

FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO
MBA SANEAMENTO AMBIENTAL

MARIO COSTA DA SILVA FILHO

Resíduos da Construção Civil: reciclagem e aproveitamento

São Paulo

2021

Mario Costa da Silva Filho

Resíduos da Construção Civil: Reciclagem e aproveitamento

Artigo científico apresentado à Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de especialista Master in Business Administration Saneamento Ambiental, sob a orientação da Profa. Dra. Tathiana Chicarino.

São Paulo

2021

Catálogo-na-Publicação – Biblioteca FESPSP

628.4458

S586r Silva Filho, Mario Costa da.

Resíduos da construção civil : reciclagem e aproveitamento /
Mario Costa da Silva Filho. – 2021.

35 p. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Tathiana Chicarino.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização: MBA em
Saneamento Ambiental) – Fundação Escola de Sociologia e
Política de São Paulo.

Bibliografia: p. 34-35.

1. Resíduos. 2. Construção. 3. Demolição. 4. Sólidos. 5.
Aproveitamento. I. Chicarino, Tathiana. II. Título.

Mario Costa da Silva Filho

Resíduos da Construção Civil: reciclagem e aproveitamento

Artigo científico apresentado à Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de especialista Master in Business Administration Saneamento Ambiental, sob a orientação da Profa. Dra. Tathiana Chicarino.

Data de aprovação:

_____/_____/_____.

Banca examinadora:

Nome do (a) professor (a), titulação,
Instituição e assinatura.

Nome do (a) professor (a), titulação,
Instituição e assinatura

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e por tudo de bom com que a tem preenchido; aos meus pais pelo amor, suporte e apoio contínuos, pela educação, incentivo e por tudo o que já investiram em mim para que eu chegasse até aqui.

Agradeço aos professores do curso que, ao compartilhar seu conhecimento e experiência, me deram a oportunidade de fazer esta especialização, também a Sabesp pelo incentivo e patrocínio do curso.

A Profa. Dra. Tathiana Chicarino que me orientou para o desenvolvimento deste trabalho.

E agradeço a minha amada esposa Suzana por todo amor, carinho, compreensão, paciência e suporte que me ofereceu durante todo o curso e pelo incentivo enquanto desenvolvia este trabalho.

O significado das coisas não está nas coisas em si, mas sim em nossa atitude com relação a elas. (Exupéry, Antoine de Saint, 1943)

RESUMO

Este artigo objetiva descrever os principais métodos e equipamentos de separação dos Resíduos da Construção Civil (RCC) e sua transformação em materiais que substituem, em todo ou em parte, a matéria prima utilizada. Através da abordagem dos processos de tratamento e tecnologias aplicadas para atingir este fim, apresentar alguns produtos resultantes no processo e aplicabilidade nas construções em geral, que resultam em grande impacto com a redução significativa no volume de resíduos sólidos urbanos (RSU) dos municípios, tornando possível o aproveitamento dos mesmos; também apresentar alguns projetos em andamento nos municípios que no esforço conjunto do poder público e sociedade obtiveram bons resultados com a formação de mercado consumidor dos materiais reciclados.

Palavras-chave: Resíduos. Construção. Demolição. Sólidos. Aproveitamento. Reciclagem

ABSTRACT

This article aims to describe the main methods and equipment for separating Civil Construction Waste (CCW) and its transformation into materials that replace, in whole or in part, the raw material used. Through the approach of treatment processes and technologies applied to achieve this end, present some products resulting in the process and applicability in general constructions, which result in a great impact with the significant reduction in the volume of municipal solid waste (MSW) in the municipalities, making possible to take advantage of them; also to present some projects in progress in the municipalities that in the joint effort of the public power and society have obtained good results with the formation of a consumer market for recycled materials.

Keywords: Waste. Construction. Demolition. Solids. Use. Recycling

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1 – Alimentador vibratório.....	pág. 17
Figura 2 – Britador de mandíbula.....	pág. 17
Figura 3 – Britador de impacto.....	pág. 18
Figura 4 – Separadores magnéticos.....	pág. 18
Figura 5 – Peneira vibratória.....	pág. 19
Figura 6 – Moinho.....	pág. 19
Figura 7 – Usina de reciclagem de Jundiaí.....	pág. 25
Figura 8 – Equipamentos da Usina de reciclagem de Piracicaba.....;	pág. 27
Figura 9 – Usina de reciclagem de Canoas.....	pág. 29
Figura 10 – Usina de reciclagem de RCD em Pampulha, Belo Horizonte.....	pág. 30

LISTA DE ABREVIATURAS

Const.	Construção
Dra.	Doutora
Pág.	Página
Prof.	Professor
Profa.	Professora

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira para reciclagem de resíduos da construção civil e demolição
CIP	Catálogo-na-publicação
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CCW	Civil Construction Waste
CDW	Construction and Demolition Waste
ESP	Escola de Sociologia e Política
FaBCI	Faculdade de Biblioteconomia e Ciência da Informação
FESPSP	Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo
GERESOL	Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
MBA	Master in Business Administration
PEVS	Pontos de entrega voluntária
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEDEMA	Secretaria Municipal de Defesa do Meio Ambiente
SINDUSCON	Sindicato das Indústrias da Construção Civil
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Hipóteses	13
1.2 Justificativa	13
2. DESENVOLVIMENTO	14
2.1 Definição e Classificação dos Resíduos da Const. Civil	14
2.2 RCD no Brasil	15
2.3 Etapas e equipamentos	16
2.4 Usinas de RCD	19
2.4.1 Usinas Móveis	20
2.4.2 Usos dos materiais reciclados	21
2.4.3 Materiais da construção civil que podem ser reciclados	21
2.5 Holanda: um exemplo a ser seguido	23
2.6 Brasil: cidades que reciclam e reaproveitam RCD	24
2.6.1 Jundiaí	24
2.6.2 Piracicaba	26
2.6.3 Canoas – Porto Alegre	28
2.6.4 Belo Horizonte	29
2.7.1 Materiais da construção civil que podem ser reciclados	30
2.7 Vantagem da Reciclagem na Construção Civil.....	31
3. CONCLUSÃO	32
4. REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência do desenvolvimento econômico e populacional houve também uma crescente demanda do setor imobiliário e, em consequência, o aumento do número de edificações, o que gera resíduos sólidos provenientes da construção civil que é o setor responsável pela parcela predominante da massa total dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e pelo consumo de maior volume de recursos naturais do planeta, tornando prioridade a reciclagem dos mesmos (MIRANDA, L.F.R., 2020).

