



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



Larissa Picionieri Bernal

**AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO
MUNICÍPIO DE ARARAQUARA (SP) E OPORTUNIDADES NO SETOR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Uberlândia, 2020

Larissa Picionieri Bernal

**AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO
MUNICÍPIO DE ARARAQUARA (SP) E OPORTUNIDADES NO SETOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antônio de Paulo Peruzzi

Uberlândia, 2020

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à meus pais, João e Margarete, por todo esforço e dedicação ao longo de suas vidas, pelo auxílio em minha formação pessoal e profissional, e por terem me guiado e fornecido todo o suporte necessário até aqui. Agradeço também à minha irmã pelo exemplo de dedicação e crescimento, por desbravar o desconhecido e me deixar ensinamentos desde pequena. Agradeço a vocês três pela presença e por todo amor transmitido, mesmo que à distância. Esta vitória também é de vocês.

Agradeço à meus avós maternos, Cleusa e Waldomiro, por serem meus segundos pais e por cuidarem de mim com tanta disposição, carinho e ternura. Também envio estes agradecimentos a meus avós paternos, Arcília e João, que Deus os tenha em um bom lugar.

Agradeço ao meu namorado, Benjamim, por diversas vezes ser minha tranquilidade em meio ao caos, pelo companheirismo em tantas aventuras e por ser meu constante incentivo a evoluir e ir além.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Antônio Peruzzi, por comprar minhas ideias mais mirabolantes e colocar meus pés no chão quando necessário. Obrigada pelos ensinamentos dentro e fora da sala de aula, e por enxergar os alunos além do âmbito institucional. Esta vitória é tão minha quanto sua.

Agradeço à Universidade Federal de Uberlândia pelo ensino gratuito e de qualidade que desfrutei ao longo destes 5 anos, por ter me agregado diversas experiências e desafios, e pela abertura de tantas portas que me colocaram frente à realidades tão distintas da minha.

Agradeço aos meus amigos de Uberlândia por todas as conversas e cervejas compartilhadas, por todos os estresses e desestresses conjuntos e por serem meus companheiros nesta saga de morar sozinho. Vocês se tornaram tão especiais em tão pouco tempo, quero levá-los para a vida.

Agradeço aos meus amigos de Araraquara pela presença mesmo à distância, e por permanecerem lealmente ao meu lado em meio a tantos encontros e desencontros. Sou muito grata por todos os momentos e aprendizados que tive com cada um de vocês.

Agradeço a meus cachorros, Amiguinho, Athena, Billie e Zeus, por me ensinarem tantas coisas sem proferirem uma palavra, por serem meus companheiros de quatro patas e por recarregarem minha bateria em todas as voltas de Uberlândia. Amiguinho e Billie, sinto muita falta de vocês, espero que estejam correndo felizes pelo quintal de São Francisco.

BERNAL, L. P. **Avaliação dos Resíduos de Construção e Demolição no Município de Araraquara (SP) e Oportunidades no Setor.** Trabalho de conclusão de curso. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2020.

RESUMO

A construção civil é responsável pela utilização de aproximadamente 60% dos recursos naturais disponíveis no planeta e por 30% das emissões de carbono ao redor do mundo. O setor também ganha destaque na geração de resíduos sólidos com os chamados Resíduos de Construção e Demolição (RCD) que, no Brasil, podem representar de 50% a 70% da massa de resíduos sólidos urbanos totais. Neste ponto, o presente trabalho objetivou analisar o cenário nacional de gestão e geração destes resíduos, ressaltar as oportunidades dentro do mercado de resíduos e analisar dados quantitativos e qualitativos reais do município de Araraquara (SP). Partindo do fato que o poder público se mostra como grande responsável das áreas de tratamento de RCD no país, e ainda possui parcela de responsabilidade quando consideradas as parcerias público-privadas, é possível visualizar o alto potencial de desenvolvimento do mercado de RCD, que teve sua movimentação financeira estimada em aproximadamente 230 bilhões de reais em 2019. Considerando o impacto ambiental do setor da construção civil, reinsserir estes materiais no mercado torna-se interessante, porém é dificultado pelo baixo valor do transporte que dá ideia de serem apenas descartáveis. Também é possível considerar o reuso de peças em bom estado de conservação dentro soluções alternativas aliadas à um grande problema social: o déficit de moradias no Brasil.

Palavras-chave: Resíduos de Construção e Demolição, Geração e Gestão, Mercado de Resíduos

BERNAL, L. P. Construction and Demolition Waste Evaluation in the Municipality of Araraquara (SP State) and Opportunities in the Sector. Course Conclusion Paper. Faculty of Civil Engineering, Federal University of Uberlândia, 2020.

