

RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

RECYCLING OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE IN BRAZIL

Diogo Plachi Lopes¹

Gustavo Soares Santos²

Luiz Henrique de Brito Marcomini³

Ruan Aparecido de Melo⁴

Vinicius Augusto Pedroso⁵

RESUMO: Todos os segmentos da sociedade, preocupados com o meio ambiente e a escassez de recursos naturais, buscam por alternativas de crescimento mais sustentáveis. Em virtude da grande quantidade de resíduos descartados por ano, provenientes do consumo desordenado de matéria-prima, a reciclagem de resíduos é uma alternativa interessante na busca de um bem-estar ambiental. Um dos maiores desafios, para o técnico-científico, é transformar os resíduos descartados em matéria-prima dentro do seu próprio setor de atividade. Nesse contexto, a construção civil, responsável por grande parte dos resíduos gerados, empenha-se em pesquisas de desenvolvimento para padronização da reciclagem (RCD), atividade originada após a segunda guerra mundial, em 1946, os entulhos das cidades devastadas, eram utilizados como agregado na confecção do concreto, porém sua difusão e desenvolvimento, ocorreram com mais afinco na última década. No panorama atual, visando à conservação do meio ambiente, todo o polo tecnológico atenta-se para o desenvolvimento totalmente sustentável, com menor índice de degradação aos recursos naturais. Diante deste conceito, pretende-se, com esta pesquisa, apresentar um estudo da situação atual da reciclagem de resíduos de construção civil no Brasil, com estatísticas de crescimento, comparativos de mercado e viabilidade do reuso desse agregado oriundo da reciclagem.

926

Palavras-chave: Reciclagem. Resíduos de construção civil. Sustentabilidade. Viabilidade do reuso.

ABSTRACT: All segments of society, concerned about the environment and the scarcity of natural resources, are looking for more sustainable growth alternatives. Due to the large amount of waste discarded per year, resulting from the disorderly consumption of raw materials, waste recycling is an interesting alternative in the pursuit of environmental well-being. One of the greatest challenges, for the technical-scientific, is to transform discarded waste into raw material within their own sector of activity. In this context, civil construction, responsible for a large part of the waste generated, engages in development research for the standardization of recycling (RCD), an activity that originated after the Second World War, in 1946, the rubble of devastated cities was used as aggregate in the manufacture of concrete, but its diffusion and development occurred more diligently in the last decade. In the current scenario, with a view to conserving the environment, the entire technological center pays attention to fully sustainable development, with a lower rate of degradation of natural resources. In view of this concept, the aim of this research is to present a study of the current situation of civil construction waste recycling in Brazil, with growth statistics, market comparisons and feasibility of reusing this aggregate from recycling.

Keywords: Recycling. Construction waste. Sustainability. Reuse feasibility

¹ Engenheiro Civil. Mestrando em Ciência e Engenharia de Materiais- UNIFAL/MG.

² Engenheiro Civil. Mestrando em Ciência e Engenharia dos Materiais – UNIFAL/MG.

³ Engenheiro Civil -Libertas Faculdade Integradas.

⁴ Engenheiro Civil. Mestre em Estruturas e Construção Civil – UFSCAR/SP.

⁵ Engenheiro Civil. Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho. Mestrando em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente-UEMG.

1. INTRODUÇÃO

O consumo dos recursos naturais está diretamente relacionado ao crescimento populacional e as necessidades provenientes desse. O setor da construção civil representa cerca de 30% de todos os resíduos gerados no mundo, no Brasil são 14,5%, comparando aos resíduos sólidos esse percentual é ainda maior, de 40 a 70%.

A quantidade de matéria-prima consumida desde sua retirada, passando pela montagem, utilização e por fim demolição faz do setor um dos maiores degradadores do meio ambiente. Em contrapartida é o setor com maior investimento na inovação tecnológica e desenvolvimento de gerenciamento dos resíduos, considerado um dos elos fortes nessa cadeia produtiva.

A reciclagem dos resíduos da construção civil, sem dúvida, é a melhor alternativa para conservação do meio ambiente, além de reduzir os custos para disposição desses resíduos, diminui significativamente os depósitos clandestinos de entulho. As pesquisas focam não apenas em reduzir sua geração, como também viabilizar seu reuso, disposição adequada e sustentável, além de inclusão de valor de mercado a esses materiais.

No Brasil, a reciclagem (RCD), expandiu-se entre o setor da construção civil na última década, porém o índice do reuso desse material ainda é de pequeno vulto, devido a problemas com a padronização dos processos de reciclagem, que garantem ao agregado características adequadas para o uso nas diversas áreas da construção.