O desenvolvimento socioeconômico do Brasil tem se mostrado significativo e nas últimas décadas o setor da construção civil tem representado cerca de 6,2 % do PIB, faturando anualmente cerca de 1,1 trilhões de reais (SEBRAE, 2019).

A construção civil, portanto, movimenta a economia favorecendo a geração de empregos diretos e indiretos em todos os níveis sociais, além de produzir bens de consumo para a sociedade. Em consequência, um dos maiores problemas enfrentados pelo setor é a geração de resíduos e disposição irregular e inadequada dos mesmos, seja na execução de obras públicas, comerciais ou particulares.

Os Resíduos da Construção Civil (RCC), popularmente conhecidos como entulho, são resíduos compostos por vários tipos de materiais de construção misturados como argamassa, tijolo, pedra, areia, concreto, madeira, plástico, papel, tinta, metal, etc. e seu descarte irregular pode gerar muitos riscos sanitários (contaminação de rios e afluentes por produtos químicos, doenças por vetores) e ambientais (contaminação de lençóis freáticos e do solo); problemas econômicos como desperdício de materiais e energia; desvalorização das áreas utilizadas para destinação e comprometimento do sistema de drenagem.

Durante o processo de reformas e construções, a geração de resíduos e desperdício de materiais se faz evidente e, em caso de não existência de programas de gerenciamento destes materiais, o descarte irregular e deposições em locais clandestinos causa problemas de ordem econômica e ambiental aos municípios e população.

A Lei nº 11.445/2007 (Lei Nacional de Saneamento Básico) institucionaliza o planejamento dos serviços e estabelece os planos de saneamento municipais como instrumentos de gestão. A Lei nº 12.305/2010 que estabelece a Política Nacional de

Resíduos Sólidos (PNRS) reafirma o planejamento como instrumento fundamental, portanto os municípios devem elaborar e implementar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), sendo este plano condição para o acesso aos recursos da União. (Profa. Dra. Luciana Barreira APUD Elcires Pimenta Freire e Luciana Pranzetti Barreira. In: SILVA, Raimundo Pires. (Org.), 2015)

Este artigo objetiva apresentar em breves explicações os principais métodos e equipamentos de separação dos Resíduos da Construção Civil (RCC), a relevância do seu aproveitamento, bem como demonstrar exemplos da possibilidade de utilização deste material.

Os países que fazem o aproveitamento de resíduos de construção civil, por meio do processo de reciclagem, organizam de forma eficiente a coleta seletiva dos mesmos através de sistemas que facilitam o acesso a locais para deposição regulamentados pelas prefeituras e minimizam a problematização relativa ao descarte irregular e clandestino.

Assim como fez a Holanda, que conseguiu resolver de maneira eficaz essa questão serão apresentados alguns projetos em andamento em municípios do Brasil que no esforço conjunto do poder público e sociedade obtiveram bons resultados incluindo a formação de um pequeno mercado consumidor dos materiais reciclados.

Será utilizado como sinônimo de Resíduos da Construção Civil (RCC) o termo técnico Resíduos da Construção e Demolição (RCD) por ser mais semelhante com o termo internacionalmente utilizado “Construction and Demolition Waste” (CDW).

1.1 Hipóteses:

Qual o motivo de termos índices muito baixos de reciclagem e aproveitamento dos resíduos da construção civil? O poder público não está fornecendo os incentivos necessários? Falta um mercado consumidor? A população tem ciência da possibilidade do uso de materiais reciclados na construção civil?

1.2 Justificativa:

A construção civil é tida como a atividade econômica que mais gera resíduos em nossa sociedade atualmente, chegando a ser responsável por até 2/3 do que é gerado nos municípios (SINDUSCON/SP, 2012).

A falta de conhecimento sobre a reciclagem e a falta de esclarecimento do que se pode e como fazer para que os resíduos sejam reaproveitados e reciclados são os maiores obstáculos encontrados. Ampliar a reciclagem e explorar oportunidades para reutilizar esses resíduos em obras é um dos caminhos para reduzir essa problemática, evitando que esses materiais excedentes virem lixo e sejam depositados em qualquer lugar. Não faz sentido acumular resíduos de demolições e construções e continuar explorando recursos naturais, como areia e brita que são retiradas da natureza. Assim, o resíduo deve ser visto como uma oportunidade e não como um problema.

Na reciclagem de RCD, os processos de tratamento, equipamentos e máquinas utilizados, os elementos construtivos resultantes e a sua aplicabilidade nas construções agregam valor e trazem a percepção de que a utilização deste material é viável, geram o tão desejado mercado consumidor e consequente redução no volume de resíduos sólidos urbanos (RSU) dos municípios, através do aproveitamento dos mesmos a custos inferiores aos materiais primários.

2. DESENVOLVIMENTO:

2.1 Definição e Classificação dos Resíduos da Construção Civil

Os resíduos da construção civil são definidos segundo a Resolução Conama nº 307/2002 e suas alterações (nº 348/04, nº 431/11, nº 448/12 e nº 469/15):

Resíduos da construção civil: são os resíduos oriundos das atividades de construção, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, assim como os resultantes da preparação e da escavação de terrenos com presença ou não de vegetação. Abrangem diferentes tipos de materiais, como: tijolos; blocos cerâmicos; derivados de concreto; solos; rochas; metais; resinas; colas; madeiras; argamassa; gesso; telhas; vidros; plásticos; tubulações; fiações, rejeitos, entre vários outros. São, erroneamente, tratados como entulho de obra, calça ou metralha;

Esta resolução em seu Art. 3º aliada as alterações nas resoluções nº 348/04, nº 431/11 e 469/15 classificam estes resíduos em:

Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, 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;

Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação;

Classe D – são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde”.

2.2 RCD no Brasil:

No Brasil são gerados, em média, 0,52 toneladas de RCD por habitante ao ano, o que representa cerca de 54 a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos, ocasionando o esgotamento prematuro dos aterros (PINTO,1999).

