reutilizada de chuva



Fonte: Autor (2019)

Outro processo que visa à sustentabilidade na organização que chamou a atenção é a utilização da água da chuva para realização do processo de cura por imersão, são instalados canos de PVC nas calhas do telhado e assim quando ocorre à precipitação de chuva estes colhem e direcionam a água para o tanque, fazendo assim economizar mais ainda o uso de recursos naturais.

Terminado este processo de cura dos tijolos por imersão, os tijolos são designados a área onde há incidência de sol, onde passam pelo processo de cura que abrange 28 dias até estarem prontos para utilização. Quando as condições climáticas não estão favoráveis a cura, estes são alocados para galpões onde o tempo de cura torna-se mais longo.

4.4 Execução dos Ensaios de resistência à compressão simples e de absorção de água

Para realização dos ensaios a norma NBR 8492:2012 exige que sejam coletados 10 tijolos do lote de um milheiro, no presente trabalho os tijolos possuíam a idade de 28 dias e com as características descritas no item 4.3.1 desta dissertação, para a produção de 1 milheiro.

Destes 10 tijolos coletados a norma exige que sejam direcionados 7 para o ensaio de compressão simples e 3 tijolos para o ensaio de absorção de água.

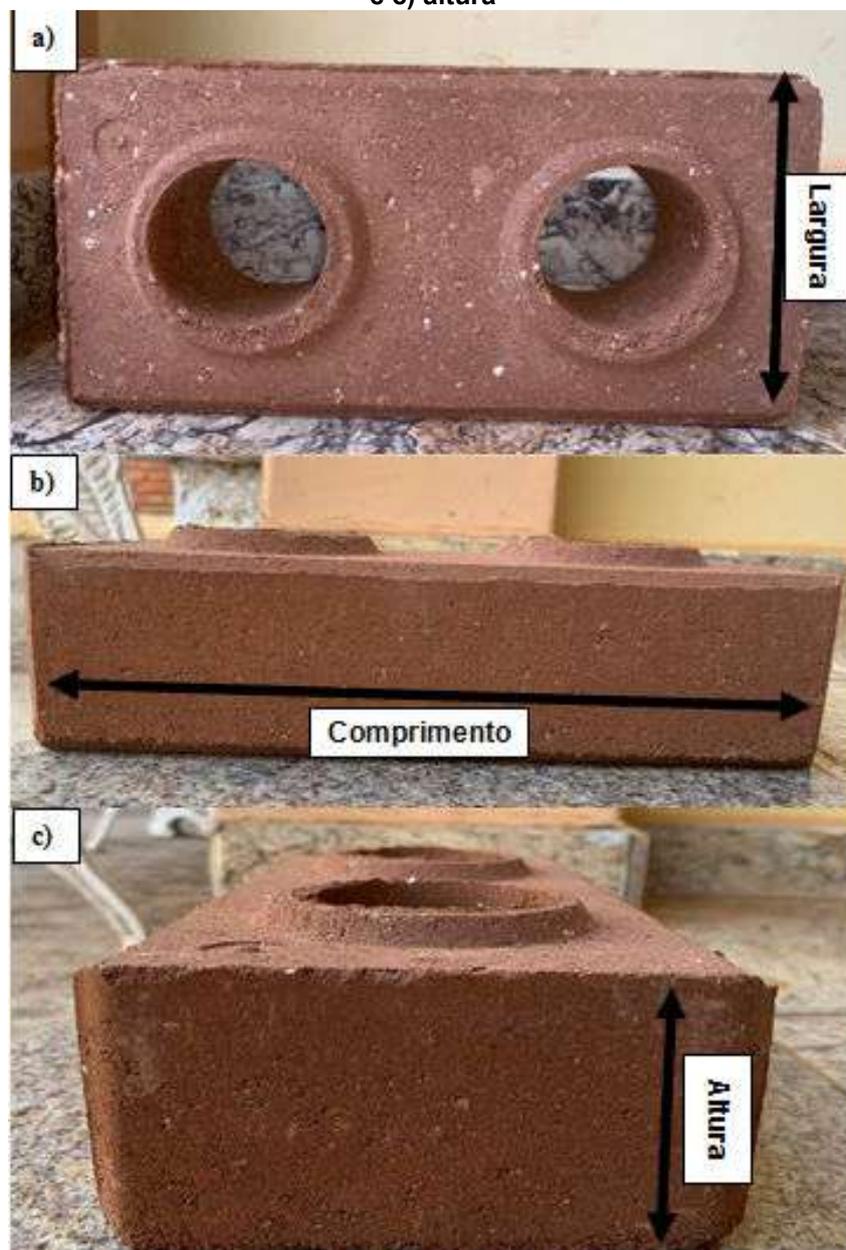
Para realização do ensaio foram realizadas a análise dimensional dos corpos de prova com uma escala metálica.

4.4.1 Ensaios de resistência à compressão simples

O Ensaio de resistência à compressão simples foi realizado no Laboratório de Sistemas Estruturais da Universidade Federal de São Carlos (LSE/UFSCar) no município de São Carlos-SP.

Em um primeiro momento identificou-se os 7 corpos de prova e assim deu-se início a análise dimensional destes. Para realização dessa análise dimensional dos 7 corpos de prova a norma estabelece que sejam medidas as três dimensões do tijolo de solo-cimento, sendo o comprimento, altura e largura, como na figura 25.

Figura 25 - Demonstração das dimensões do tijolo ecológico: a) largura; b) comprimento e c) altura

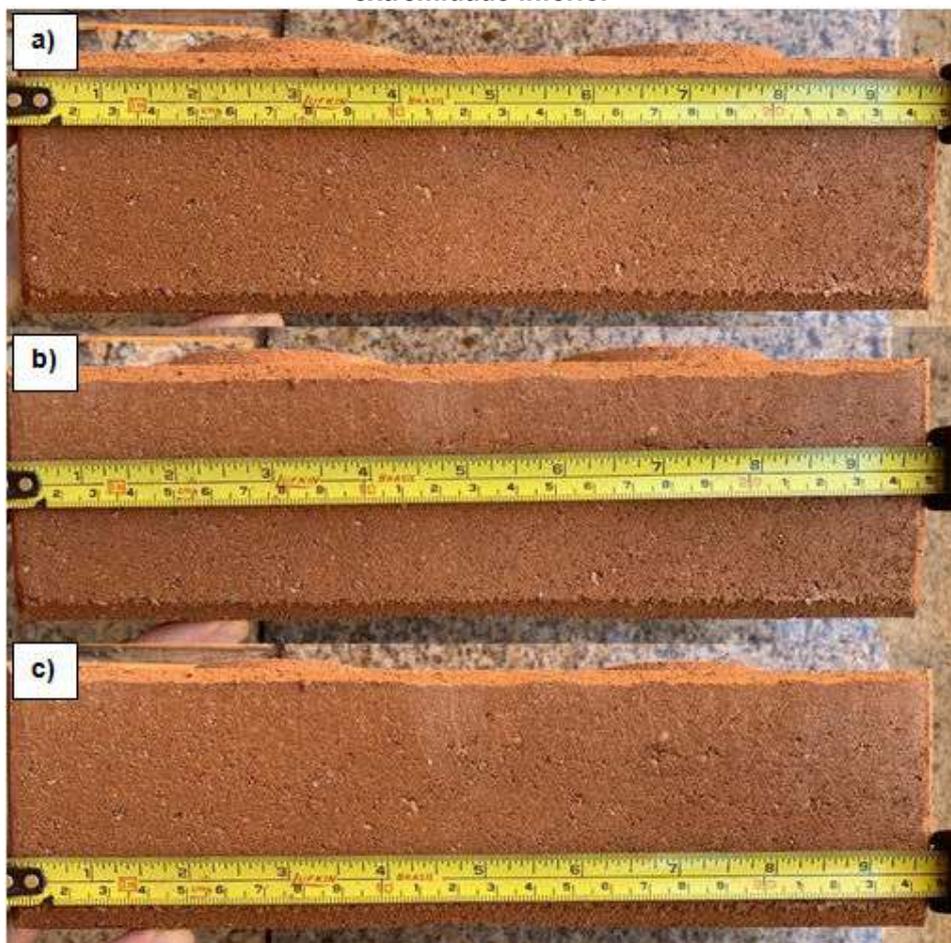


Fonte: Autor (2019)

É necessária que nestas três dimensões sejam realizadas uma média após os valores encontrados nas três averiguações sendo: duas extremidades, uma em cada extremidade do tijolo e uma ao meio, desse modo realizando a média.

A figura 26, exemplifica o modo de averiguação na dimensão comprimento com a escala metálica.