ABSTRACT

Civil construction is responsible for using about 60% of natural resources available on the planet and 30% of carbon emissions around the world. This sector also stands out in solid residue generation with Construction and Demolition Waste (CDW), that can represent round 50% to 70% of total solid residue mass in Brazil. At this point, this study aimed to analyze the national scenario for generation and management of this type of waste, paying attention to opportunities within the waste market and analyzing real quantitative and qualitative data from the municipality of Araraquara (São Paulo State). Based on the fact that public administration shows itself as largely responsible for CDW management areas around the country as well as it shares responsibility when considered Public-Private Partnerships, it is possible to visualize the high development potential of CDW Market, wich had its financial turnover estimated at approximately 230 billion reais in 2019. Given the environmental impact of the civil construction sector, reinserting these materials on the market may be interesting. However, it is commonly hampered by the cheap value of transportation that gives the idea that they can be only disposable. It is also possible to consider the reuse of conserved pieces as alternative solutions combined with a major social problem: the housing deficit in Brazil.

Key-words: Construction and Demolition Waste, Generation and Management, Waste Market

Sumário

1 Introdução.....	8
2 Objetivo	9
3 Metodologia.....	9
4 Revisão Bibliográfica	9
4.1 Panorama dos resíduos de construção e demolição.....	9
4.2 Mercado de resíduos.....	16
4.3 Soluções tecnológicas no setor de resíduos.....	19
5 Desenvolvimento do trabalho e análises	23
5.1 Estudo de caso em Araraquara (SP)	23
5.1.1 Entrevista com geradoras e transportadoras	24
5.1.2 Pontos de Entrega de Pequenos Volumes (PEV)	26
5.1.3 Estação de Tratamento de Resíduos da Construção Civil (ERTCC)	31
5.1.4 Usina de Reciclagem	38
6 Conclusão	49

1 Introdução

O setor da construção civil tem papel fundamental no desenvolvimento de um país, porém ainda cresce deixando pegadas ambientais nada agradáveis. Estima-se que 60% dos recursos naturais disponíveis no planeta são consumidos pelo setor (CAMPOS, 2012), além de ser responsável por 30% das emissões de carbono ao redor do mundo (JALALI; TORGAL, 2010). Somente a indústria de cimento foi responsável por 29,7% das emissões totais de gás carbônico dos processos industriais no Brasil em 2012, substância liberada durante o processo de calcinação do calcário e na queima de combustíveis fósseis dentro dos fornos (BRASIL, 2014).

O setor também ganha destaque na geração de resíduos sólidos. Os chamados Resíduos de Construção e Demolição (RCD) englobam todos os resíduos gerados nos processos de construção, reforma, escavação ou demolição. No Brasil, os RCD podem representar de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos totais, sendo os vilões do esgotamento dos aterros de resíduos sólidos nacionais (BRASIL, 2005). Somente em 2018, foram coletadas aproximadamente 44,5 milhões de toneladas em logradouros públicos, ou seja, sem considerar o depósito do setor privado (ABRELPE, 2019).

Para lidar com a problemática dos resíduos, em 2002 foi publicada a Resolução CONAMA 307, que marcou a transferência da responsabilidade integral pelos RCD do poder público para o gerador, e posteriormente, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) surgiu fornecendo diretrizes para este fim. Ambas reforçam a ideia que, para reduzir o impacto ambiental, deve-se focar na não geração dos resíduos, responsabilizando todos os participantes da cadeia de produção pela gestão e manejo corretos destes (BRASIL, 2010). Ainda assim, a temática não recebe devida atenção, visto que menos de 10% das cidades realizam algum tipo de processamento com os RCD (IBGE, 2010).

Descartar materiais sem a sua devida reutilização pode ser considerado um desperdício de recursos e a perda de oportunidade de se obter um potencial de mercado para reciclados. Além disso, se depositados incorretamente, podem degradar a qualidade de vida dos habitantes pela sobrecarga dos serviços de limpeza urbana e tornar-se um problema de saúde pública pela proliferação de vetores de doenças em meio ao entulho.

2 Objetivo

O objetivo do presente trabalho é mapear como está a relação da construção civil nacional com a geração e a gestão dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) a partir de dados quantitativos, qualitativos e legislativos nacionais, trazendo também a mensuração do mercado de resíduos de RCD e as oportunidades atreladas a ele. Igualmente, o trabalho objetivou avaliar o caso real do município de Araraquara (SP), abordando a legislação local e coletando dados de grandes geradoras, equipamentos públicos de recolhimento de RCD e da usina de reciclagem local.

3 Metodologia

Inicialmente foi realizada revisão bibliográfica sobre a legislação vigente atrelada à gestão de resíduos de construção, buscando também dados quantitativos e qualitativos nacionais para caracterizar o cenário brasileiro de RCD e compará-lo ao europeu. Posteriormente, a revisão bibliográfica se estendeu à estimativa do tamanho do mercado de resíduos nacional, com foco no setor da construção civil, trazendo exemplos de países que possuem este mercado desenvolvido e retratando soluções tecnológicas existentes relacionadas ao setor. Em seguida, foi realizado um estudo de caso no município de Araraquara (SP) abordando a legislação municipal e coletando informações quantitativas e qualitativas de duas grandes geradoras do setor privado, além de dados de coleta de dois receptores de RCD do setor público e da usina de reciclagem municipal (de ordem privada).