A questão, considerada problema pelos pesquisadores é a disposição inadequada desses materiais, que por consequência traz prejuízos econômicos, sociais e ambientais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O início da reciclagem (RCD) no Brasil

Com a publicação na resolução 307 do CONAMA, em 2002, as empresas passaram a ser responsáveis pelos resíduos gerados, contudo pesquisas mostram que em 1986 já haviam usinas de reciclagem instaladas no Brasil (MIRANDA, L.F.R et al., (2009)).

Pinto (1986) realizou as primeiras pesquisas científicas com reciclados (RCC) em argamassas, Levy (1997) e Zordan (1997) em argamassas e concreto. As primeiras usinas de reciclagem instaladas foram: em São Paulo, SP (1991), em Londrina, PR (1993), e em Belo Horizonte, MG (1994).

Em 2000, pesquisas sistemáticas foram desenvolvidas para o uso do RCD, como variabilidade dos agregados (ANGULO, 2000), uso de agregados reciclados em argamassas

(MIRANDA, 2000, 2005), concretos pré-moldados (BUTLER, 2003; SOUZA, 2001) e concretos em geral (ALTHEMAN, 2002; ANGULO, 2005; LEITE, 2001).

Em 2002, a reciclagem ganhou força extra. Começaram as implantações dos planos de gerenciamento de RCD em canteiros, e normas técnicas foram elaboradas por Comitês Técnicos e publicadas pela ABNT em 2004, conforme descrito na Figura 01.

Figura 01 – Normas técnicas relativas à RCD.

Norma	Nome
NBR 15113:2004	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR 15114:2004	Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR 15115:2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos
NBR 15116:2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos

Fonte: ABRECON (2015).

2.2 - Classificações quanto à composição

Numa linguagem técnica, o Resíduo da Construção e Demolição (RCD) ou Resíduo da Construção Civil (RCC) é todo resíduo gerado no processo construtivo, de reforma, escavação ou demolição. É classificado em grupos:

Grupo 1 - Materiais compostos de cimento, cal, areia e brita: concretos, argamassa, blocos de concreto.

Grupo 2 - Materiais cerâmicos: telhas, manilhas, tijolos, azulejos.

Grupo 3 - Materiais não recicláveis: solo, gesso, metal, madeira, papel, plástico, matéria orgânica, vidro e isopor. Desses materiais, alguns são passíveis de serem selecionados e encaminhados para outros usos. Assim, embalagens de papel e papelão, madeira e mesmo vidro e metal podem ser recolhidos para reutilização ou reciclagem.

2.3 Destinação dos resíduos

Os resíduos após o processo de reciclagem voltam a ser utilizados nas obras de construção civil como agregado. A qualidade e dimensões definem seu uso adequado. Na comparação técnica o resíduo reciclado mantém-se eficiente igualmente ao convencional.

Alguns exemplos de utilização são: pavimentação, confecção de concreto e argamassa, reforço de aterros, preenchimento de valas, e outros, conforme Figura 02.

Figura 02 – Uso dos resíduos reciclados.

PRODUTO	USO RECOMENDADO
Areia reciclada	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco reciclado	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
Brita reciclada	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
Bica corrida	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos.
Rachão	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

Fonte: ABRECON (2015).