Figura 26 - Averiguações da dimensão comprimento; a) extremidade superior; b) meio; c) extremidade inferior



Fonte: Autor (2019)

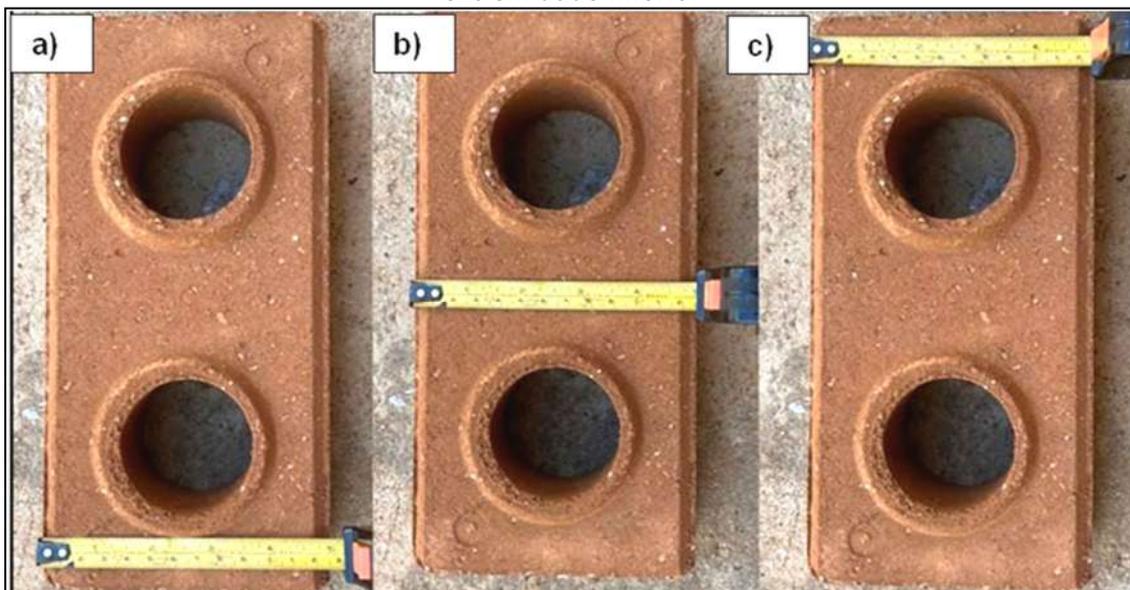
A tabela 3, descreve os valores obtidos após as análises dimensionais dos comprimentos em milímetros dos corpos de prova e as respectivas médias.

Tabela 3 - Análises dimensionais dos comprimentos em milímetros dos corpos de prova

Corpo de Prova	Comprimento (mm)			
	Superior	Meio	Inferior	Média
01	255,58	255,60	255,57	255,58
02	255,56	255,59	255,57	255,57
03	255,57	255,60	255,58	255,58
04	255,56	255,70	255,50	255,59
05	255,49	255,57	255,50	255,52
06	255,50	255,56	255,49	255,52
07	255,58	255,62	255,60	255,60
Média Total (mm)			255,57	

A figura 27 exemplifica o modo de averiguação na dimensão largura com a escala metálica.

Figura 27 - Averiguações da dimensão largura; a) extremidade superior; b) meio; c) extremidade inferior



Fonte: Autor (2019)

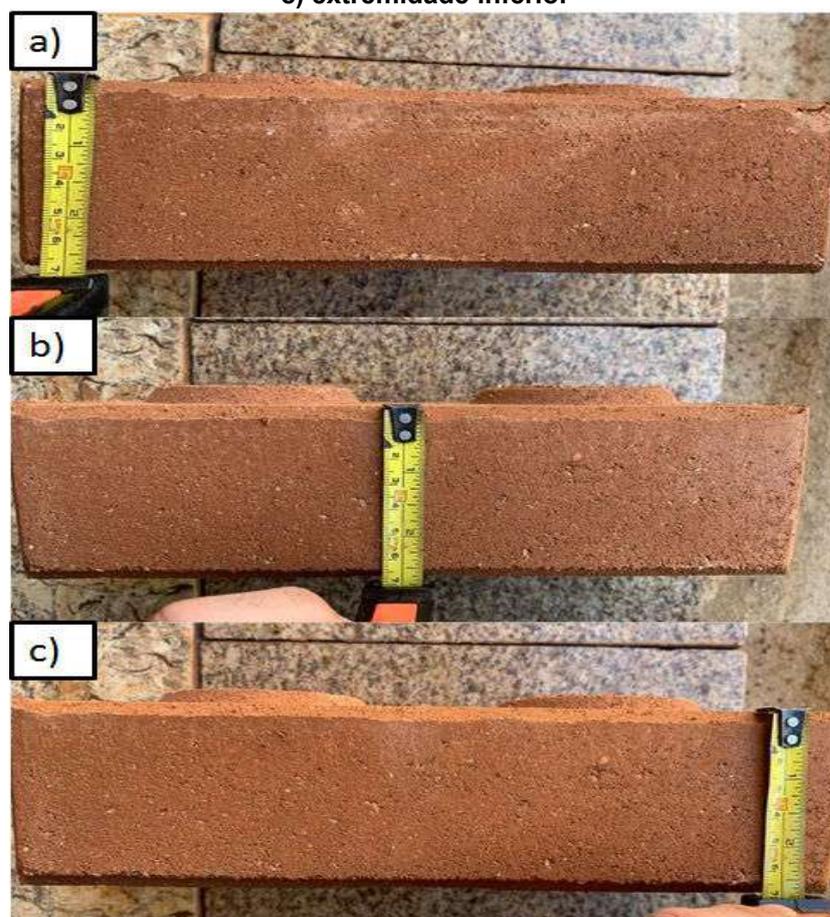
A tabela 4, descreve os valores obtidos após as análises dimensionais das larguras em milímetros dos corpos de prova e as respectivas médias.

Tabela 4 - Análises dimensionais das larguras em milímetros dos corpos de prova

Corpo de Prova	Largura (mm)			
	Superior	Meio	Inferior	Média
01	125,33	126,18	125,28	125,60
02	125,49	126,25	125,53	125,76
03	125,47	126,14	126,36	125,99
04	125,40	126,22	125,48	125,70
05	125,37	126,23	125,52	125,71
06	125,38	126,29	125,57	125,75
07	125,45	126,22	125,40	125,69
Média Total (mm)	125,74			

A figura 28, exemplifica o modo de averiguação na dimensão altura com a escala metálica.

Figura 28 - Averiguações da dimensão altura; a) extremidade superior; b) meio; c) extremidade inferior



Fonte: Autor (2019)

A tabela 5, descreve os valores obtidos após as análises dimensionais das alturas em milímetros dos corpos de prova e as respectivas médias.

Tabela 5 - Análises dimensionais das variações das alturas em milímetros dos corpos de prova

Corpo de Prova	Altura (mm)			
	Superior	Meio	Inferior	Média
01	70,35	70,66	70,29	70,43
02	71,44	71,75	71,08	71,42
03	70,97	71,12	70,81	70,97
04	71,76	71,90	71,51	71,72
05	71,52	71,92	71,74	71,73
06	71,27	71,75	71,45	71,49
07	71,19	71,57	71,27	71,34
Média Total (mm)			71,30	

A tabela 6, descreve os valores das médias em milímetros obtidas após as análises dimensionais do comprimento, largura e altura.

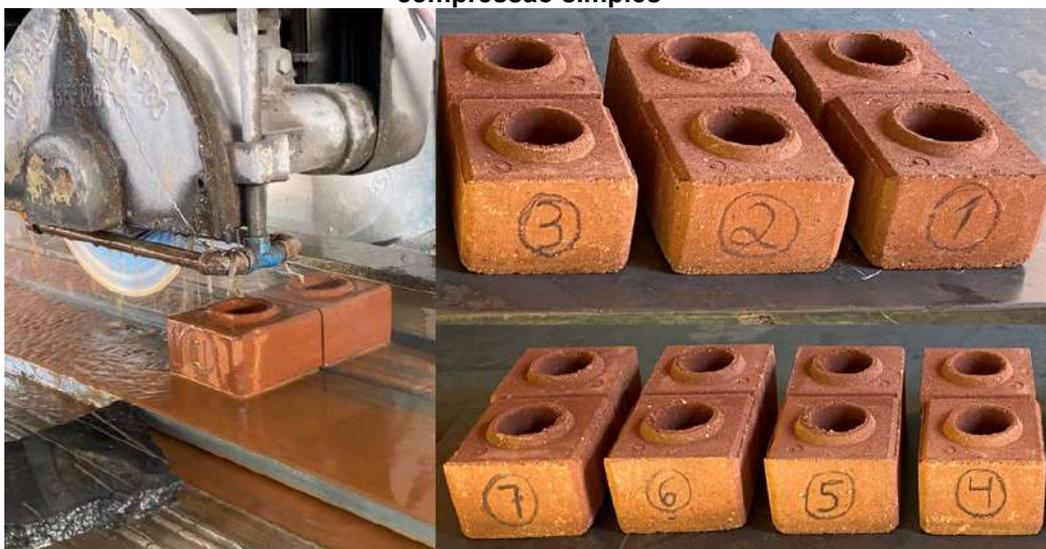
Tabela 6 - Médias das análises dimensionais do comprimento, largura e altura em milímetros dos corpos de prova

Corpo de Prova	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)
	Média	Média	Média
01	255,58	125,60	70,43
02	255,57	125,76	71,42
03	255,58	125,99	70,97
04	255,59	125,70	71,72
05	255,52	125,71	71,73
06	255,52	125,75	71,49
07	255,60	125,69	71,34

Para realização do ensaio de compressão a NBR 8492/2012 exige que os tijolos, sejam cortados ao meio, perpendicular na sua maior dimensão.