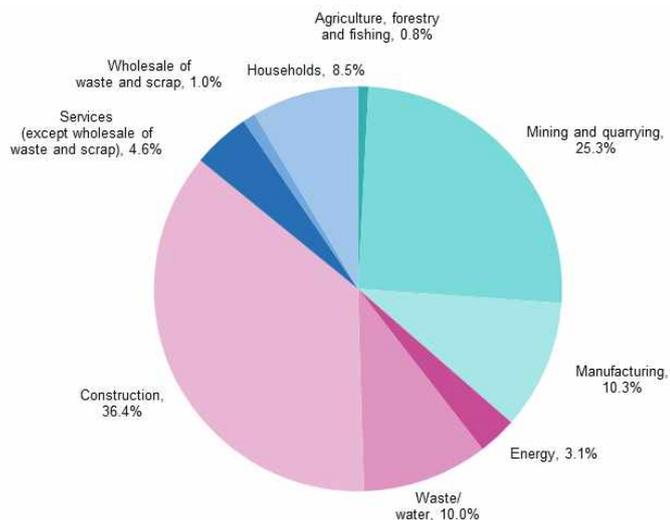
4 Revisão Bibliográfica

4.1 Panorama dos resíduos de construção e demolição

Apesar dos resíduos de construção e demolição serem tratados como de baixa periculosidade, quando mal gerenciados, podem degradar consideravelmente a qualidade de vida dos habitantes de uma cidade, principalmente por tornar-se local propício para proliferação de vetores de diversas doenças. Esta não é uma preocupação apenas local. Um levantamento feito pelo Gabinete de Estatísticas da União Europeia (EUROSTAT, 2016) apontou que, em 2014, os países componentes do bloco geraram 2.598 milhões de toneladas de resíduos, das quais 36%

provinham de construção e demolição (Figura 1), representando aproximadamente 935 milhões de toneladas.

Figura 1 - Geração de resíduos por atividade econômica na União Europeia



Fonte: Eurostat (2016)

A União Europeia é vista como exemplo no gerenciamento e redução de resíduos. A visão foi consolidada principalmente a partir de 2008, quando entrou em vigor a Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (EUR-LEX, 2008), que além de apresentar diretrizes e definições que abordam a gestão de resíduos no geral, inclui a importante meta de atingir 70% de recuperação e reciclagem de resíduos de construção e demolição até 2020, utilizando a pirâmide invertida da Figura 2 como diretriz.

Figura 2 – Hierarquia de gestão de resíduos



Fonte: European Commission (2016)

A pirâmide esclarece que para combater o problema dos resíduos o foco primário deve ser a prevenção da geração, lidar com os resíduos deve ser opção secundária, com prioridade de reuso, posteriormente reciclagem, recuperação, e, por último, descarte. A peça-chave para montagem da pirâmide é a adoção do Pensamento de Ciclo de Vida (PCV), que busca abranger toda a cadeia produtiva de qualquer item, desde a extração da matéria prima até o descarte, visto que a geração de resíduos se inicia antes mesmo do processo fabril.

No Brasil, dois passos significativos foram dados em direção à introdução destes ideais. Em 2002 foi implementada a Resolução no 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama, que passou a responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos do poder público para o gerador, tornando-o ajuizado sobre a segregação dos resíduos em diferentes classes e as respectivas disposições finais, conduzindo-o aos princípios da pirâmide invertida (BRASIL, 2002).

A Resolução trouxe como responsabilidade do município a implementação do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que deve conter o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil para estabelecer diretrizes e procedimentos aos resíduos advindos dos pequenos geradores, inclusive prevendo áreas de recebimento, triagem e armazenamento. Também deve estar contido no Plano os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, documentos que devem ser elaborados pelos grandes geradores abrangendo as fases de caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final, bem como os responsáveis por cada etapa. A Figura 3 ilustra resumidamente como deve funcionar a gestão no município a partir da Resolução CONAMA 307.