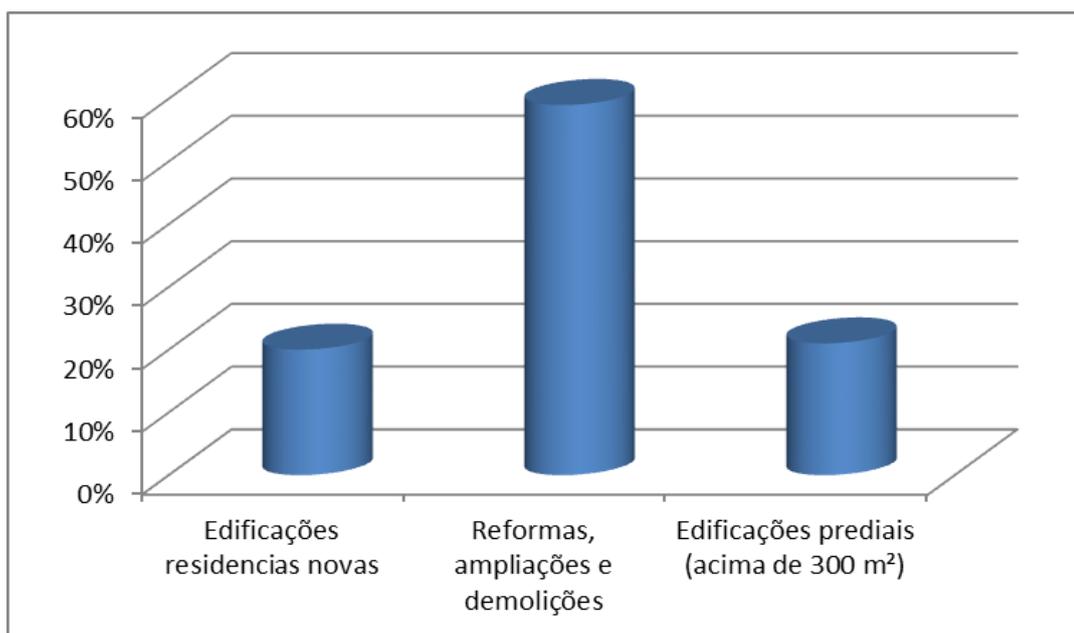
ORIGENS DOS RESÍDUOS

No Brasil o desperdício de materiais no setor da construção é da ordem de 30%, fazendo com que o custo seja elevado e aumentando a quantidade de resíduos gerados.

Na origem dos resíduos nos municípios brasileiros, predominam as reformas, ampliações e demolições com 59%, em conformidade com os dados extraídos de Pinto e Gonzales (2005) e apresentados na Figura 03.

929

Figura 03 – Origem dos resíduos gerados nos municípios brasileiros.



Fonte: ABRECON (2015).

23. Organização

Em 2009, já existiam instaladas 48 usinas de reciclagem (RCC), metade dessas eram públicas, o volume de reciclados estava próximo de 4,8%, havia previsão para crescimento do mercado de usinas móveis.

Em total expansão, ganhou força à correta gestão e reciclagem de RCD, com a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos nº 12305 (02/08/2010), regulamentada pelo Decreto Presidencial nº 7404 (23/12/2010).

Em 2011 houve a necessidade da criação de uma associação, ABRECON – Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos de Construção Civil (RCC) e Demolição (RCD), com o objetivo de mobilizar o governo e a população quanto ao sério e o descarte irregular dos resíduos, oferecendo soluções sustentáveis para o setor da construção civil, no momento ápice de sua produtividade. A ABRECON representa o setor da reciclagem dos RCD, aprimorando projetos, leis e programas.

O objetivo foi relatar a situação real no Brasil, relativo à reciclagem de resíduos de construção civil e demolição (RCD), com intuito de incentivar a prática de atividades sustentáveis e a reutilização de materiais do setor da construção.

Demonstrar graficamente o crescimento dessa atividade, sua capacidade e geração de RCD, localidades onde estão instaladas, quantitativo de pessoas que trabalham com a atividade, tipos de consumidores, incidência dos ensaios técnicos. Apontar benefícios e prejuízos, relativos à atividade.

930

4. METODOLOGIA

Esse trabalho apresenta dados da ABRECON – Relatório Setorial Anual 2021/2022, a pesquisa realizada pela ABRECON compreende o período de junho de 2021 a setembro de 2022, foram coletados relatórios de 105 empresas.

Os dados coletados abordam o panorama atual da situação das usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil; aumento na instalação de usinas; sua capacidade de reciclagem; seu volume real de reciclados/mês; clientes em potencial; aspectos positivos e negativos predominantes na atividade.

5. ANÁLISES DE RESULTADOS

Apresentação e comentários dos resultados obtidos na pesquisa para definição de parâmetros