Portanto, utilizou-se uma serra de corte úmido para manter a integridade dos 7 corpos de prova e cortá-los ao meio (figura 29).

Figura 29 - Corte dos 7 corpos de prova para confecção do prisma para ensaio de compressão simples



Fonte: Autor (2019)

Após o corte dos tijolos, foi realizada a pasta de cimento Portland, para a realização do capeamento dos tijolos, o traço adotado foi de 1 de cimento por 2 de água, neste caso para os 07 corpos utilizou-se 2 quilos de cimento, para 4 quilos de água (figura 30).

Figura 30 - Confeção da pasta de cimento na proporção 1 de cimento e 2 de água



Fonte: Autor (2019)

A norma 8492/2012, pede para que a pasta repouse por aproximadamente 30 minutos (figura 31), para depois realizar o capeamento.

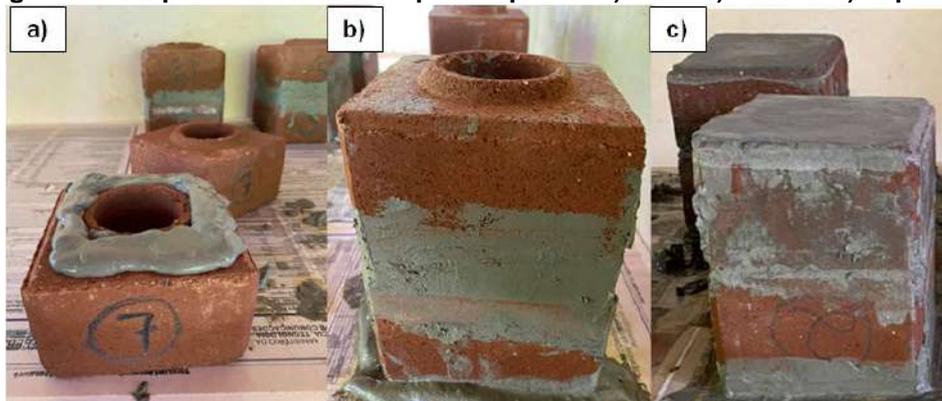
Figura 31 - Repouso da pasta de cimento



Fonte: Autor (2019)

Com a pasta de cimento pronta e repousada, começou-se o capeamento (figura 32), ligando os 7 corpos de prova com uma fina camada da pasta de cimento Portland, pré contraída, o capeamento iniciou ligando as duas metades do tijolo, em cada etapa do capeamento foi aguardando o endurecimento da pasta para partir para o próximo capeamento.

Figura 32 - Capeamento dos 7 corpos de prova: a) meio b) inferior c) superior



Fonte: Autor (2019)

O capeamento deu-se início pela junção do tijolo cortado pelo meio, depois capeamentou-se a parte inferior e após o endurecimento da pasta desta etapa realizou-se o capeamento da parte superior, respeitou-se a espessura de 2mm a 3mm e sua resistência não sendo menor que a do tijolo do ensaio.

Desse modo com o prisma pronto, com o capeamento seco, os 7 corpos de prova foram mergulhados em água (figura 33).

Figura 33 - Tanque de água com os 7 corpos de prova submersos



Fonte: Autor (2019)

Os prismas a serem ensaiados mantiveram-se submersos em água por 72 horas, a norma 8491/2012 pede o mínimo de 6 horas.

Realizou-se a calibração da máquina do ensaio de compressão deu-se através da ISSO 7500-1, na parte 1, onde descreve a calibração do sistema de medição de força. A máquina (figura 34) que realizou o ensaio estava equipada com dois pratos de apoio, do material de aço, sendo um deles articulado e atuantes em ambos os lados do corpo de prova.

A máquina também era provida de dispositivos, que realizada a distribuição dos esforços de modo progressivo e sem choques nos corpos de prova.

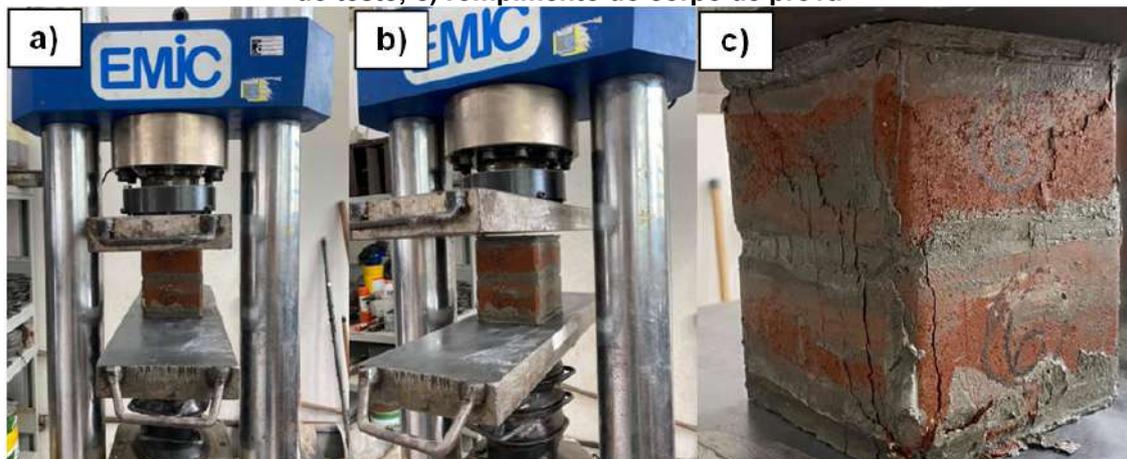
Figura 34 - Máquina de compressão simples com capacidade de 600KN marca EMIC modelo DL60000



Fonte: Autor (2019)

Após a calibração, iniciou-se a realização dos ensaios (figura 34), os 07 corpos de prova submersos eram retirados do tanque de água de acordo com sua identificação e enxugados em suas superfícies com um pano úmido e obedeceu-se o prazo de não exceder 3 minutos entre a retirada do tanque e a realização do ensaio de compressão simples (figura 35).

Figura 35 - Ensaio de Compressão simples corpo de prova 6: a) início do teste; b) meio do teste; c) rompimento do corpo de prova



Fonte: Autor (2019)

Os prismas a serem ensaiados, eram colocados diretamente no prato inferior de maneira centralizada e averiguada com escala metálica sua centralidade nos pratos da máquina de compressão, mediante todas essas averiguações dava-se o início aos testes.

Dessa maneira ocorreu até o término do ensaio de compressão simples com os 7 corpos de prova (figura 36).

Figura 36 - 7 corpos de prova dos tijolos de solo cimento com agregados reciclados de classe A rompidos no ensaio de compressão simples.



Fonte: Autor (2019)

A aplicação da carga da máquina de compressão simples, foi de maneira uniforme com a razão de 500N/s ou 50 kgf/s, esta aplicação da carga sucedeu-se elevando-a de forma gradativa até a ruptura do corpo de prova.

A determinação da carga de compressão simples em MPa que os corpos de prova suportaram deu-se pela equação (1) descrita abaixo pela NBR 8492:2012.

$$f_t = \frac{F}{S} \quad (1)$$

f_t = é a resistência à compressão simples, expressa em megapascals (MPa);
 F = é a carga de ruptura do corpo de prova, expressa em newtons (N);
 S = é a área de aplicação de carga, com as dimensões das faces de trabalho determinadas com a exatidão de 01 milímetro, sem a realização do desconto das áreas de furos ou reentrâncias.

4.4.2 Ensaio de absorção de água

O Ensaio de absorção de água no tijolo ecológico ou de solo-cimento deve atender os parâmetros estipulados pela ABNT na norma NBR 8492:2012, realizado no Laboratório de Materiais e Componentes da Universidade Federal de São Carlos - (LMC/UFSCar) no município de São Carlos-SP.

Para obter a taxa de absorção de água (A) dada por porcentagem (%), a norma exige que seja realizado o ensaio com o 3 corpos de prova, estas amostras foram retiradas do milheiro com a idade de 28 dias, sendo alocados primeiramente em uma estufa com a temperatura variando de 105°C a 110°C (figura 37) , o tempo para cada pesagem dos corpos de prova foram de cada 6 horas.