Em locais clandestinos são descartados 70% dos resíduos de obras (SCHNEIDER, 2003).

Cálculos indicam que são gerados 68,5 milhões de toneladas de resíduos da construção anualmente no país (ÂNGULO et al., 2003).

A disposição irregular dos RCD além de sobrecarregar os sistemas de limpeza pública municipal podem gerar problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública (BRASIL, 2005b apud IPEA, 2012).

Estes dados deixam claro que a reciclagem de RCD é fundamental para a sustentabilidade na construção civil, daí a importância do conhecimento e divulgação das técnicas de reciclagem deste material que é abundante tanto nas demolições quanto em novas construções.

O arcabouço jurídico a respeito das ações necessárias já está formado, a Resolução nº 307 do CONAMA estabelece em seu Art. 1º diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais; os resíduos Classe A deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou, conforme determina o Art. 2º parágrafo IX na nova redação dada pela Resolução 448/12, encaminhados a aterro de resíduos classe A de preservação de material para usos futuros.

Importante marco jurídico que fornece instrumentos para a gestão dos resíduos nos municípios é a LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Em seu Art. 1º dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Assim o caminho para a reciclagem de RCD está traçado.

2.3 Etapas e Equipamentos:

As principais etapas de reciclagem dos RCD compreendem o controle de qualidade do material recebido, pesagem, estocagem provisória para separação conforme a natureza do material e processamento através dos equipamentos de reciclagem.

Os principais equipamentos utilizados na reciclagem do RCD ou resíduos classe A são:

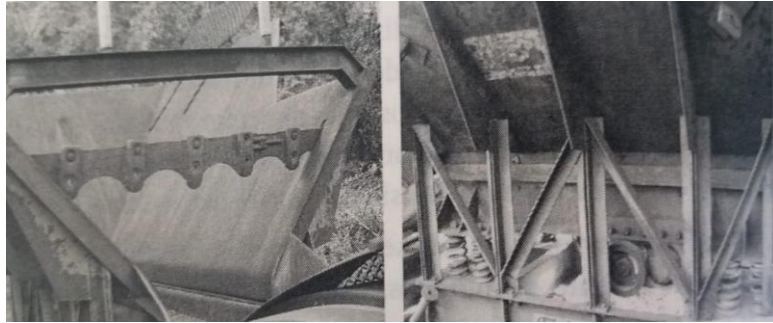
- Alimentador Vibratório:

É normalmente o primeiro equipamento no processo de reciclagem de RCD. É composto por uma mesa vibratória apoiada sobre molas, uma grelha para saída do material, tremonha e sobre-tremonha, motor elétrico e um eixo excêntrico duplo. O eixo excêntrico é o responsável pelo movimento horizontal e vertical da mesa vibratória, que causam uma força resultante inclinada em 45º, responsável pelo movimento das partículas (MIRANDA L.F.R., 2020 pag. 104).

Nele são depositados os materiais, geralmente através de uma pá carregadeira.

A grelha de saída ou descarga impede que partículas mais finas sigam para o britador, fazendo assim a pré-classificação do material.

Figura 1: Alimentador vibratório

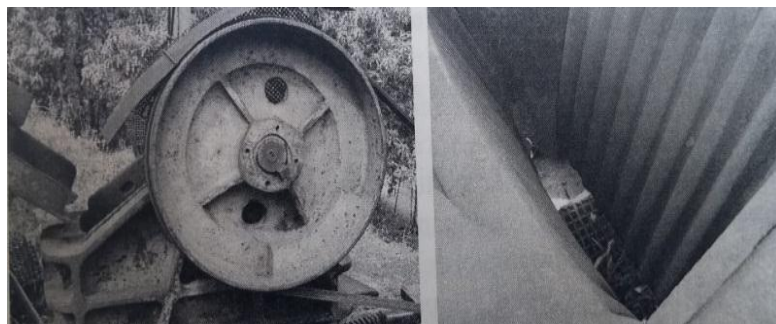


Fonte: MIRANDA, L. F.R., 2020, pag.104

- Britador de mandíbula:

O britador de mandíbulas é composto por uma mandíbula fixa e uma mandíbula móvel (oscilante). A superfície das mandíbulas podem ser planas ou ligeiramente curvadas com ranhuras pouco profundas. Quanto ao modo de operação: o material é triturado por compressão; a mandíbula móvel é acionada por uma excêntrica (250-400 oscilações /min); o material torna-se progressivamente menor, gerando-se pedaços suficientemente pequenos para cair pelo fundo da máquina (MIRANDA L.F.R., 2020 pag.109).

Figura 2: Britador de mandíbula



Fonte: MIRANDA, L. F.R., 2020, pág 111

- Britador de Impacto:

Nesse equipamento, as partículas são alimentadas ao britador e atingidas pelo impacto do rotor. Então são lançadas contra o revestimento onde sofrem faturamento adicional. Em geral as partículas recebem de uma a duas pancadas e

tendem a atravessar o equipamento rapidamente. O efeito do impacto é desprezível para partículas menores que 0,15mm. Dentro de certas limitações mecânicas, aumentando a velocidade do rotor, diminui-se a granulometria de saída (CHAVES, PERES,1999).

Figura 3: Britador de impacto



Fonte: Fonte: MIRANDA, L. F.R., 2020, pág 60

- Separadores Magnéticos:

Os separadores magnéticos são equipamentos colocados no processo de reciclagem, normalmente acima do transportador de correia, após o RCD passar pelo britador, com o intuito de remover a maior parte dos metais ferrosos presentes. (MIRANDA L.F.R., 2020 pag.107).

Figura 4: Separadores magnéticos



Fonte: MIRANDA, L. F.R., 2020, pág 108

- Peneira Vibratória:

Nela se faz a separação do material reciclado em frações granulométricas controladas. Esse equipamento é composto de chassi robusto apoiado em molas, mecanismo acionador, com 1 a 4 'decks' (suportes de telas) e que podem ser inclinados (15º a 35º) ou horizontais (CHAVES; PERES, 1999).

Figura 5: Peneira vibratória



Fonte: MIRANDA, L. F.R., 2020, pág. 114

- Moinho:

Nele se faz a fragmentação do material em dimensões com partículas abaixo de 2 mm e é efetuada mediante os mecanismos de abrasão, arredondamento das partículas e quebra de pontas (CHAVES; PERES, 1999 APUD MIRANDA F.R., 2020).