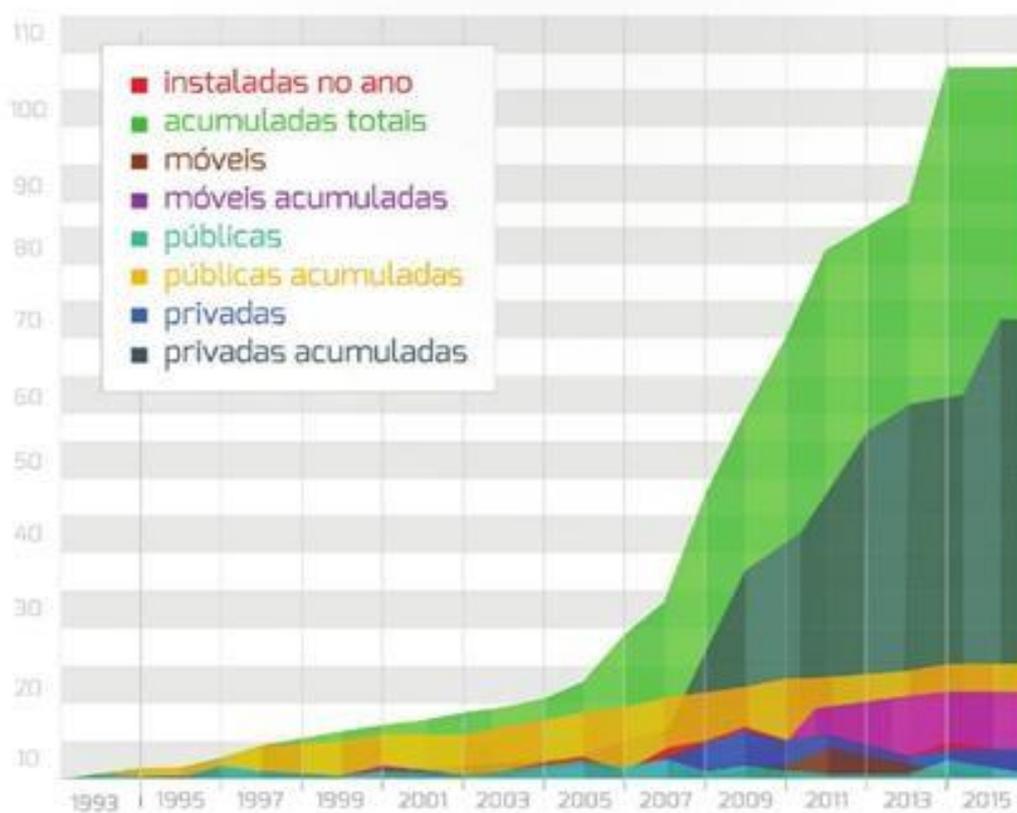
relativos ao desenvolvimento das atividades de reciclagem (RCD).

5.1 - Quantitativo das usinas instaladas

O levantamento em 2002 aponta a existência de 16 usinas de reciclagem de RCD em funcionamento. O crescimento da instalação dessas usinas chegou a três novas unidades por ano, após a publicação na resolução 307 do CONAMA (MIRANDA, L.F.R, et. al., 2009).

Com a expansão do setor, entre 2008 e 2013, esse percentual atingiu 10,6 novas unidades a cada ano, porém após avanço, entre 2013 e 2015, houve estagnação do percentual, conforme ilustrado na Figura 04.

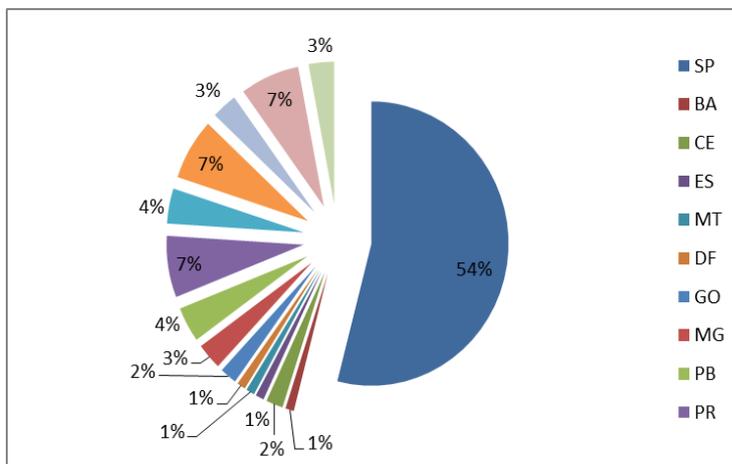
Figura 04 – Quantitativo de usinas instaladas ao longo dos anos, adaptado de Miranda, at al., 2009.



4.2 - Localização das usinas de RCD no território brasileiro

Catalogadas existem mais de 300 usinas de reciclagem de RCD, incluindo usinas localizadas na Região Norte (Acre, Amazonas), contudo na Figura 05, está representada apenas a distribuição das 105 usinas que participaram da pesquisa.

Figura 05 – Porcentual de localização das usinas de RCD, no território brasileiro.



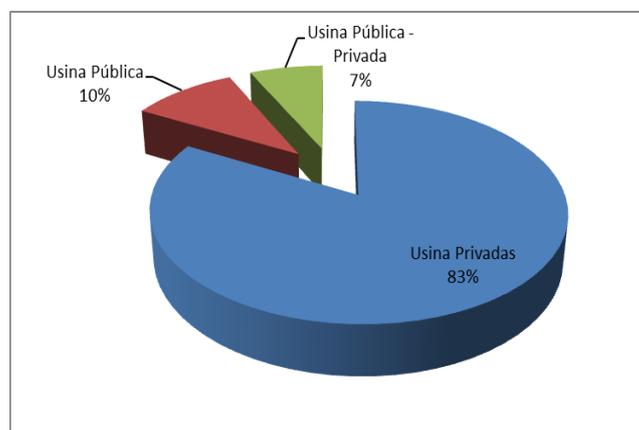
Fonte: ABRECON (2015).