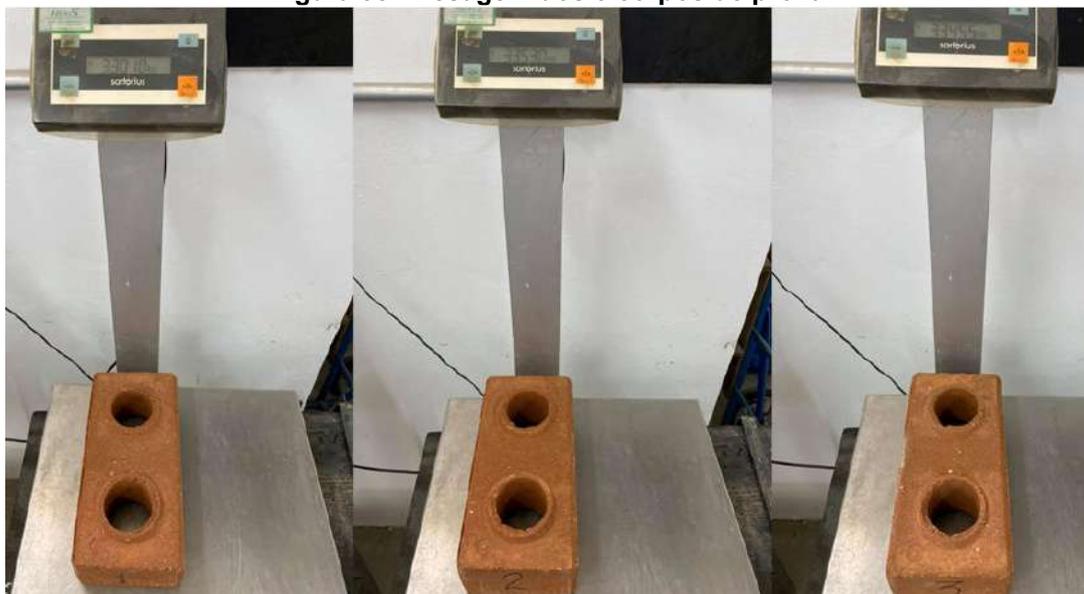
Figura 37 - Secagem dos corpos de prova na estufa para obtenção dos valores de m_1



Fonte: Autor (2019)

A cada pesagem anotavam-se os valores aferidos (figura 38) dos corpos de prova, repetindo-se o procedimento até que os corpos de prova obtiveram a massa constante.

Figura 38 - Pesagem dos 3 corpos de prova



Fonte: Autor (2019)

A diferença de entre os 2 últimos valores medidos de 0,5% da última massa medida, para encontrar o valor de (m_1) em gramas descritos na tabela 7 como previsto na NBR 8492:2012.

Tabela 7 - Valores obtidos do m_1 durante a secagem dos 3 corpos de prova

Corpo de Prova	m_1 (em g) *			
01	330,90	327,32	325,37	323,75
02	335,30	333,37	331,35	329,70
03	334,55	332,43	330,44	328,80

Após essa secagem e obtidos os valores de m_1 foram colocados os corpos de prova em um tanque cheio de água no qual passaram mergulhados por 24 horas (figura 39).

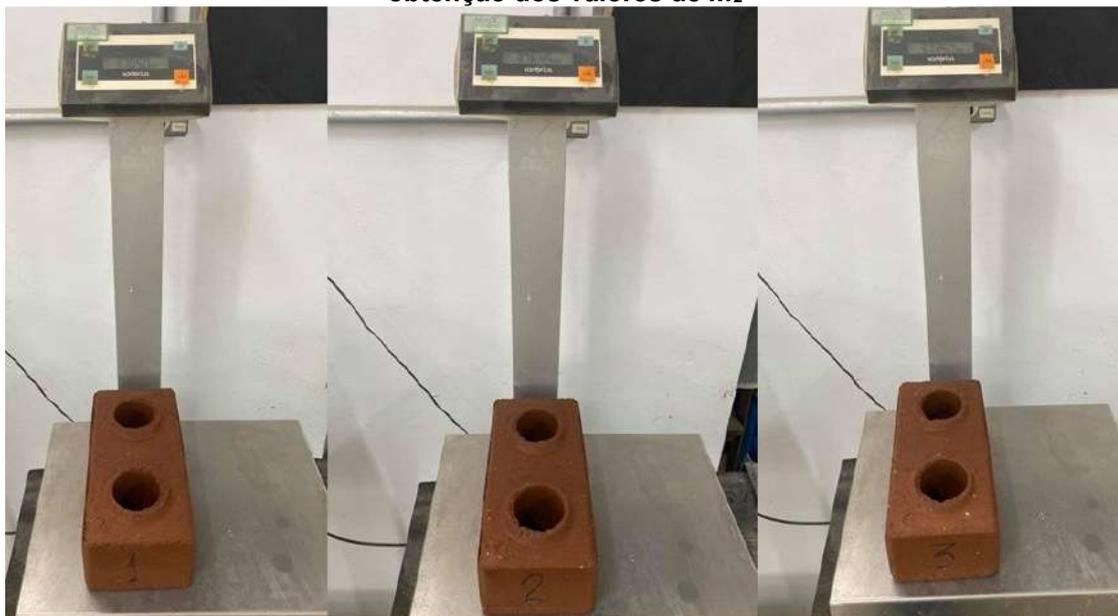
Figura 39 - Corpos de prova mergulhados em água para dos valores de m_2



Fonte: Autor (2019)

Passadas às 24 horas foram retirados os corpos de prova do tanque de submersão e retirado o excesso de umidade com um pano seco e realizada a pesagem, figura 40.

Figura 40 - Pesagem dos 3 corpos de prova após 24 horas de submersão em água para obtenção dos valores de m_2



Fonte: Autor (2019)

A Tabela 8 descreve os valores obtidos da massa saturada do corpo de prova o valor de (m_2) em gramas após as 24 horas de submersão em água.

Tabela 8 - Valores de m_2 obtidos dos 3 corpos de provas após 24 horas de submersão em água

Corpo de Prova	m_2 (em g)
01	370,5
02	376,45
03	373,5

A determinação da porcentagem de absorção de água dá-se pela equação (2) descrita abaixo pela NBR 8492:2012.

$$A = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1} \right) \times 100 \quad (2)$$

Onde:

A = absorção de água (%);

m_1 = massa do corpo de prova seco (g);

m_2 = massa do corpo de prova saturado amostra seca em estufa (g).

5 Análise dos Resultados dos Ensaios Realizados

Os tijolos ecológicos com agregados reciclados de classe A, assim como os demais materiais de vedação, estão sujeitas as especificações técnicas, no Brasil.

Todos que almejam trabalhar com este material de solo cimento devem atentar-se as normas e métricas estabelecidas pela ABNT descritas no quadro 10.

Quadro 10 - NBR's pertinentes a fabricação do tijolo de solo cimento

NBR	Título
8491:2012	Tijolo de solo-cimento – Requisitos
8492:2012	Tijolo de solo-cimento – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – Método de ensaio
10833:2012 Versão Corrigida: 2013	Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica – Procedimento
10834:2012 Versão Corrigida: 2013	Bloco de solo-cimento sem função estrutural – Requisitos

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

Assim através das técnicas de produção e execução dos tijolos de solo cimento sem função estrutural descritas nas NBR's citadas no quadro 10, a NBR 8492:2012 determina como realizar as análises dimensionais e de como proceder na realização dos ensaios resistência à compressão e da absorção de água e os valores que devem atender para que estes tijolos de solo-cimento possam servir na alvenaria sem função estrutural.

No caso do tijolo estudado nesta dissertação são os de tipo de solo cimento com idade de 28 dias e com a adição de agregados reciclados de RCC classe A, para a sua produção utilizou o traço e os valores pertinentes ao mês de março do ano de 2019 e encontram-se explicitados no quadro 11.

Quadro 11 - Composição do custo de produção do milheiro do Tijolo ecológico com agregados reciclados de RCC classe A

Matéria Prima	Quantidade Necessária	Custo	Custo para Quantidade Necessária		Valor final para produção*
Solo	1 m ³	R\$ 30,00	1 x R\$30,00	R\$ 30,00	R\$ 322,60
Agregado reciclado de RCC classe A (≤ 4,8mm)	1,3 m ³	R\$ 25,00	1,3xR\$25,00	R\$ 32,50	
Cimento CP-V	9 sacos	R\$ 22,90	9 x R\$22,90	R\$ 206,10	
<p>O teor de água utilizada varia de acordo com as condições dos agregados, solos e climáticas. Mas em condições normais utiliza-se 8 litros de água</p> <p>*O valor da água foi retirado do cálculo, pois utiliza-se água provenientes de chuva, os valores gastos com mão de obra e energia elétrica também não foram inseridas no cálculo.</p> <p>Os Valores descritos já constam com os gastos logísticos de entrega na fábrica.</p>					

Fonte: Autor (Março de 2019)

5.1 Análise dos resultados do ensaio de compressão Simples

Os resultados obtidos dos 7 corpos de prova ensaiados no teste de compressão simples, realizados com a máquina de compressão do LSE-UFSCar, são descritos os resultados na tabela 9.