Figura 6: Moinho



Fonte: MIRANDA, L. F.R., 2020, pág 114

2.4 Usinas de RCD:

Na usina de reciclagem o RCD ao chegar passa por uma inspeção visual para confirmação do tipo de material. Caso haja muita contaminação o mesmo pode ser recusado, como fazem algumas usinas, ou seguir para a separação das diferentes classes de resíduos (A, B, C ou D); então, o resíduo Classe A é estocado provisoriamente conforme o tipo de material predominante, concreto, cerâmico ou argiloso, de forma a se obter uma melhor homogeneidade. Vale ressaltar que dos materiais separados do RCD, o concreto é o que origina o agregado reciclado de melhor qualidade.

Depois o material é lançado, através de pá carregadeira, no alimentador vibratório que despeja o material que ficou na grelha, já sem as partículas mais finas, diretamente no britador ou via transportador de correia. No britador o material é quebrado e reduzido em tamanhos menores. Esse processo também separa o ferro do concreto.

Os materiais britados são transportados para um contêiner de estocagem via esteira que passa por um separador magnético que remove os materiais ferrosos.

Após esse processo, o material pode ser separado em frações menores com a utilização de uma ou mais peneiras vibratórias.

2.4.1 Usinas Móveis:

Atualmente, além de minimizar a geração de resíduos na obra com técnicas de construção e utilização de novos materiais é de grande importância a separação do RCD já no local de geração. O ideal é que nas obras e demolições os resíduos sejam separados conforme o tipo de material e que usinas móveis façam a reciclagem do material na própria obra, alcançando assim, maior aproveitamento e qualidade do material obtido.

As usinas móveis são basicamente compostas por três componentes: um caminhão tipo Roll on Roll off, uma britadeira móvel, uma peneira rotativa móvel atracada no caminhão (MACHADO, GLEYSSON B., 2021).

Este tipo de usina é vantajoso devido à facilidade em se locomover para onde seu uso seja necessário, facilitando, inclusive o serviço do responsável pela obra.

“Entre as vantagens das usinas móveis, podemos citar:

- Sua mobilidade torna o empreendimento extremamente competitivo;
- Pode atuar em um ponto fixo ou atender grandes obras diretamente no local;
- Diminui custos de logística e construção de fundamento de base;
- Alta capacidade de adaptação geográfica do mercado;
- Versões a diesel ou energia elétrica;
- Pode ser locada completamente por empresas do setor;
- Alta capacidade de processamento” (MACHADO, GLEYSSON B., 2020).

2.4.2 Usos dos materiais reciclados:

Os materiais obtidos na reciclagem com possibilidade de uso são: areia reciclada, pedrisco, brita e rachão.

Segundo Miranda (2005) potenciais aplicações para a areia seriam em argamassas de assentamento, de revestimento e contra piso, onde ela teria a vantagem, além de seu menor custo, de não necessitar adicionar cal ou uma adição plastificante, uma vez que seu teor de finos já confere à massa trabalhabilidade suficiente, no preenchimento de valas para passagem de tubulações ou outros usos secundários. O pedrisco pode ser comercializado para fábricas de blocos de concreto e para alvenaria de vedação. A brita pode ser vendida para a produção de concretos não estruturais, drenos, preparação da base de pavimentos, estacionamentos, etc. O rachão pode ser utilizado como matéria-prima para fazer o piso da obra e obras de pavimentação. Estudos demonstram sua aplicabilidade para o aumento da capacidade de suporte do subleito em solo de fundo de vale, bem como para obras de drenagens e terraplanagem.

Duas recomendações são feitas sobre a comercialização de agregados reciclados:

- o consumidor deve ser informado corretamente sobre a diferença de comportamento em relação ao material natural, resistência, restrição quanto ao uso estrutural, possibilidade de aplicação, etc;
- é importante constar na nota fiscal de venda que o material vendido é reciclado e não serve para uso estrutural (MIRANDA, L. F.R., 2020, PÁG. 96).

2.4.3 Materiais da construção civil que podem ser reciclados:

A maioria dos resíduos de construção civil podem ser tratados e reciclados.

Os resíduos da Classe A podem ser triturados e utilizados como agregados, são os restos de tijolos, concreto, argamassa, pedras e cerâmicas. Normalmente esses materiais são transformados em rachão, brita ou areia e ficam bastante parecidos com os agregados naturais. Estes tipos de resíduos são os mais gerados na construção civil e podem ser reinseridos na atividade (MIRANDA, L.F.R., 2020).

“O concreto é considerado o material mais nobre encontrado em RCD, principalmente por sua composição conter elevado teor de material pétreo e pelo fato de poder ser então melhor reutilizado para produção de novos concretos” (MIRANDA, L. F.R., 2020).

Os materiais cerâmicos também podem ser reaproveitados.

“Geralmente, quando devidamente reciclados, os resíduos cerâmicos são aplicados em aterros ou construções, como bases e sub-bases de pavimentos e materiais de enchimento. Dependendo de sua composição química, podem ser finamente moídos e utilizados na correção de pH de solos. Em usos mais nobres, pode-se citar a fabricação de vasos ornamentais, tijolos maciços e argamassas não estruturais para assentamento de blocos, revestimento de paredes e contra pisos” (MIRANDA, L. F.R., 2020).

Os resíduos da Classe B também podem ser reciclados, porém, reutilizados de outras maneiras, não apenas para o mercado da construção. São a madeira, vidros, metal, gesso, papel e plástico.

Resíduos de madeiras geralmente são provenientes de paletes, componentes e formas. Antes era considerado um problema para as usinas de reciclagem, porém, atualmente, depois de processadas podem ser vendidas como cavaco e utilizadas em empresas ceramistas, nos fornos. É importante que ao chegarem esses materiais nas usinas, elas se informem sobre potenciais compradores para darem uma destinação correta e que também gere lucro (MIRANDA, L. F.R., 2020).

Resíduos de metais, geralmente são provenientes de armaduras de aço, sistemas elétricos e embalagens de produtos como o aço, alumínio, cobre e latão; quando a separação é simples eles são acumulados e enviados para empresas que comprem sucatas. Muitas vezes não compensa para a usina retirar esses resíduos, principalmente quando eles precisam ser separados manualmente, nos casos em que estejam presos em pilares, por exemplo, porque gera muito gasto, dispende muito tempo de serviço e mão de obra.