Figura 3 – Fluxograma simplificado do processo de gestão de RCD municipal



Fonte: Autora (2020)

Para facilitar o manejo dos RCD, a Resolução CONAMA 307 art 3º classificou-os em quatro classes:

- I – Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem; de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc), argamassa e concreto; de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc) produzidas nos canteiros de obras, geralmente são encaminhados para aterros de resíduos de construção civil quando não reaproveitados.
- II – Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros e gesso;
- III – Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação, geralmente destinados à aterros industriais de resíduos não perigosos e não inertes;
- IV – Classe D – são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde

oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde, com sua destinação final em aterros industriais

Desde sua implementação, a Resolução CONAMA 307/02 sofreu algumas alterações:

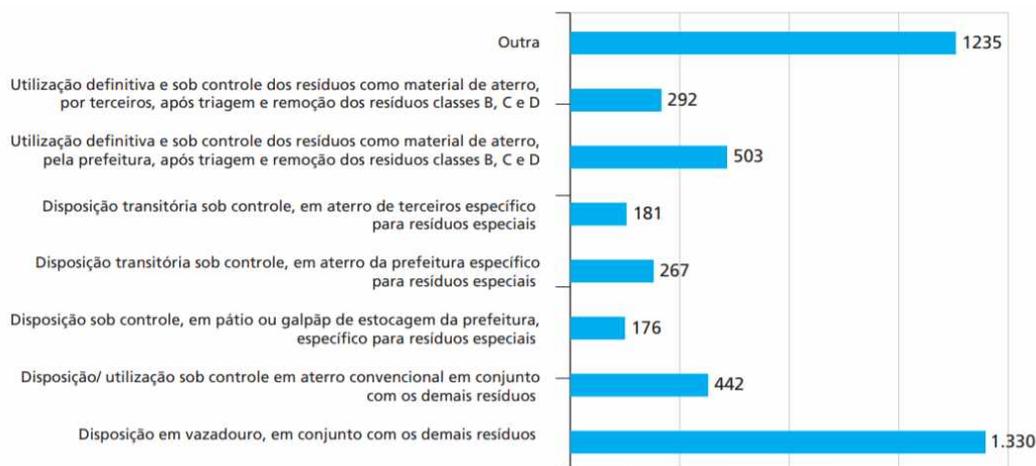
- Resolução CONAMA 348/04: incluiu os resíduos que contenham produtos perigoso à saúde (como por exemplo, o amianto) na Classe D;
- Resolução CONAMA 431/11: alterou a alocação do gesso, anteriormente Classe C, para a Classe B (material reciclável);
- Resolução CONAMA 448/12: inseriu o tratamento dos resíduos como uma maneira de destinação; caracterizou os aterros de “bota-espera” de resíduos Classe A e estabeleceu seu licenciamento; alterou a regulamentação do Plano Municipal de Gestão de Resíduos de Construção Civil e do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil;
- Resolução CONAMA 469/1: incluiu embalagens de tinta vazias, que contenham apenas um filme de tinta seco, na Classe B (materiais recicláveis), e as inclui no sistema de logística reversa.

Posteriormente em 2010 foi instituída pela Lei 12.305/2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), fornecendo diretrizes para o descarte correto de resíduos e instaurando instrumentos de monitoramento e fiscalização ambiental, além de incentivos fiscais à empresas que atuem no setor de resíduos. A lei também prevê a criação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para os geradores, que deve conter todas as informações quantitativas e qualitativas referentes aos materiais utilizados na obra, bem como a descrição dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento. Além disso, a PNRS trouxe um importante conceito de logística reversa, definido como "meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Apesar da legislação nacional exemplar, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) apontou em estudo que dos 72% dos municípios com algum serviço de manejo, menos de 10% possuíam alguma forma de processamento. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012) apontou ainda que, em 2012, a maioria das cidades com serviços de manejo dispunham os RCD em lixões (ou vazadouros) (Figura 4), e o principal processamento realizado era a triagem simples dos resíduos classes A e B, apenas (Figura 5).

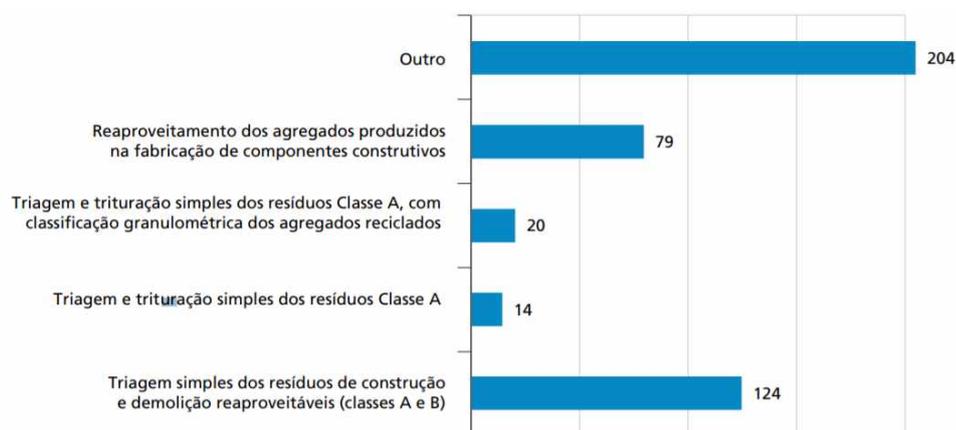
Lamentavelmente, as categorias denominadas de “outra” não foram descritas no estudo, portanto não é possível identificar quais atividades as compõem.