Tabela 9 - Resultados do ensaio de compressão simples dos 7 corpos de prova

Corpo de Prova	Área (mm ²) *	Carga de ruptura		
		Kgf (cm ²) **	N	Tensão (MPa)***
01	16050,00	50,28	80692,57	5,03
02	16070,44	64,01	102861,89	6,40
03	16100,26	58,35	93937,80	5,83
04	16063,20	52,70	84654,07	5,27
05	16060,28	58,96	94689,30	5,90
06	16065,39	61,51	98822,56	6,15
07	16063,18	56,55	90837,85	5,66
Média				5,75

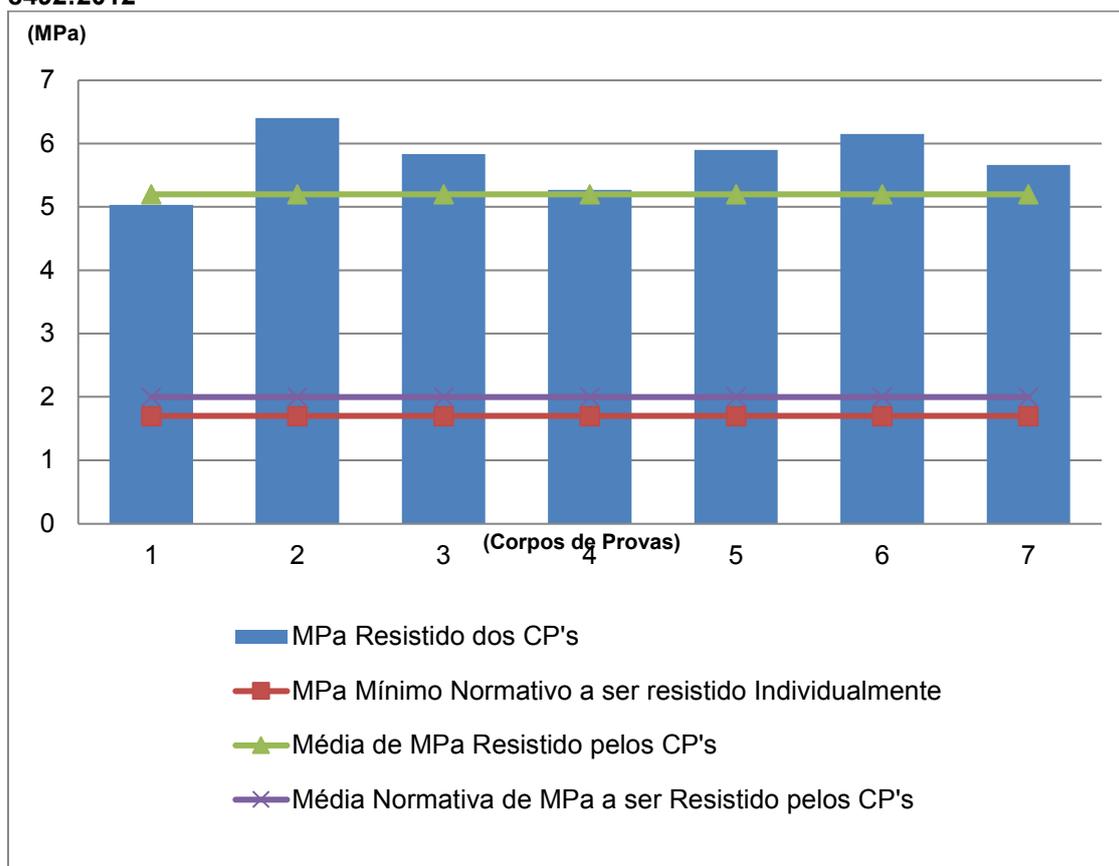
*A área é a multiplicação da média da largura pela média do comprimento dividido por 2

** Norma 8492/2012 esclarece para efeitos de cálculo 1 MPa = 10 kgf/cm²

***A tensão em MPa é a força em N dividida pela área em mm²

A NBR 8492/2012 estabelece que o MPa exigido para os tijolos de solo-cimento no que se refere à resistência à compressão simples deve ser atender individualmente \geq a 1,7 MPa e Média entre os corpos de prova ser \geq a 2,0 MPa. O gráfico 8, apresenta os resultados obtidos no ensaio de compressão simples.

Gráfico 8 - Resultados obtidos no ensaio de compressão simples segundo NBR 8492:2012



Fonte: Autor (2019)

Portanto, normativamente os 7 corpos de prova deste ensaio de compressão simples, obtiveram resistência a compressão individualmente todos os CP's acima do valor de 1,7 MPa, em relação à média entre os corpos de prova atingiu-se 5,75 MPa sendo maior que os 2,0 MPa's exigidos.

5.2 Análise dos resultados do ensaio de absorção de Água

Os resultados obtidos dos 3 corpos de prova no teste de absorção de água para determinar a porcentagem de absorção de água (A%) realizados no LCM-UFSCar são descritos na tabela 10.

Tabela 10 - Resultados do ensaio de absorção de água dos 3 corpos de prova

Corpo de Prova	m ₁ (em g) *		Média m ¹ (em g)		m ₂ (em g)	A (em %)	
01	330,90	327,32	325,37	323,75	326,84	370,5	13,36%
02	335,30	333,37	331,35	329,70	332,43	376,45	13,24%
03	334,55	332,43	330,44	328,80	331,56	373,5	12,65%
Média						13,08%	

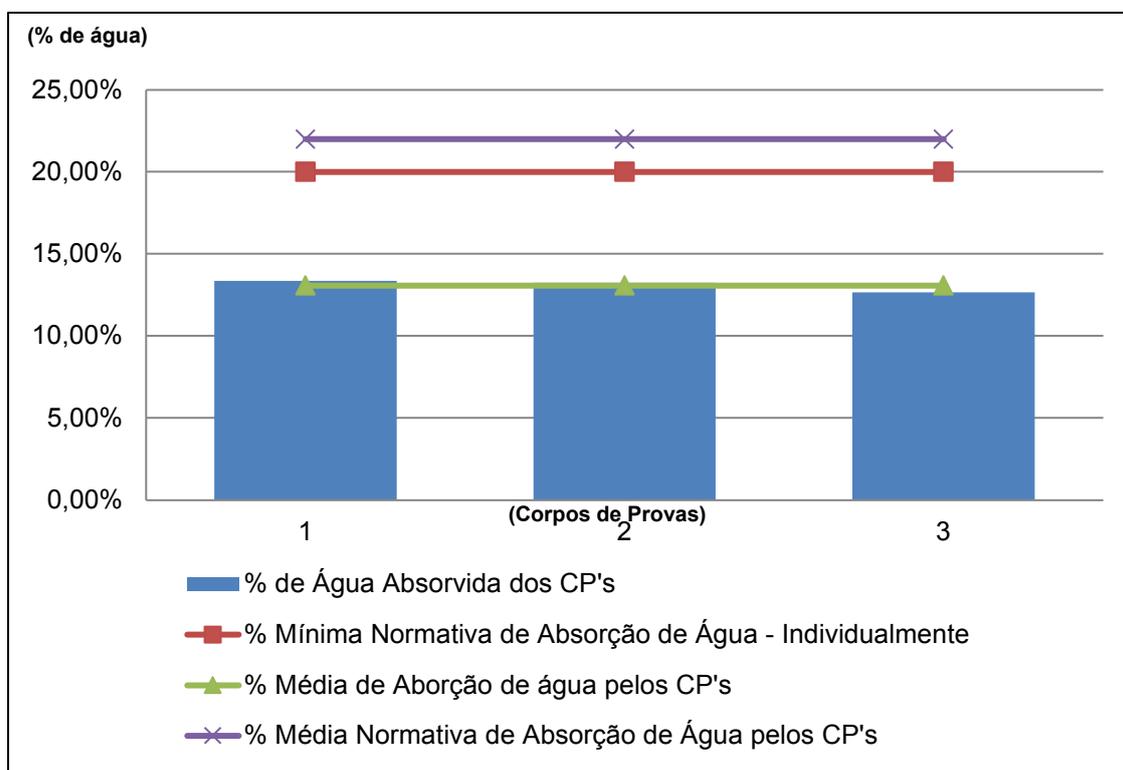
*De acordo com a ABNT - NBR 8492/2012, os valores de m₁, o procedimento deve ser repetido até que os corpos de prova obtenham massa constante, com uma diferença de entre os 2 últimos valores medidos de 0,5% da última massa medida.