O estado de São Paulo tem o maior porcentual de usinas de reciclagem de RCD, 54%, em comparação aos demais estados, isso devido ao alto índice de desenvolvimento do setor da construção civil, maior fiscalização relativo à destinação de resíduos, dentre outros fatores como o preço elevado de matéria-prima.

5.3. Usinas de reciclagem pública ou privada

Miranda et al., 2009, demonstrou que as usinas de reciclagem (RCD) privadas foram em maior número, desde 2002. Seu levantamento permanece coerente, com o decorrer dos anos, as usinas públicas não ultrapassam a 15% do total de usinas privadas, essas alcançam os 83% do total, conforme descrito na Figura 06.

Figura 06 – Porcentual de usinas públicas e privadas.



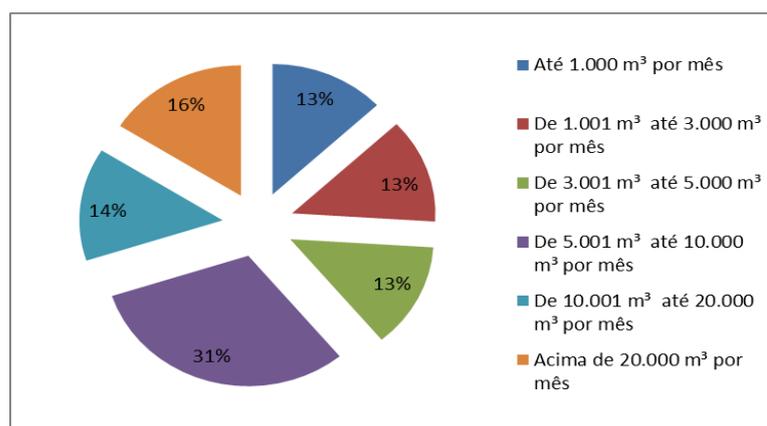
Fonte: ABRECON (2015).

Os benefícios das usinas para os municípios são diversos, dentre os quais redução de custos com a limpeza para retirada de entulhos, disposição de resíduos de RCD, aquisição de agregados para obras e afins. Porém a estatística é contrária, devido à burocracia com a legislação e legalização, desvio de recursos para tal finalidade, mão de obra especializada escassa, atrasos na manutenção de maquinário, mudança de governantes (MIRANDA, et. al., 2009).

5.4 - Capacidade e geração das usinas de RCD

No Brasil, (Figura 07), as usinas apresentam capacidade média de geração de materiais reciclados, entre 5.000 m³ e 10.000 m³ / mês, fato que contradiz a concentração de usinas nas cidades de grande porte, onde a quantidade de resíduos é elevada, por consequência deveriam contar com as usinas de maior potencial de geração, acima de 20.000 m³ / mês.

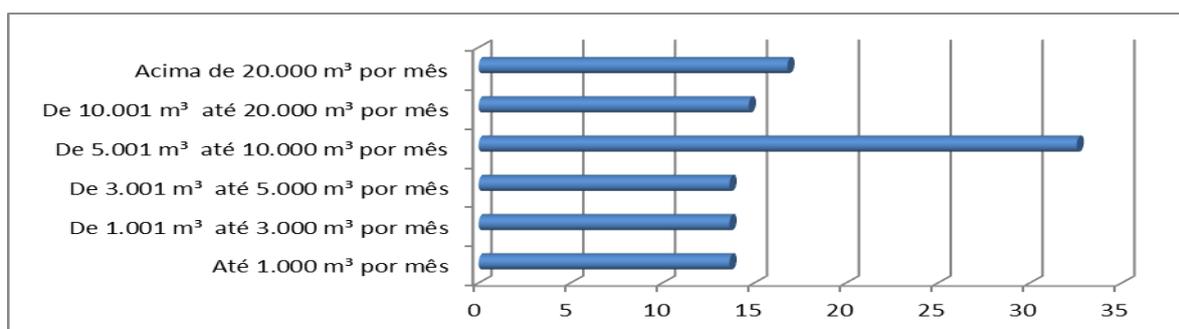
Figura 07 – Porcentual relativo à capacidade de geração de RCD.



Fonte: ABRECON (2015).

Em números, essas usinas representam 33 unidades, (Figura 08), enquanto que nas demais faixas de capacidade de geração listadas, a média é de 15 unidades.