Os gessos são considerados um dos maiores problemas quando se fala em contaminação de RCD, pois não são reciclados e acabam se misturando a materiais como argamassa e concreto. Muitas usinas chegam a rejeitar materiais que aparecem com contaminação por gesso, pois fica inviável utilizá-los. (MIRANDA, L. F.R., 2020).

Porém, resíduos de gesso sem contaminação, que não estejam misturados a outros materiais podem ser reaproveitados e reciclados para a produção de novo gesso.

Já os materiais plásticos, geralmente embalagens, revestimento e tubos encontrados em locais de aterro de RCD tem baixa taxa de reciclagem ou aproveitamento, devido ao fato de existirem vários tipos de plástico e, na maioria sem identificação precisa, o que dificulta o reconhecimento de que possa ou não ser reciclado (MIRANDA L. F.R., 2020).

2.5 Holanda: exemplo a ser seguido

A Holanda é um dos países mais desenvolvidos do mundo quando se fala em processo de reciclagem de RCD. Cerca de 95% de RCD produzidos são reciclados, o que corresponde a 16,5 milhões de toneladas de agregados reciclados somente no ano 2000, sendo mais de uma tonelada por habitante por ano (PUT, 2001, APUD MIRANDA L. F.R., 2020).

O país se tornou referência em política de destinação do lixo em consequência dos altos custos que esse processo gerava devido ao pouco espaço existente para a construção e manutenção de aterros.

A Holanda possui característica geográfica e tamanho de território distintos, pois cerca de 30% de sua área total se encontra abaixo do nível do mar. Isso tornava inviável a escavação da terra para criação de aterros, além dos custos que ficariam muito altos. Daí surgiu uma real necessidade de implementar outras estratégias para aproveitar os materiais descartados em vez de apenas fazer o seu descarte.

Desde 1970, o governo holandês e empresários buscam e investem em soluções ambientais eficientes para o país que tem condições geográficas impróprias para o desperdício do lixo. € 250 são cobrados, por ano, de cada residência para que tenham um sistema de coleta e destinação eficaz. Há uma associação nacional que auxilia as municipalidades, responsáveis diretas pela remoção dos resíduos. E tanto o governo como os produtores são encarregados de dar destinação adequada do lixo (REDE BRASIL ATUAL, 2012).

O sucesso desse projeto só foi possível por causa de um programa muito bem elaborado em que governo, produtores e população estiveram envolvidos e

comprometidos. Foram criados programas de pesquisa para uso adequado e viável de agregados em pavimentação e em concretos, legislação específica para gerenciar a cadeia produtora de resíduos, bem como para legalizar o uso de maquinários. Houve incentivo a empresas particulares para que as mesmas se especializassem em reciclagem fornecendo critérios de aceitação e certificação de qualidade baseados em requisitos e critérios técnicos e ambientais (MIRANDA, L. F.R., 2020).

Cada município ficou encarregado de desenvolver sistemas de coleta, elaborar legislações pertinentes e estabelecer taxas para cada tipo de resíduo levando em consideração tamanho, peso e frequência de coleta. E, ao governo nacional fica a incumbência de fiscalizar se a destinação está sendo feita aos locais devidamente determinados.

Outro fator determinante para os bons resultados foi a responsabilidade compartilhada entre governo, cidadãos e iniciativa privada. Cada esfera cumprindo sua parte e assegurando a destinação correta dos resíduos.

2.6 Brasil: cidades que reciclam e reaproveitam RCD

2.6.1 Jundiaí:

O Brasil descarta todos os anos 100 milhões de toneladas de RCD que, se empilhados formariam 7 mil prédios de dez andares. Quando se fala em reciclagem, nosso país ainda tem muito que melhorar, pois apenas 21% dos resíduos produzidos no país são reciclados e reaproveitados, de acordo com a ABRECON.

Mesmo com essa baixa porcentagem nacional, temos cidades que chegaram a altos índices de reciclagem, como é o caso da cidade de Jundiaí, em São Paulo; atendendo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece prazo para os estados e municípios elaborarem e atualizarem seus planos de gestão de resíduos, desde 2013 ela consegue reciclar 100% de todo resíduo de construção civil produzido, cerca de 20 mil toneladas por mês.

Para conseguir atingir esse resultado, o município utiliza a tecnologia como sua maior aliada, usando um sistema de georreferenciamento que acompanha a gestão dos resíduos desde sua geração até o processo de reciclagem que é feita no GERESOL – Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da cidade.

A sistemática funciona com o gerador fazendo uma solicitação ao transportador sempre que precisa, o que gera um número personalizado que indica quem é o respectivo gerador e onde a caçamba se encontra. Quando ela está cheia, os resíduos são levados ao GERESOL onde é dada baixa no processo, sendo enviado email ao gerador finalizando o ciclo.

Os transportadores são devidamente cadastrados na prefeitura, monitorados por GPS e identificados com selo, o que permite o acompanhamento e fiscalização.

Todo material que chega ao GERESOL passa por triagem para separação e o que pode reciclar vai para a britadeira.

“O resíduo é transformado em seis subprodutos: pedra 1, pedra 3, pedrisco, brita corrida, areia e pó de pedra. Parte do material produzido a partir dos resíduos após processamento no Geresol é utilizado para cobertura de estradas não pavimentadas. Outra parte é reutilizada na produção de concreto, utilizado em obras públicas. A brita, por exemplo, é utilizada para a construção de calçadas, pavimentação de ruas, tubulações para saneamento básico e revitalização de espaços públicos” (BORGES, LEONARDO, 2019).

Outro fator importante que contribuiu para a redução de resíduos em Jundiaí foi o trabalho que a prefeitura fez de conscientização da população, além de intensificar as fiscalizações, o que ajudou a diminuir os descartes irregulares.

Figura 7: Mesa de triagem da usina SBR reciclagem em Jundiaí – SP. Imagem: Abrecon



Fonte: Disponível em: <https://autossustentavel.com/2019/11/jundiai-reciclagem-residuos-construcao-civil.html>. Acesso em: 31/05/2021.