Figura 4 – Disposição dos RCD no solo referente aos municípios com serviços de manejo



Fonte: IPEA (2012)

Figura 5 – Tipos de processamento entre os 392 municípios com este serviço



Fonte: IPEA (2012)

O agravante da situação é que boa parte das unidades de processamento apresentam alguma defasagem. O IPEA (2012) identificou apenas 25 unidades que discriminam o tipo e a massa de RCD coletados, sendo que 12,5% e 32% das unidades de reciclagem e aterros, respectivamente, não apresentavam qualquer licença de operação. Interessante frisar que o poder público apareceu como detentor da maioria das unidades, com 85,7% de áreas de reciclagem e 60,7% dos aterros, com 85,7% e 60,7% respectivamente.

Estima-se que os resíduos de construção e demolição englobam cerca de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos totais, sendo os vilões do esgotamento dos aterros de resíduos

sólidos (BRASIL, 2005). O estudo conduzido pela IPEA aponta a coleta de quase 31 milhões de toneladas de RCD no país em 2010, enquanto a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) estima que em 2018 este número tenha subido para 44,5 milhões de toneladas coletadas, valor ainda subestimado, pois não contabiliza os resíduos dos grandes geradores de ordem privada, nem os depositados em aterros, apenas os coletados em logradouros públicos pelos municípios (ABRELPE, 2019). A composição majoritária dos RCD nacionais é concreto, blocos e argamassas resultantes principalmente de reformas, ampliações e demolições (Figura 6).

Figura 6 – Composição média dos RCD no Brasil (em %)

Componentes	Porcentagem
Argamassa	63
Concreto e blocos	29
Outros	7
Orgânicos	1
Total	100

Fonte: IPEA (2012)

Estima-se ainda que, durante a fase construtiva em construções formais, a perda de cimento oscile entre 6% e 638%, o que denuncia a qualidade de nosso modelo construtivo e a divergência no gerenciamento de obras pelo país (Figura 7).

Figura 7 - Porcentagem de perdas de materiais durante o processo construtivo

	Cimento	Aço	Blocos e tijolos	Areia	Concreto usinado
Min	6	2	3	7	2
Max	638	23	48	311	23
Mediana	56	9	13	44	9

Fonte: John e Agopyan (2001)

Pinto (1999) conseguiu estimar a geração per capita nacional, que variou entre 230 kg/hab.ano e 760 kg/hab.ano, sendo a mediana de 510 kg/hab.ano o valor mais utilizado (Figura 8). Considerando as estimativas internacionais oscilando 130 e 3000 kg/hab.ano, o Brasil não parece destoar tanto do resto do mundo. Porém cabe a ressalva que há divergências acerca da inclusão ou não de solos como RCD entre os autores, portanto é difícil afirmar fielmente qual é a geração nacional.

Figura 8– Estimativa da geração de RCD em diversos países

País	Quantidade Anual		Fonte
	Mton/ano	Kg/hab.	
Suécia	1,2 – 6	136 – 680	TOLSTOY, BÖRKLUND & CARLSON (1998); EU (1999)
Holanda	12,8 – 20,2	820 – 1300	LAURITZEN (1998); BROSSINK; BROUWERS & VAN KESSEL (1996); EU (1999)
EUA	136 – 171	463 – 584	EPA (1998); PENG, GROSSKOPF, KIBERT (1994)
UK	50 – 70	880 a 1120	DETR (1998); LAURITZEN (1998)
Bélgica	7,5 – 34,7	735 – 3359	LAURITZEN (1998), EU (1999)
Dinamarca	2,3 – 10,7	440 – 2010	
Itália	35-40	600-690	
Alemanha	79-300	963-3658	
Japão	99	785	KASAI (1998)
Portugal	3,2	325	EU (1999)
Brasil	Na	230-660	PINTO (1999)

Fonte: John e Agopyan (2001)

Além de ser difícil estimar a geração de resíduos, a própria aplicação dos princípios da pirâmide invertida é afetada pela carência de informações nacionais. Bueno (2014) identificou que os modelos existentes para Análise de Ciclo de Vida (ACV) dos produtos não são adaptados para trabalhar no cenário brasileiro, além de focarem muito nos atributos dos produtos (custo, durabilidade, teor reciclado, renovabilidade) e subavaliarem alguns fatores importantes como os impactos relacionados à mineração, fatores que levam à perda de visão global dos processos. Apesar das adaptações, Bueno (2014) conseguiu identificar que a produção de cimento Portland é o processo mais impactante perante as mudanças climáticas, e que a magnitude de impacto de qualquer produto está relacionada ao consumo de energia e matéria-prima não-renovável.