No Ensaio de Absorção de água, para determinação do (A%), a NBR 8492/2012 estabelece que nos tijolos de solo-cimento com idade de 28 dias a porcentagem de absorção deve ser:

- Individualmente: $A \leq 20\%$
- Média entre os corpos de prova: $A \leq 22\%$, aos 28 dias de idade.

No Ensaio de determinação de absorção de água foram ensaiados os 3 corpos de prova, pela NBR 8492/2012, o gráfico 9, apresenta os resultados obtidos no ensaio de absorção de água.

Gráfico 9 - Resultados obtidos no ensaio de absorção de água segundo NBR 8492:2012



O ensaio de absorção de água normativamente obteve resultado satisfatório, onde os 3 corpos de prova individualmente ficaram bem abaixo dos $A \leq 20\%$ exigidos em norma como representado no gráfico 10, do mesmo modo que a média dos CP's ficou abaixo do $A \leq 22\%$ de absorção de água.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho estudou-se a viabilidade técnica na produção dos tijolos ecológicos com agregados reciclados de classe A e a importância empregabilidade do resíduo de classe A reciclados no setor construtivo.

Agopyan e John (2011) destacam que o setor da construção civil, apesar de inúmeros desafios e contratempos a busca por atender o tripé sustentável (econômica, social e ambiental) permanece central para que haja um desenvolvimento sustentável do setor, que visa harmonizar os conceitos de a preservação ambiental, legitimidade social e exequibilidade econômica.

Para Ulubeyli et al. (2017) a reciclagem do RCC contribui para fatores como:

- Preservação do meio ambiente;
- Redução da extração de recursos naturais, conseqüentemente minoração do uso de energia e poluição;
- Prolongamento da vida útil dos aterros de reservação; e
- Produtos reciclados com melhores preços.

A reutilização de resíduos gerados pela construção civil consiste em um importante aspecto de sustentabilidade na visão CTS, uma vez que insere uma nova ótica destes RCC e sua reutilização perante a sociedade. Instaurando um paradigma atualizado com a condição atual da sociedade, cooperando com as políticas públicas já implementadas e abrindo campo para que novas políticas sejam feitas e assim transpassando o apenas o caráter econômico.

A visão CTS pro setor da construção civil visa através de uma somatória de valores, políticas, economia, ciência, tecnologia para o alcance de uma melhoria na vida da sociedade e do ambiente em que a mesma está inserida.

Durante a semana de acompanhamento do estudo de caso no mês de março de 2019, foram produzidos 14.000 mil tijolos ecológicos, portanto nota-se que semanalmente foram usados 18,2m³ de agregados reciclados classe A, dessa forma destaca-se que essa quantia deixa de ser extraída na forma de matéria prima do meio ambiente. Estes tijolos são amparados e padronizados por Normas Técnicas Brasileiras, como alvenaria de vedação.

Os tijolos de solo-cimento que foram o objeto de estudo, através dos resultados dos ensaios previstos na NBR 8492:2012, indicaram que os tijolos

ecológicos com adição de agregados reciclados de RCC classe A atendem aos requisitos discriminados nas NBR 8491/2012 e na NBR 8492/2012 para a alvenaria de vedação.

No ensaio de compressão simples os 7 corpos de provas apresentaram valores individuais de resistência:

- CP 01- 5,03 MPa;
- CP 02- 6,40 MPa;
- CP 03- 5,83 MPa;
- CP 04- 5,27 MPa;
- CP 05- 5,90 MPa;
- CP 06- 6,15 MPa; e
- CP 07- 5,66 MPa.

Valores bem acima do valor requerido pela norma que é 1,7 MPa individualmente. No que concerne em relação à média entre os 7 corpos de provas atingiu-se 5,75 MPa sendo superior aos 2,0 MPa's que a norma impõe.

No ensaio de absorção de água os tijolos obtiveram desempenho bem satisfatório, apresentando um teor de absorção de água de 13,08% na média dos 3 corpos de prova, estando bem abaixo dos 20% representando um valor 35% mais baixo do preconizado em norma e individualmente os 3 corpos de provas exprimiram valores inferiores aos 22% recomendados pela norma.

Outra vantagem que salienta-se no uso do tijolo de solo-cimento é a possibilidade do alcance de um conforto térmico e acústico, fácil manuseio, organização no canteiro de obras facilitada e uma menor geração de resíduos, destacando-se por gerar pouco entulho, trazendo uma obra mais limpa, sem esbanjo e sobras de materiais, corroborando para uma redução de desperdícios. (SOUZA, 2006).

Portanto os tijolos mostraram-se que atendem os requisitos normativos e corroboram para a sustentabilidade, pois transformam resíduos de classe A em novos artefatos para alvenaria de vedação, redução da necessidade de extração de matérias primas convencionais e estes agregados reciclados advindos do RCC apresentaram-se mais baratos quando comparados com os agregados naturais convencionais.

Portanto a sociedade assume a sustentabilidade e seus paradigmas, quando estes atuam a esta sociedade como um fator influenciador e simbólico (MOSCOVICI, 2010)

6.1.1 Sugestões para pesquisas futuras

Para propostas de estudos futuros, após os conceitos abordados e mostrados nesta pesquisa, sugere-se para trabalhos futuros:

- Realizar ensaios de lixiviação e solubilização com os tijolos ecológicos com agregados reciclados de classe A;
- Executar o acompanhamento de uma obra e desse modo realizar o trabalho de perdas com este tijolo;
- Um estudo que concerne o tripé da sustentabilidade: social, ambiental e econômico, relativizando um comparativo com o tijolo ecológico com uma alvenaria tradicional e traçando o custo e a produtividade da alvenaria;
- Estabelecer os parâmetros necessários para que os tijolos com agregados reciclados possam obter a normatização para uso como estrutural de acordo com a NBR 15.270/2005.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. Vol. 5. São Paulo: Edgard Blucher, 2011.

ÂNGULO, S.C.; ZORDAN, S.E.; JOHN, V.M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. Seminário desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil – materiais reciclados e suas aplicações, 4., Ibracon – Comitê Técnico 206. São Paulo, Jun. 2001, p. 43-56. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/Anais%20Comite%20CT%202006%20IV%20-%20semin%C3%A1rio.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

ARAÚJO, A. F. **A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de Construção Civil**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/84192>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). **Dosagem das misturas de solo-cimento; normas de dosagem e métodos de ensaios**. 3. ed. 2004, atual. revisada pelo Eng. Márcio Rocha Pitta. São Paulo, 1986. 57p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7222**: Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011. 5p.

_____. **NBR 8491**: Tijolo maciço de solo-cimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1984d. 4p

_____. **NBR 8492**: Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência a compressão e da absorção d'água. Rio de Janeiro: ABNT, 1984e. 5p.

_____. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71p.

_____. **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de trasbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004. 11p.

_____. **NBR 15113**: Resíduos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004. 16p.

_____. **NBR 15114**: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004. 11p.

_____. **NBR 15115:** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004. 14p.

_____. **NBR 15116:** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004. 18p.

Associação Brasileira de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON). **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil – Pesquisa setorial 2013.** São Paulo - SP, 2013.

_____. **História do Entulho.** 2015. Disponível em: <[http:// www.abrecon.org.br/Conteudo/7/Entulho.aspx](http://www.abrecon.org.br/Conteudo/7/Entulho.aspx)>. Acesso em: 16 mai. 2018.

_____. **Relatório pesquisa setorial 2014/2015:** a reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil. ABRECON, São Paulo, 2016.

Bacha, M.L.; Santos, J.; Schaun. **Considerações teóricas sobre o conceito de Sustentabilidade.** In: Anais VII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende/RJ, 2010.

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: Transporte, Administração de Materiais e Distribuição Física.** Ronald H. Ballou; tradução Hugo T. Y. Yoshizaki – São Paulo: Atlas, 1993.

BARBOSA, G. S. **O Desafio Do Desenvolvimento Sustentável.** Revista Visões. Volume 1, Nº 4, 4ª Edição, p.1-11, 2008.

BARBOZA, T. **Resíduos da Construção Civil.** Trabalho. Universidade Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes - SP, 2014.

BARROS, Raphael T.V. Elementos de gestão de resíduos sólidos. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 423p

BAZZO, W.A. et al. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).** 1ed. Madrid: Organização de Estados Ibero-Americanos para Educação, a Ciência e a Cultura (OEI). 2003.

BENITES, L. L. L.; Polo, E. F. **Sustentabilidade como ferramenta estratégica empresarial: governança corporativa e aplicação do triple bottom line na masisa.** Rev. Adm. UFSM, Santa Maria, v. 6, Edição Especial, p. 195-210, MAI. 2013 Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/reaufsm/article/view/8879/pdf>>. Acesso em 28 jun. 2019.