2.6.2 Piracicaba:

Piracicaba é outra cidade de São Paulo que colocou em prática ações para minimizar a problemática de acúmulos de resíduos de construção civil, bem como de descarte irregular em seu território.

Situada a 170 km da capital paulista, a cidade possui uma usina de reciclagem pública de RCD. Comparada com outras usinas do Brasil, a de Piracicaba possui mais equipamentos, além de um processo de triagem dos resíduos em que funcionários de uma cooperativa fazem a separação dos materiais, com intuito de remover outros tipos de materiais misturados aos da Classe A, que são encaminhados para a reciclagem. Os que são separados como metais, madeiras, plásticos e papéis são vendidos pelos cooperados (MIRANDA LEONARDO F.R., 2020).

Como a usina detém muitos tipos de equipamentos e os funcionários cooperados para efetuarem a triagem, há uma variedade de produtos produzidos, sendo o agregado graúdo de predominância cerâmica utilizado em obras de pavimentação e o agregado miúdo é vendido para a população utilizar em assentamento de alvenarias (MIRANDA, L. F.R., 2020).

A prefeitura de Piracicaba, por meio da Secretaria Municipal de Defesa do Meio Ambiente – SEDEMA e em conjunto com outras secretarias elaborou o PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para instituir de forma adequada todo o processo de coleta, manejo, triagem e reciclagem dos RCD gerados nas obras de demolição e construção em geral, tanto de pessoas físicas quanto de pessoas jurídicas e indústrias (PIRACICABA, PREFEITURA MUNICIPAL).

Nele constam as características dos resíduos, geração (origem, volume/peso e método de cálculo: quantidade média mensal de produtos encaminhados para triagem e quantidade anual), sistema de coletas, transporte, forma de acondicionamento, logística, número de funcionários operadores, destinação final dos resíduos, definição de responsabilidades. Essa sistemática seria instituída para os variados tipos de resíduos a serem descartados e/ou reciclados, não apenas resíduos de construção civil. O plano englobou vários setores e produtos como resíduos eletroeletrônicos, pneus, pilhas e baterias, lâmpadas

fluorescentes, resíduos do serviço de saneamento etc (PIRACICABA, PREFEITURA MUNICIPAL).

Pontos importantes a serem citados que foram incluídos neste plano foram: programa de conscientização da população por meio de divulgação com folhetos, ímãs de geladeiras e orientação porta a porta, programas e ações de educação ambiental, execução de campanhas educativas sobre coleta seletiva, programas e ações de capacitação técnica, cursos e programas e ações para inclusão de grupos interessados como cooperativas, associações e pessoas de baixa renda.

A inclusão e orientação dadas à população foram muito importantes, pois foram disponibilizados pela prefeitura pontos específicos de coleta para cada tipo de resíduo, os chamados “ecopontos” e diversos outros pontos para descartes específicos com datas previamente agendadas para recolhimento dos mesmos (PIRACICABA, PREFEITURA MUNICIPAL).

O descarte de RCD nos ecopontos é gratuito e a população pode inclusive retirar algum material que possa ser útil, como restos de azulejos, tijolos e blocos, ainda em condições de aproveitamento e leva-los para casa.

O SEDEMA de Piracicaba oferece diversos serviços gratuitos à população para descarte de vários tipos de materiais, o que atrai a atenção e cria responsabilidade e atitudes coerentes nas pessoas (PIRACICABA, PREFEITURA MUNICIPAL).

Figura 8: Equipamentos da Usina de reciclagem de Piracicaba



Fonte: MIRANDA, LEONARDO, F.R., 2020, pág. 54

2.6.3 Canoas – Porto Alegre:

A maior usina para resíduos de RCD do país foi inaugurada em junho de 2020 em Canoas, uma cidade da região metropolitana de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul.

A Usina SBR Canoas tem capacidade de receber até 180 caçambas por dia, em uma área aproximada de 21 hectares, sendo que tem todos os aparelhos necessários para tratamento dos RCD, mesa de triagem, britador e peneira móvel (SUSTENTÁVEL, TEM, 2020).

Assim como outras cidades, Canoas também possui ecopontos para a população efetuar o descarte dos materiais e disponibiliza caçambas em locais mais críticos para a colocação de entulhos. Estes ecopontos são administrados pela empresa responsável pela reciclagem e todo o tratamento de RCD, que também disponibilizará fiscais volantes para coibir o descarte irregular, além de instalar Pontos de entrega voluntária – os PEVS, onde ficarão disponíveis caixas estacionárias para o depósito de resíduos. Depois que um processo de triagem manual e mecânica é feito, segue-se o processo de reciclagem na usina, os agregados recicláveis resultantes são reutilizados pelo município na pavimentação e obras em espaços públicos. Com capacidade de processamento de 15 mil m³ por mês gera-se a economia de R\$ 600 mil mensais aos cofres públicos de Canoas. (COMUNICAÇÃO, ASSESSORIA, 2020).

A criação desta usina foi um grande marco para a cidade, bem como contribuiu para o aumento do índice de empregos, pois regulamentou atividades de trabalhadores que anteriormente estavam na clandestinidade. A estrutura da usina proporcionou economia para a cidade e ganhos sociais, ecológicos e sustentáveis.

A economia feita pela prefeitura com os gastos que esses materiais dariam foi revertida para a área da saúde da cidade. A população, como também foi beneficiada, colabora com os órgãos públicos e ajuda na fiscalização.

Figura 9: Implantação de usina de reciclagem no Jorge Lanner criará quase 100 empregos



Fonte: Prefeitura Municipal de Canoas, SBR, Divulgação

Disponível em: <https://www.canoas.rs.gov.br/noticias/implantacao-de-usina-de-reciclagem-no-jorge-lanner-criara-quase-100-empregos/>. Acesso em: 30/05/2021.

2.6.4 Belo Horizonte:

Belo Horizonte é o exemplo de município que investiu em reciclagem de RCD. Inicialmente instalou três usinas de reciclagem, porém, atualmente duas delas estão em funcionamento. A mais antiga e que ainda funciona é a Usina da Pampulha, inaugurada em dezembro de 1996. Ela possui uma área de aproximadamente 12.500 m², onde são reciclados de 240 a 400 m³ por dia de RCD (MIRANDA, L. F.R., 2020).