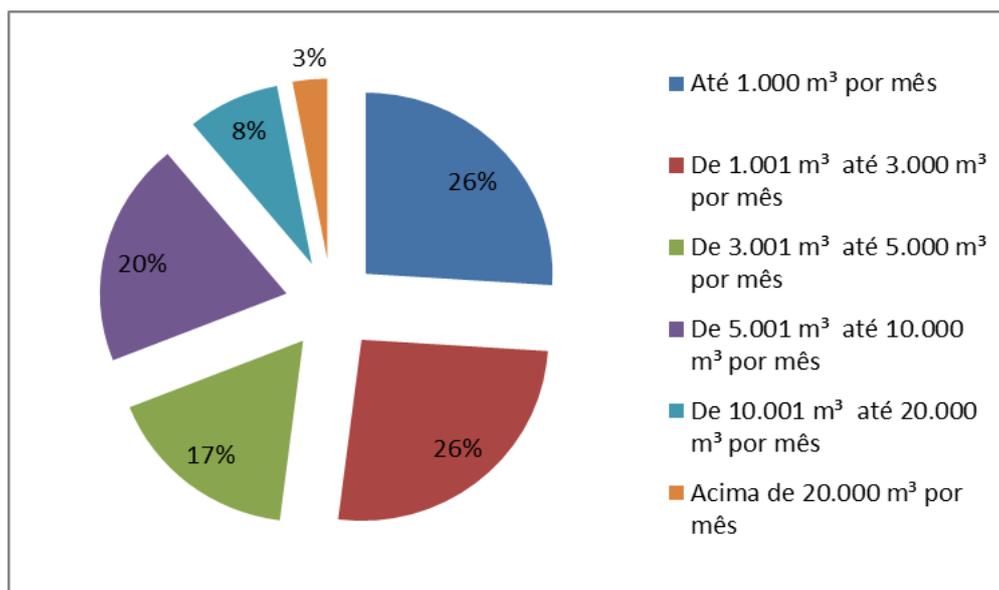
Figura 08 – Quantitativo em relação ao total.



Fonte: ABRECON (2015).

A maior parte das usinas, 52%, gera atualmente, entre 1.000 m³ e 5.000 m³ / mês, (Figura 09). Quando comparamos o índice médio de geração com o percentual médio em capacidade, revelamos uma negligência, as usinas de reciclagem (RCD) estão produzindo em média, apenas 50% de sua capacidade em potencial.

Figura 09 – Percentual relativo à produção geração de RCD.



Fonte: ABRECON (2015).

Segundo as usinas de RCD, essa negligência apresenta algumas justificativas como: ação de intempérie, manutenção tardia dos maquinários, falta de matéria- prima, baixo valor de mercado, mão de obra escassa.

De acordo com Pinto (1999), a produção de RCD no Brasil é de 500 kg/hab. Considerando o censo de 2014 o número de brasileiros era de 202.033.670. A estimativa é que a quantidade de RCD gerada anualmente seja de 84.180.696 m³ / ano. Obs.: massa unitária do RCD, 1200 kg/m³.

5.5 - Situação das usinas de reciclagem no Brasil

Atualmente cerca de 70% das usinas de reciclagem (RCD) instaladas no país estão operando plenamente, conforme Figura 10. Porém esse percentual não correlaciona à quantidade de reciclados gerados. Comparando o percentual de usinas operantes (74%) e seu percentual de geração (50%), obtemos outro índice, apenas 37% das usinas instaladas operam plenamente.

Figura 10 – Situação das usinas de reciclagem no Brasil.



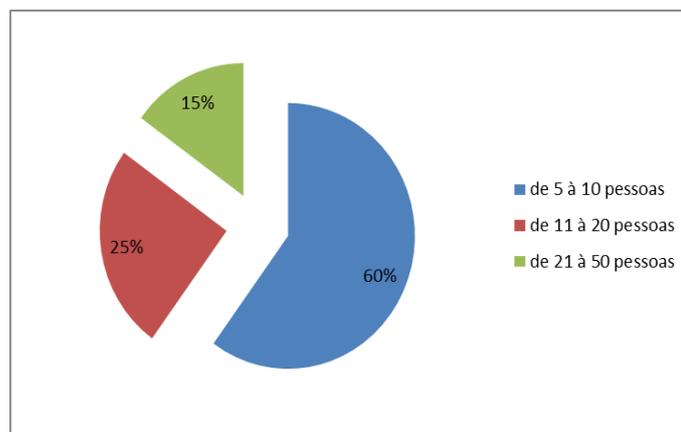
Fonte: ABRECON (2015).

5.6 - Funcionários envolvidos na reciclagem

As usinas de reciclagem com atividade exclusiva apresentam em sua maioria, poucos funcionários, entre 05 e 10 pessoas, (Figura 11), mostrando que para operação de uma usina a demanda de mão de obra é baixa. Indicando que mesmo nas cidades de pequeno porte, essa atividade é viável.