BORBA S. C. CASTRO, M. A. M. COSTA, F. G. NETO, E. F. RABELO, A. A. **Avaliação das propriedades mecânicas de tijolos solo-cimento formulados com refugo do mesmo e escória de aciaria.** 21º CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais 09 a 13 de novembro de 2014, Cuiabá, MT, Brasil. disponível em:

< <http://www.metallum.com.br/21cbecimat/cd/pdf/116-027.pdf>>. acesso em 28 jun. 2019.

BRASIL. **Avaliação de Políticas Públicas Guia Prático de Análise**. Ex Post Volume 2. Livraria Ipea Brasília – DF, 2018. Disponível em: <<http://pnc.cultura.gov.br/wp-content/uploads/sites/16/2018/12/guiaexpost.pdf>>. Acesso em 24 jun. 2019.

_____. Ministério do Meio Ambiente, **Resolução Nº 307 – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, DF, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em 01 jun. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente, **Resolução Nº 348 – Altera a Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos**. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, DF, 2004. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>. Acesso em 01 jun. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente, **Resolução Nº 431 – Altera o art. 3 da Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, estabelecendo nova classificação para o gesso**. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, DF, 2011. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em 01 jun. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente, **Resolução Nº 448 – Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002**. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, DF, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>>. Acesso em 01 jun. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente, **Resolução Nº 469 – Altera a Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002**. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=714>>. Acesso em 02 jun. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: versão preliminar para consulta pública**. 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_arquivos/versao_preliminar_pnrs_wm_253.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2018

_____. Ministério do Meio Ambiente. **ICLEI – Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação**. Brasília, 2012. 157p.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos - SPI. **Estudo da Dimensão**

Territorial para o Planejamento: Volume VII - Avaliação de Sustentabilidade da Carteira de Investimentos. Brasília: MP, 2008. 250p.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **Planos de gestão de logística sustentável: contratações públicas sustentáveis.** – Brasília: SLTI, 2014.

BUAINAIN, A. M. **Agricultura Familiar, Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável: questões para debate.** Brasília: IICA, 2006, p.47

CABESTRÉ, S. A.; GRAZIADE, T. M.; POLESEL F. P. **Comunicação Estratégica, Sustentabilidade e Responsabilidade socioambiental – um estudo destacando os aspectos teórico-conceituais e práticos.** In: Anais XXXI Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação - Intercom: Natal/RN, 2008.

CARELI, E. **Reuso de resíduos alinha economia à benefício ao meio ambiente.** Disponível em: <<http://www.obralimpa.com.br/index.php/reuso-de-residuos-aliaeconomia-a-beneficios-ao-meio-ambiente>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; SILVA, J. C. **Reciclagem de Entulho para a Produção de Materiais de Construção: Projeto Entulho Bom.** Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001, 311p.

CÓRDOBA, R. E. **Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos – SP.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010, 406p.

DRAIBE, S. M. **Avaliação de implementação: esboço de uma metodologia de trabalho em políticas públicas.** In M. C. R. N. Barreira & M. C. B. Carvalho (Eds.), Tendências e perspectivas na avaliação de políticas e programas sociais (pp. 13-42). São Paulo: IEE/PUC-SP. 2001.

ELKINGTON, J. **Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development.** California Management Review, v.36, n.2, p.90-100, 1994.

ELKINGTON, J. **Canibais com garfo e faca.** São Paulo: Makron Books, 2001.

FIGUEIREDO, S. S.; SILVA, C. G.; BEZERRA, I. M. T.; DIAS, S. L.; NEVES, G. A.; MENEZES, R. R.; SANTANA, L. N. L. **Materials Science Forum.** 727-728, (2012) 1422- 1427.

FRASSON, S.A. **Usinas de reciclagem de entulho como agentes na valoração dos resíduos gerados pela construção civil.** Xix ENGEMA. 2017. Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/19/anais/arquivos/242.pdf>>. Acesso em 28 jun de 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008

GODOI, B.C.S. **Requisitos de sustentabilidade para o desenvolvimento de projetos residenciais multifamiliares em São Paulo**. Dissertação (Mestrado). FAUUSP:São Paulo. 2012. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-29052012-133544/pt-br.php>>. 08 jun de 2019.

GRANDE, F. M. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com adição de sílica ativa**. Dissertação (Mestrado). São Carlos: EESC-USP, 2003. 165p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JOHN, V.M. Pesquisa e Desenvolvimento de Mercado para Resíduos. In: **Reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção civil**. São Paulo, 1996. Anais. São Paulo, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1997. p. 21-30.

_____. Panorama sobre a reciclagem de resíduos na construção civil. In: **Seminário desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil, 2.**, São Paulo, 1999. Anais. São Paulo, IBRACON, 1999. p.44-55.

KRAEMER, M. E. P. **A contabilidade como alavanca do desenvolvimento sustentável**. 2003. Disponível em: < <http://www.gestaoambiental.com.br/kraemer.php>>. Acesso em 27 abr. 2019.

KÜHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 5.ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003

LEVY, S.M. **Problemas gerados pelo entulho**. Maio, 2000. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/textos/Problemas%20gerados%20pelo%20Entulho.pd>> f> Acesso em: 01 jun. 2018.

LIMA, J.A.R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. São Paulo: USP, 1999. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, 1999.

MAKIYA, I. K. **Ecodesign e seu papel mobilizador de inclusão social e sustentabilidade**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu –PR. 2007.

MARQUES NETO, J. C. **Diagnóstico para estudo de gestão de resíduos de construção e de construção do município de São Carlos-SP**. 2003. 155 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

_____. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: Editora RiMa, 2005. 162 p.

_____, **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15)**. Tese de Doutorado do Programa de Pós graduação e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2009.

MIRANDA, L. F.; ÂNGULO, S. C.; CARELLI, E. D. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008**. In: Ambiente Construído, Porto Alegre, v.9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.

MOSCOVICI, S. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. Tradução de Pedrinho A. Guareschi. 7. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

NICOLAU, F.M. **Estudo de viabilidade econômica com concepção de projeto de usina de reciclagem de RCC classe A para municípios de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Carlos, São Carlos, 2018.126p.

OLIVEIRA, D; GAZOLLA, M; SCHNEIDER, S. **Produzindo novidades na agricultura familiar: agregação de valor e agroecologia para o desenvolvimento rural**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 28, n. 1, p. 17-49, jan./abr. 2011. Disponível em: <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/12034/6599>. Acesso em 18 dez. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração de Estocolmo. Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano**. Estocolmo, 1972. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/estocolmo1972.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2019.

PALACIOS, E. M. G., et al (Org). **Ciência, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual**. Madri: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2001.

PALIARI, J. C. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 199. 473 p.

PENHA, J. R. B.; MOREIRA, G. S. S.; BARATA, M. S. **Fabricação de tijolo solo-cimento com substituição parcial do solo natural por resíduo da construção e demolição para construção de casas populares de baixo**

custo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 49, 2007, Bento Gonçalves. Anais. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 16 p., 2007.

PENHA, J. R. B.; MOREIRA, G. S. S.; BARATA, M. S. **Fabricação de tijolo solo-cimento com substituição parcial do solo natural por resíduo da construção e demolição para construção de casas populares de baixo custo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 49, 2007, Bento Gonçalves. Anais. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 16 p., 2007.

PINHEIROS, M. D. **Ambiente e Construção Sustentável.** Lisboa: Instituto do Ambiente, 2006. 240p.

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

PRAIA, J; CACHAPUZ, A. **Ciência-tecnologia-sociedade: um compromisso ético.** Revista CTS, v. 2. n 6, dez, 2005. p. 173-194.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS - SP. **Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil.** São Carlos - SP, 2006. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/usina-de-reciclagem.html>>. Acesso em: 30 out. 2018.

RELATÓRIO DE BRUNDTLAND: our common future. (1987) Oxford: Oxford University Press.

ROGERS, Richard. (2001) **Ciudades Para um Pequeno Planeta.** Barcelona: GGili

ROSA, Altair. **Rede de governança ambiental na cidade de Curitiba e o papel das tecnologias de informação e comunicação.** Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2007.

SALAS-ZAPATA, W.; RÍOS-OSORIO, L.; CASTILLO, J.A.D. **La ciencia emergente de la sustentabilidad: de la práctica científica hacia la constitución de una ciencia.** Interciencia, v.2, n.9, 2011.

SANTOS, C. Rossi dos. **Estudo da utilização de rejeitos de carvão na fabricação de blocos de concreto para pavimentação em substituição ao agregado miúdo natural.** 2012. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (ciência – tecnologia – sociedade) no contexto da educação brasileira.** Revista Ensaio: pesquisa em educação em ciências. v. 2. n .2 – Dez, 2002.