Tem a Usina BR-040, implantada em 2006 e também instalada em terreno público. Ambas são cercadas e possuem pontos de aspersão de água para reduzir o excesso de poeira e recebem resíduos com, no máximo 10% de outros materiais, como papel, plástico, metal etc. Se passar dessa porcentagem, os caminhões são proibidos de despejar os resíduos nas usinas.

Nestas usinas, quando chegam caminhões, inicialmente são feitas análises visuais do conteúdo e sua composição. Em caso de conter material orgânico ou gesso misturado aos resíduos, esse material era negado. Quando aceito, o caminhão passava por uma área que contém um chuveiro que molhava o RCD para amenizar a poeira durante o despejo. Essa prática de analisar visualmente o material se dá para classificar o RCD em função de sua cor e natureza para, assim, separar o material “cinza”, proveniente de maioria de concreto do material “vermelho”, com predominância de cerâmica vermelha. Isso ocorre porque quando existe a predominância de concreto, o material agregado reciclado produzido é de qualidade superior ao de cerâmica. O material “cinza” era usado na

produção de blocos para própria usina e o material “vermelho” era usado pela Prefeitura em aterros ou manutenção de ruas não pavimentadas (MIRANDA, L. F.R., 2020).

A utilização de chuveiros para aspersão de água era uma preocupação da prefeitura devido à existência de conjuntos habitacionais nas proximidades da usina. Além desse sistema, a instalação dela foi feita de forma que um dos seus lados era limitado por uma encosta e os outros lados continham árvores. Isso para minimizar os ruídos produzidos no tratamento do RCD (MIRANDA, L. F.R., 2020).

Belo Horizonte é considerada referência nacional na gestão pública de resíduos da construção civil e numa ação pioneira a Prefeitura, nos anos 90, implementou o Programa de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil. O trabalho inclui alternativas para o recolhimento, a disposição adequada e opção de reaproveitamento do entulho. (BELO HORIZONTE, PREFEITURA, 2021).

Figura 10: Usina de reciclagem de RCD em Pampulha, Belo Horizonte, MG



Fonte: MIRANDA, L. F.R., 2020, pág. 48

Geralmente, os resíduos que vão para as usinas são transformados em areia, dois tipos de brita e minério de ferro que a prefeitura utiliza nas camadas de base de vias públicas, na confecção de blocos e meios-fios.

Belo Horizonte possui um sistema de gestão bem elaborado e que vem funcionando de maneira eficiente desde a criação e implantação das usinas.

Além destas cidades anteriormente citadas, no Brasil muitas outras estão buscando alternativas para se adequarem.

2.7 Vantagens da Reciclagem na Construção Civil:

O desperdício de materiais é um fator agravante e que impacta de forma negativa o ambiente. Além disso, o descarte irregular também causa enormes problemas, pois normalmente são feitos em locais proibidos. Na maioria das cidades onde essa atitude é frequente, o poder público tem dificuldades não apenas no combate das ações irregulares, como também com gastos para efetuar a limpeza, o transporte e tratamento destes materiais.

Considerando apelos de autoridades e grupos ligados ao Meio Ambiente foi que o CONAMA instituiu a Resolução 307, que estabelece diretrizes para os municípios regulamentarem por meio de planos e projetos, medidas efetivas para combate, controle e tratamento do RCD. (CONAMA, 2001)

Os municípios devem implementar medidas e soluções de gerenciamento com intuito de minimizar desperdícios e geração de RCD's em excesso, tendo em vista que as deposições irregulares ocorrem tanto em obras pequenas quanto de grande porte, em regiões centrais como periféricas. Essas atitudes causam, além de problemas ambientais, poluição visual, riscos de contaminação e prejuízos sociais.

Ao criarem planos e projetos de reciclagem e utilizarem locais para implantação de usinas terão benefícios na economia em decorrência da possibilidade de utilização dos produtos agregados reciclados na confecção de argamassas, tijolos de vedação, blocos de concreto e concreto não estrutural que poderão servir para fazer drenagem, aterros, terraplanagem, sub-base e base de pavimentação, cascalhamento de ruas e em obras do próprio município.

A utilização de agregados reciclados faz com que esses resíduos possam substituir parcialmente os naturais, o que acarreta menor custo no final da obra e minimiza o desperdício bem como o impacto ambiental.

Além de resolver a questão de sustentabilidade, essas alternativas podem agregar benefícios financeiros para as prefeituras, que poderão utilizar melhor seus recursos, investindo em outros setores; para as indústrias, além da diminuição de custos terão melhorias na sua imagem corporativa.

Projetos de reciclagem de RCD devem envolver vários segmentos dos setores públicos, bem como as indústrias e população que também podem se beneficiar com geração de empregos, ofertas de cursos de capacitação e, acima de tudo, com melhoria na qualidade de vida.

3. CONCLUSÃO

Conforme as considerações feitas, a reciclagem de resíduos da construção e demolição, bem como seu reaproveitamento é imprescindível para minimizar os danos ambientais, por possibilitar uma destinação controlada de forma que não sejam depositados irregularmente, ao mesmo tempo em que o manejo adequado e utilização de agregados de concreto e outros resíduos sólidos reciclados passam ser uma alternativa viável, sendo possível utiliza-los como substitutos dos agregados naturais.

O poder público precisa investir em gestão de RCD e no seu aproveitamento com projetos que incluam a coleta, transporte, tratamento e reciclagem dos materiais recolhidos, seja nas obras ou em pontos específicos criados para deposição dos mesmos.

A Resolução CONAMA 307 é um importante instrumento para que essa situação melhore gradualmente no Brasil, com o passar dos anos, tendo mais municípios investindo em processos de reciclagem e reaproveitamento dos RCD gerados na construção civil.

A elaboração e implementação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) deve possibilitar o investimento em campanhas educativas, programas de conscientização da população e também das empresas, cursos para instrução e qualificação dos futuros trabalhadores nesta área gerando empregos e renda; divulgação eficiente sobre os locais para deposição dos resíduos; regularização de empresas da construção civil, de maneira a diminuir a geração de resíduos e destiná-los de forma correta, reduzindo o impacto ambiental e econômico que esse excedente causa nas cidades.