4.2 Mercado de resíduos

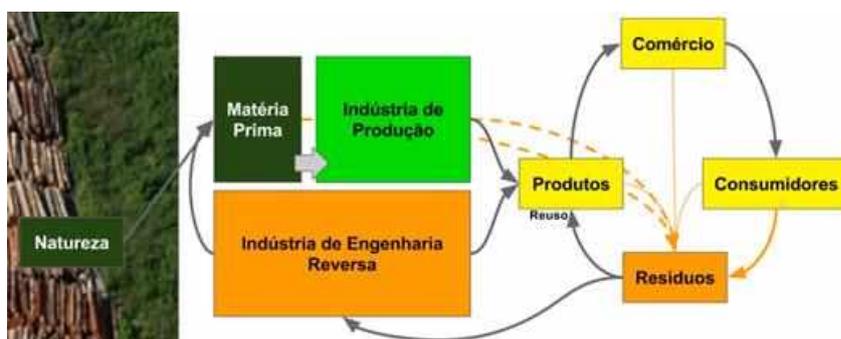
No momento em que se torna possível terceirizar qualquer etapa do manejo de resíduos, surge um nicho de mercado com demanda mundial: o mercado de resíduos. Apesar de promissor para a construção civil, ainda é pouco explorado no país, visto que boa parte das unidades responsáveis pelos RCD ainda é de ordem pública. A título de exemplo, na Alemanha o cenário governamental é propício para empresas que atuam nesse setor, que é segmentado em quatro áreas: tratamento e aproveitamento de resíduos, revenda de materiais reutilizados, engenharia para resíduos sólidos e coleta e/ou transporte.

A relevância do mercado de resíduos alemão representou, em 2016, 70 bilhões de euros e 250 mil empregos diretos, segundo o Ministério do Meio Ambiente da Alemanha (MACHADO, 2017). Além disso, um estudo da EllenMacArthur Foundation junto com a McKinsey apontou

que na Europa, antes de 2025, a economia circular deverá movimentar cerca de 700 bilhões de dólares.

Em épocas passadas, a denominada “Indústria de Produção” era a predominante no ciclo de vida de qualquer item, visto que é a responsável por transformar a matéria prima - extraída da natureza - em produtos comercializáveis. Hoje, a “Indústria de Engenharia Reversa” surge como uma alternativa de substituição àquela, capaz de gerar sua própria matéria prima sem precisar, necessariamente, extrair recursos naturais, além de em diversos casos fabricar o produto final, como ilustra a Figura 9. A grande virada desta nova perspectiva industrial é a relevância do papel do consumidor dentro do ciclo, visto que ele é quem decide em qual momento o produto se tornará um resíduo (MACHADO, 2017).

Figura 9 – Ciclo de vida dos produtos com a inserção da Indústria de Engenharia Reversa



Fonte: Machado (2017)

Para estimar o tamanho do mercado de resíduos nacional, parte-se da premissa que a atuação engloba todas as atividades de produção, portanto representaria uma participação no Produto Interno Bruto (PIB) nacional maior do que a porcentagem do setor secundário inteiro, no qual a indústria da construção civil está inserida. Em 2016 o PIB brasileiro foi de 1,796 trilhões de dólares, então considerando aproximadamente 30% de participação industrial, estima-se que mais de 530 bilhões de dólares tenham sido movimentados no território brasileiro pelo mercado de resíduos (MACHADO, 2017).

Para analisar a atuação dos resíduos de construção civil dentro deste mercado, será utilizado o Valor Adicionado Bruto (VAB), que Pessoa (2020) define como “valor que cada setor da economia (agropecuária, indústria e serviços) acresce ao valor final de tudo o que foi produzido em uma região. O Produto Interno Bruto (PIB) é a soma dos VABs setoriais e dos impostos, e é a principal medida do tamanho de uma economia”. Ou seja, o VAB não inclui os valores dos impostos dos setores, porém é um ótimo parâmetro para observar a influência no mercado.

A Figura 10 ilustra a participação da construção civil no VAB nacional seguido de seus valores absolutos (Figura 11) dos últimos 9, comprovando seu importante papel dentro da economia brasileira, visto que é grande geradora de empregos, renda e tributos, estando intimamente relacionada com o desempenho do PIB do país. Em 2019, a indústria brasileira teve um VAB de 20,9%, sendo que 3,7% foram relativos à construção civil. Este valor representou 230 bilhões de reais, o que indica uma movimentação ainda maior pelo mercado de resíduos da construção civil.

John e Agopyan (2001) conseguiram estimar um faturamento anual potencial de R\$74 a R\$101 milhões para a cidade de São Paulo, com custo per capita de coleta de R\$8 a R\$11. Isso significa que para cidades maiores que 600 mil habitantes, o negócio de coleta de entulho pode movimentar cerca de R\$400 milhões por ano.