SANTOS, W.P.C.; SUZART, V.P.; SILVA-JUNIOR, N.F.S. **Tendência tecnológica para o processo de preparação de compósito à base de solo-cimento e fibra de bananeira para fabricação de tijolos e tecnologias correlatas através da pesquisa em documentos de patentes.** Cadernos de Prospecção, v.6, n.1, p.36-44. 2013.

SCHULZ, R. R.; HENDRICKS, Ch. F. **Recycling of masonry rubble.** Apud LEITE, M.B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** 2001. 290p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21839/000292768.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 30 jun. 2019.

SEADE, Fundação. **Informações dos Municípios Paulistas.** Disponível em: <www.seade.sp.gov.br/>. Acesso em: 10 jun. 2019.

SEBRAE/Nacional. **Cartilha de Sustentabilidade.** Brasil, SEBRAE/Nacional, 2017. 15p. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/e497ff4a1c69a5a1f31fe4b23d330a34/\\$File/6017.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/e497ff4a1c69a5a1f31fe4b23d330a34/$File/6017.pdf)>. Acesso em 25 jun. 2019.

SEMEÃO, C. C.; MIOTELLO, V.; HOFFMANN, W. A. M. (Org.). **Apontamentos de estudos sobre Ciência, Tecnologia & Sociedade.** São Carlos: Pedro & João Editores. 2010.

SETZER, V. **A missão da tecnologia.** Disponível em: <<http://www.ime.usp.br/~vwsetzer/missao-tecnol.html>>. Acesso em: 29 nov. 2018.

SILVA, D. da, C. C. **SC: Sustentabilidade Corporativa.** In: Anais VI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGeT, Resende, RJ, 2009.

SILVEIRA, P. E. M.; NÓBREGA C. A. Aplicação do resíduo de construção e demolição em solo-cimento. **Horos Environment**, v.5 n.2, p.152, 2005.

SINDUSCON-SP. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP.** São Paulo: Obra Limpa: I&T, 2005.

_____, **Folheto: Reutilização e Reciclagem.** 2012. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br/biblioteca-de-documentos/>>. Acesso em: 22 de março de 2017.

_____, **Folheto: Áreas de reciclagem e aterros de resíduos classe A.** 2012. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br/biblioteca-de-documentos/>>. Acesso em: 22 de março de 2017.

_____, **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: avanços institucionais e melhorias técnicas**. São Paulo: Obra Limpa: I&T, 2015.

SIQUEIRA, Mônica M.; MORAES, Maria S. **Saúde coletiva**, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. *Ciênc. saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 6, p. 2115-2122, Dec. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141381232009000600018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 11 jan. 2020.

Souza, C. **Políticas públicas: uma revisão da literatura**. *Sociologias*, 8(16), 20-45. 2006.

Souza, M. I. B. **Análise da adição de resíduos de concreto em tijolos prensados de solo-cimento**. Dissertação (Mestrado). Ilha Solteira: UNESP, 2006. 121p.

TELLES, M.; FRANÇA, M.; SARTOR, C.; FONSECA, R. **Contribuição para as discussões do Eixo IV- Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Social**. In IV Conferência Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento sustentável. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/cncti4/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=101&Itemid=12>.0. Acesso em: 21 jun. 2019.

ULUBEYLI, S. et al.. Construction and demolition waste recycling plants revisited: management issues. **Procedia Engineering**, 2017. v. 172, pp. 1190-1197.

WARKEN, I. M.; HENN, V.J.; ROSA, F. S. **Gestão da Sustentabilidade: um estudo sobre o nível de sustentabilidade de uma Instituição Federal de Ensino Superior**. In: *Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade*, Salvador, v. 4, n. 3, p. 147 – 166, set./dez., 2014.

YANIK, K. **Report: global demand for aggregates to rise**. Disponível em: <http://www.pitandquarry.com/report-global-demand-for-aggregates-to-rise/>. Acesso em 27 set. 2018.

APÊNDICIE

6.2 Folhas dos Relatórios com as aferições e resultados obtidos dos ensaios de compressão simples e absorção elaboradas segundo a NBR 8492/2012

6.2.1 Ensaio de absorção de água segundo ABNT: NBR 8492/2012 - anotações

Material: Tijolos ecológicos com agregados reciclados de classe A

Idade: 28 dias

Composição para confecção de 1000 tijolos:

- 1,3 m³ de agregados reciclados de classe A ≤ 4,8mm;
- 1 m³ de solo;
- 9 sacos de 40kg de cimento CP V = 360kg; e
- 8 litros de água.

Para a determinação da porcentagem de absorção dá-se pela equação 2:

$$A = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1} \right) \times 100$$

Onde:

A = absorção de água (%);

m_1 = massa do corpo de prova seco (g);

m_2 = massa do corpo de prova saturado amostra seca em estufa (g).

No ensaio de Absorção de água dos tijolos a ABNT - NBR 8492/2012, preconiza que a secagem e pesagem para obtenção dos valores de m_1 deve ser repetido até que os corpos de prova obtenham massa constante, com uma diferença de entre os 2 últimos valores medidos de 0,5% da última massa medida.

Absorção de água							
Corpo de Prova	m_1 (em g) *				média m_1 (em g)	m_2 (em g)	A (em %)
1	330,90	327,32	325,37	323,75	326,84	370,5	13,36%
2	335,30	333,37	331,35	329,70	332,43	376,45	13,24%
3	334,55	332,43	330,44	328,80	331,56	373,5	12,65%
Média							13,08%

6.2.2 Ensaio de compressão segundo ABNT: NBR 8492/2012 - Anotações

Material: Tijolos ecológicos com agregados reciclados de classe A

Idade: 28 dias

Composição para confecção de 1000 tijolos:

- 1,3 m³ de agregados reciclados de classe A \leq 4,8mm;
- 1 m³ de solo;
- 9 sacos de 40kg de cimento CP V = 360kg; e
- 8 litros de água.

➤ Análises dimensionais do Tijolo: Comprimento, Largura e Altura em milímetros:

Corpo de Prova	Comprimento (mm)			
	Superior	Meio	Inferior	Média
1	255,58	255,60	255,57	255,58
2	255,56	255,59	255,57	255,57
3	255,57	255,60	255,58	255,58
4	255,56	255,70	255,50	255,59
5	255,49	255,57	255,50	255,52
6	255,50	255,56	255,49	255,52
7	255,58	255,62	255,60	255,60
Média Total		255,57		

Corpo de Prova	Largura (mm)			
	Superior	Meio	Inferior	Média
1	125,33	126,18	125,28	125,60
2	125,49	126,25	125,53	125,76
3	125,47	126,14	126,36	125,99
4	125,40	126,22	125,48	125,70
5	125,37	126,23	125,52	125,71
6	125,38	126,29	125,57	125,75
7	125,45	126,22	125,40	125,69
Média Total		125,74		

Corpo de Prova	Altura (mm)			
	Superior	Meio	Inferior	Média
1	70,35	70,66	70,29	70,43
2	71,44	71,75	71,08	71,42
3	70,97	71,12	70,81	70,97
4	71,76	71,90	71,51	71,72
5	71,52	71,92	71,74	71,73
6	71,27	71,75	71,45	71,49
7	71,19	71,57	71,27	71,34
Média Total		71,30		

Para a determinação do MPa no ensaio de compressão simples dá-se pela equação 1:

$$f_t = \frac{F}{S}$$

f_t = é a resistência à compressão simples, expressa em megapascals (MPa);

F= é a carga de ruptura do corpo de prova, expressa em newtons (N);

S= é a área de aplicação de carga, com as dimensões das faces de trabalho determinadas com a exatidão de 01 milímetro, sem a realização do desconto das áreas de furos ou reentrâncias.

✓ Para obtenção da área é a multiplicado a média da largura pela média do comprimento dividido por 2.

✓ A Norma 8492/2012 esclarece para efeitos de cálculo 1Mpa = 10 kgf/cm²;

✓ A tensão em MPa é a força em N dividida pela área em mm².

Portanto, os resultados obtidos no Ensaio de compressão simples segundo NBR 8492/2012:

CP	Comp. (mm)	Comp./2 (mm)	Larg. (mm)	Altura (mm)	Área (mm ²)	Carga de ruptura		
						Kgf (cm ²)	N	Tensão (MPa)
1	255,58	127,79	125,60	70,43	16050,21	50,28	80692,57	5,03
2	255,57	127,79	125,76	71,42	16070,03	64,01	102861,89	6,40
3	255,58	127,79	125,99	70,97	16100,47	58,34	93937,80	5,83
4	255,59	127,79	125,70	71,72	16063,62	52,70	84654,07	5,27
5	255,52	127,76	125,71	71,73	16060,28	58,96	94689,30	5,90
6	255,52	127,76	125,75	71,49	16065,18	61,51	98822,56	6,15
7	255,60	127,80	125,69	71,34	16063,18	56,55	90837,85	5,66
Média								5,75