936

Figura 11 – Porcentual de funcionários nas usinas.



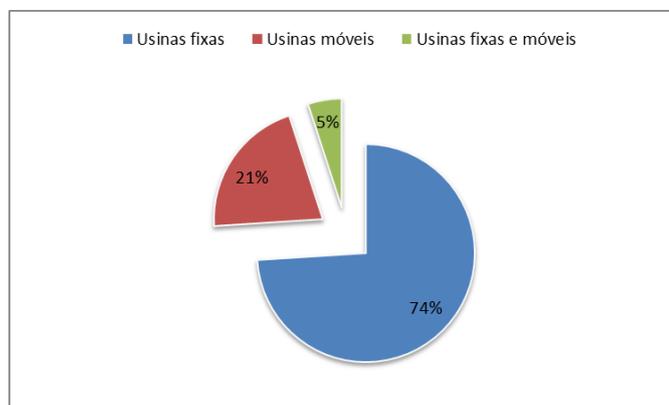
Fonte: ABRECON (2015).

As usinas com mais de 20 funcionários, executam serviços correlacionados a reciclagem (RCD). Isso se descreve devido à expansão dessa atividade, muitos setores se viram convidados a participar desse grupo, interessados em ampliar seus negócios ou viabilizá-los economicamente.

Os índices definem como maioria as usinas fixas, (Figura 12), porém em

contrapartida, a quantidade de usinas móveis cresce a cada ano.

Figura 12 – Porcentual dos tipos de usinas.



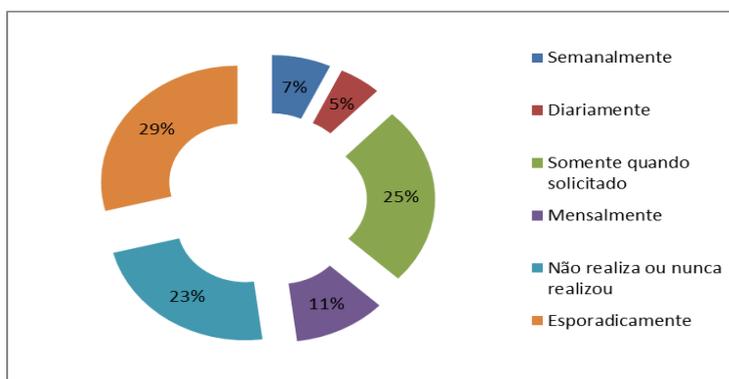
Fonte: ABRECON (2015).

As usinas móveis possuem características que as colocam em vantagem, comparadas às fixas. Apresentam flexibilidade e mobilidade em locação, baixa quantidade de mão de obra, não necessitam receber os resíduos, nem tão pouco procurar mercado de venda.

5.8 Ensaio técnico para padronização dos resíduos reciclados

Uma maior utilização do agregado reciclado no Brasil depende do desenvolvimento de ensaios tecnológicos. Não faz parte do cotidiano das usinas de reciclagem (RCD) realizar ensaios para melhorias e padronização do produto gerado. A maior parte das empresas realizam os ensaios apenas quando solicitada pelo consumidor (25%), uma pequena parcela (7%), realiza ensaios de controle tecnológico para obtenção de qualidade do material produzido. Figura 13.

Figura 13 – Porcentual da realização dos ensaios tecnológicos.



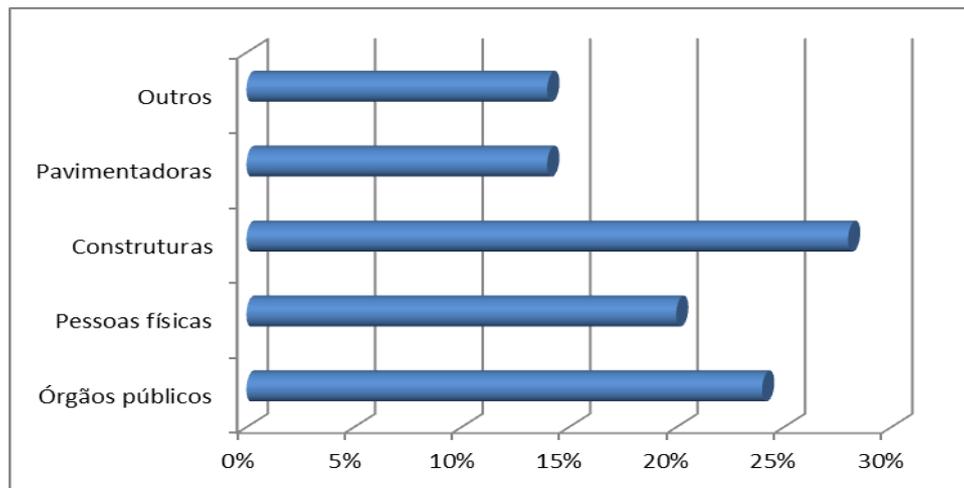
Fonte: ABRECON (2015).