Figura 10 – Participação por setor no Valor Adicionado Bruto (em %)

Ano	Agropecuária	Indústria		Serviços	
		Total	Construção Civil	Total	Atividades imobiliárias
2000	5,5	26,7	7,0	67,7	12,2
2001	5,6	26,6	6,3	67,8	11,4
2002	6,4	26,4	6,5	67,2	10,7
2003	7,2	27,0	4,6	65,8	9,9
2004	6,7	28,6	4,9	64,7	9,5
2005	5,5	28,5	4,6	66,0	9,3
2006	5,1	27,7	4,3	67,2	8,9
2007	5,2	27,1	4,6	67,7	8,8
2008	5,4	27,3	4,4	67,3	8,4
2009	5,2	25,6	5,4	69,2	8,7
2010	4,8	27,4	6,3	67,8	8,3
2011	5,1	27,2	6,3	67,7	8,4
2012	4,9	26,0	6,5	69,1	8,8
2013	5,3	24,9	6,4	69,9	9,2
2014	5,0	23,8	6,2	71,2	9,3
2015	5,0	22,5	5,7	72,5	9,7
2016	5,7	21,2	5,1	73,1	9,7
2017	5,3	21,1	4,3	73,5	9,8
2018*	5,2	21,2	3,9	73,6	9,9
2019*	5,2	20,9	3,7	73,9	9,9

Fonte: Banco de Dados CBIC (2020)

Figura 11 – Valor Adicionado Bruto da construção civil

Ano	VA da Construção Civil - valores correntes -R\$ 1.000.000	VA da Construção Civil - valores ano anterior - R\$ 1.000.000	Variação em volume (%)
2000	71.780
2001	70.182	70.600	(1,6)
2002	81.980	73.547	4,8
2003	67.878	74.648	(8,9)
2004	82.057	75.172	10,7
2005	84.571	80.334	(2,1)
2006	89.102	84.793	0,3
2007	105.871	97.297	9,2
2008	114.802	111.067	4,9
2009	154.624	122.862	7,0
2010	206.927	174.882	13,1
2011	233.544	223.993	8,2
2012	265.237	240.980	3,2
2013	290.641	277.161	4,5
2014	306.946	284.419	(2,1)
2015	296.018	279.307	(9,0)
2016	275.187	266.463	(10,0)
2017	244.711	249.744	(9,2)
2018*	228.457	...	(3,8)
2019*	230.406	...	1,6

Fonte: Banco de Dados CBIC (2020)

4.3 Soluções tecnológicas no setor de resíduos

Ao pensar nos principais agentes do mercado de resíduos de construção civil, usualmente surgem a mente empresas de coleta, transporte, reciclagem e deposição final, que ainda são os gêneros atuantes em maior quantidade no país. No entanto, a união da problemática dos resíduos à tecnologia abre portas para o surgimento de soluções bastante inovadoras para atuar em diversas etapas da gestão.

Visando prevenir a geração de resíduos, o *software* inglês “SmartWaste” destaca-se por auxiliar o usuário a identificar, já na fase de projeto, quais áreas podem ser aprimoradas para reduzir o impacto ambiental e economizar tempo e dinheiro. O programa não só abrange questões relacionadas a resíduos, mas também faz o manejo de dados relativos ao consumo de água, materiais, energia elétrica, transporte e biodiversidade. Além disso, auxilia no monitoramento da obra e a geração de relatórios. A interface da versão *mobile* está ilustrada pela Figura 12.

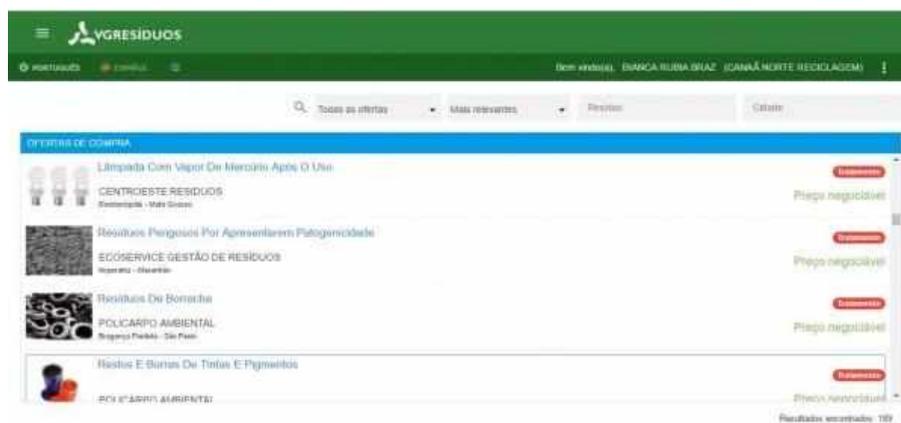
Figura 12 – Interface do software SmartWaste



Fonte: SmartSite (2020)

Em âmbito nacional, a plataforma VG Resíduos, criada pela Verde Ghaia, é um *software* online disponível nas versões *desktop* e *mobile* que controla a gestão de resíduos desde sua geração até a destinação final, gerando a documentação obrigatória e auxiliando na verificação dos fornecedores, para isso cobrando mensalmente R\$680,00 por unidade física gerida. Além disso, também possui a função de *marketplace*. A interface do *marketplace* disponível aos assinantes é mostrada na Figura 13.