E, como todo planejamento, essa gestão demanda tempo, estudo e vontade para que funcione de forma adequada e todos os envolvidos se beneficiem. Os órgãos públicos terão menos gastos e poderão, inclusive, destinar o dinheiro que teriam que investir em limpeza, transporte e destinação dos resíduos para outra área. Os munícipes, além da benfeitoria para o meio ambiente em que vivem, poderão ser beneficiados, também, com geração de empregos. E as empresas construtoras serão melhores avaliadas por seus clientes.

Para obter resultados satisfatórios faz-se necessária a participação em conjunto dos órgãos públicos, população e empresas de construção civil para

fiscalizar e planejar alternativas para evitar despejos em lugares indevidos, bem como determinar espaço adequado para disposição, tratamento, reciclagem e reaproveitamento dos resíduos.

Um dos poucos exemplos que temos de consumo do agregado reciclado, o município de Piracicaba que vende parte do material obtido com a reciclagem, mostra que é possível sim à formação do mercado consumidor para os agregados reciclados, se no caso citado o agregado cerâmico miúdo era adquirido pela população para o assentamento de alvenarias, para concreto, que origina o agregado reciclado de melhor qualidade, a formação de mercado consumidor pode ser muito maior.

Para se obter melhores índices de reciclagem é fundamental que o ciclo gerador, coletor/transportador, usinas de reciclagem públicas e privadas e mercado consumidor esteja completo, com participação ativa de cada um.

Quanto mais conhecimento a sociedade tiver sobre este assunto, mais avanços serão obtidos e com eles cada vez mais o consumo dos produtos reciclados aumentará. Assim como aconteceu com outros materiais recicláveis, quanto maior a participação popular maior o volume reciclado, num ciclo virtuoso com benefícios para todos.

REFERÊNCIAS:

ANGULO, Sérgio Cirelli; ULSEN, Carina; KAHN, Henrique; JOHN, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento de novos mercados para a reciclagem massiva de RCD. Anais..** São Paulo: IBRACON, 2002. P. 293-307.

BELO HORIZONTE, PREFEITURA, 2021. **Reciclagem de Entulho**. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/servicos/reciclagem-de-entulho>, Acesso em: 18/05/2021.

BORGES, LEONARDO, 2019. **Jundiaí recicla 100% dos resíduos da construção civil e reaproveita em obras públicas**, Disponível em <https://autossustentavel.com/2019/11/jundiai-reciclagem-residuos-construcao-civil.html>. Acesso em 05/05/2021.

(BRASIL, 2005b apud IPEA, 2012).

CANOAS, PREFEITURA MUNICIPAL DE, ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO, 2020. **Maior Usina de Reciclagem de RCC muda a realidade de Canoas e gera empregos**. Disponível em: <https://www.canoas.rs.gov.br/noticias/maior-usina-de-reciclagem-de-rcc-muda-a-realidade-de-canoas-e-gera-empregos/>, Acesso em: 19/05/2021.

CHAVES, A. P.; PERES, A. E. C. **Teoria e Prática de Tratamento de Minérios – britagem, peneiramento e moagem**. 1. ed. São Paulo: Signus, 1999. v. 3.

CURY, MARILIA, 2015. **Descarte correto de resíduos evita problemas ambientais e proliferação do Aedes**, Disponível em: <http://www.piracicaba.sp.gov.br/imprimir/descarte+correto+de+residuos+evita+problemas+ambientais+e+proliferao+do+aedes.aspx>. Acesso em: 17/05/2021.

EQUILOC, LOCADORA, 2018. **CONHEÇA 5 BENEFÍCIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**,. Disponível em: <https://locadoraequiloc.com.br/blog/conheca-5-beneficios-da-reciclagem-na-construcao-civil/>, Acesso em: 19/05/2021.

ESTEVAN, 2012. **Na Holanda, produzir lixo sai caro. E 80% dos resíduos são reciclados**, Disponível em: <https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2012/04/holandeses-demonstram-como-passaram-a-reciclar-80-de-seus-residuos-solidos/>, Acesso em 03/05/2021.

EXUPÉRY, Antoine de Saint. **O Pequeno Príncipe**, 1943.

MACHADO, GLEYSSON B., TELEDETRITUS TRANSPORTE DE RESÍDUOS. **Como funciona a reciclagem de resíduos sólidos da construção civil?** 2020. Disponível em: <https://teledetritus.com.br/co/mo-funciona-a-reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao-civil/>. Acesso em 18/05/2021.

MIRANDA, L. F. R. **Reciclagem de resíduos de construção e demolição: teoria e prática**, 1ª ed. – Curitiba: Appris, 2020, 203 p.

PIMENTA FREIRE, Elcires, PRANZETTI BARREIRA, Luciana: **Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: Instrumento de gestão de resíduos nos municípios brasileiros**, In: SILVA, Raimundo Pires. (Org.). **Gestão contemporânea dos resíduos sólidos**. São Paulo: Instituto Macuco, 2015.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

PIRACICABA, PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Piraicaba – SP**, 2019. Volume I. Disponível em: https://130d0c4cab3eedc810804d80417aba96.filesusr.com/ugd/9804b1_e73ba4e9846540e0a86dfca3fe300e9f.pdf. Acesso em 18/05/2021.

REPÚBLICA, Presidência da, **Lei n 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 31/05/21.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_307.pdf, Acesso em: 17/03/2021.

SCHNEIDER, DAN MOCHE 2003. **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo**. Disponível em: https://ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Dissert_Schneider_-_Dls_de_RCC_na_Cidade_de_S%C3%A3o_Paulo.pdf, Acesso em 06/04/2021.

SEBRAE. **Panorama do setor de construção civil: cenários 2018-2020**. Florianópolis- SC. Disponível em: <https://atendimento.sebrae-sc.com.br/inteligencia/infografico/panorama-do-setor-de-construcao-civil>. Acesso em: 24/05/2021.

SUSTENTÁVEL, TEM, 2020. **MAIOR USINA DE RECICLAGEM DE ENTULHO DO PAÍS É INAUGURADA NO SUL**. DISPONÍVEL EM: <https://www.reciclasampa.com.br/artigo/maior-usina-de-reciclagem-de-entulho-do-pais-e-inaugurada-no-sul>. Acesso em 16/05/2021.