5.9 - Principais clientes para venda do agregado

O maior cliente para os produtos reciclados são as construtoras (Figura 14), essas buscam economia para a construção de imóveis, visam maior margem de lucros.

Órgãos Públicos deveriam incentivar o uso desses materiais, fazendo com que fosse obrigatório em licitações públicas, tornando-se o principal cliente consumidor, porém a corrupção e troca de favores não permitem.

Figura 14 – Porcentual de clientes para venda do agregado.



Fonte: ABRECON (2015).

5.10 - Aspectos positivos e negativos à atividade

A pesquisa setorial realizada pela ABRECON é importante ferramenta para verificar o atual panorama da reciclagem de resíduos (RCD) no Brasil, aponta as principais questões a serem priorizadas para possíveis melhorias.

Com base na última pesquisa, as características predominantes das usinas são: maior número pertence ao setor privado, possuem de 5 a 20 funcionários, realizam atividades correlacionadas à reciclagem de RCD.

Os aspectos positivos são: crescimento, ainda que pequeno, dos resíduos reciclados e de mercado. A maior parte das empresas almeja ampliar seus negócios nos próximos anos.

Os aspectos negativos são: falta de apoio dos órgãos públicos, para incentivo no uso de materiais reciclados, a não fiscalização de triagem e disposição dos RCD, a tributação aplicada sobre os serviços e produtos desse setor.

As normas não garantem a homogeneidade dos agregados reciclados, nem sua aceitação no mercado. O custo do controle de qualidade é baixo, é necessário implantar um programa de controle tecnológico para garantir a qualidade do material reciclado e maior produtividade; divulgação das usinas existentes, do material produzido, da utilização desse produto nas diversas obras do setor de construção; aumento na fiscalização de disposição do RCD; revisão a carga tributária imposta aos serviços e produtos do setor, um dos maiores impedimentos para a ampliação dos negócios.

CONSIDERAÇÕES

Devido a grande quantidade de RCD gerada e a sua disposição ilegal, que pode ser entre 20 e 50% do gerado nas cidades sem política adequada para este resíduo, eles são um problema sério nas médias e grandes cidades brasileiras.

A redução da geração deste resíduo é complexa, e somente pode ser atingido no médio ou longo prazo. A reciclagem dos resíduos de construção e demolição é viável do ponto de vista técnico e ambiental.

Os grandes desafios à viabilidade técnica e econômica da reciclagem de RCD no Brasil ainda são as resistências culturais, a ilegalidade, a participação do poder público na adoção de medidas que intensifiquem o consumo de agregados reciclados e a destinação correta dos resíduos. Para que esta meta seja atingida, são necessárias políticas públicas consistentes, abrangendo as áreas de legislação, pesquisa e desenvolvimento, legislação tributária e educação ambiental.

REFERÊNCIAS

ABRECON - www.abrecon.org.br. **Relatório Pesquisa Setorial 2021/2022.**

ANGULO, S. C. **Variabilidade de Agregados Graúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados.** 2000. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113, NBR 15114, NBR 15115, NBR 15116:** agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Rio de Janeiro, 2004.

LEVY, S, M.; HELENE, P.R.L. **Reciclagem de entulhos na construção civil e a solução política e ecologicamente correta.** In: Simpósio Brasileiro de Tecnologias de Argamassa, 1º, Goiânia, Brasil. Agosto 1995 Anais. Goiânia, PP 315-325.

LEVY, S. M. **Reciclagem do Entulho de Construção Civil para Utilização como Agregado de Argamassas e Concretos.** São Paulo, 1997. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

MIRANDA, L. F. R. (2009). **A Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil: 1986 – 2008.** Revista Ambiente Construído. Porto Alegre. v.9,n.1, p.57-71. jan./mar.

da Construção Urbana. São Paulo, 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, T. P. P. **Utilização de Resíduos de Construção: estudo do uso em argamassas.** São Paulo, 1986. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1986.

PINTO, T. P.; GONZALES, J. **Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil: manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios.** Brasília: Caixa, 2005. v. 1, 196 p.

ZORDAN, S. E. **A Utilização do Entulho como Agregado, na Confecção do Concreto.** Campinas, 1997. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.