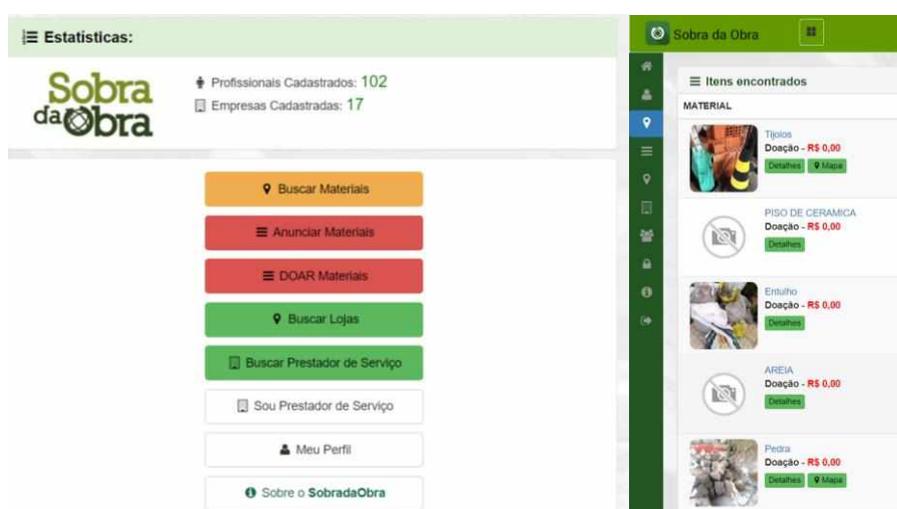
Figura 13 – Interface da plataforma VG Resíduos



Fonte: Projeto Draft (2017)

Visando soluções alternativas para os resíduos, os *marketplaces* aproximam empresas e pessoas para negociarem seus resíduos. O “Sobra da Obra” permite que usuários comprem, vendam ou doem materiais, além de registrar e buscar por profissionais e serviços relacionados à construção civil. A negociação é feita sem a intervenção do Sobra da Obra, ou seja, não ocorrem pagamentos pelo aplicativo e nem qualquer outra intermediação, e nota-se que o maior público cadastrado é composto por pessoas físicas, portanto há baixa participação de grandes geradoras de entulho. A plataforma já abrange 26 estados e está disponível na versão *desktop* (Figura 14) e *mobile*, que opera apenas em sistemas Android.

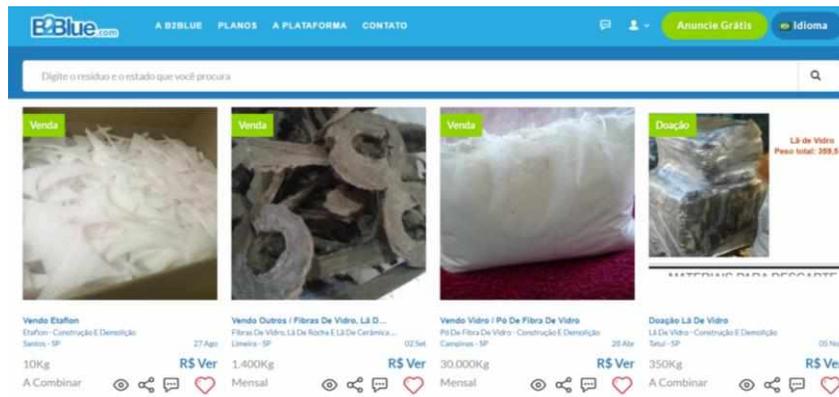
Figura 14 – Interface do *marketplace* Sobra da Obra



Fonte: Sobra da Obra (2019)

Semelhante, porém mais completa, a plataforma “B2Blue” é a maior gestora de dados no mercado de resíduos atualmente, pois engloba diversos gêneros de resíduo e atende empresas como Adiddas, GVT, Honda, Ambev, Saint-Gobain, Faber Castell, Toyota e Unilever. A plataforma identifica oportunidades de negociação de resíduos entre as empresas, permitindo a geração de renda extra e a redução do descarte de materiais. A Figura 15 exemplifica a busca por RCD dentro da plataforma, na qual possível visualizar a data do anúncio (diferentemente do exemplo anterior), porém o preço e as informações do anunciante são confidenciais, a menos que o usuário assine planos de fidelidade com a plataforma.

Figura 15 – Interface do marketplace B2Blue



Fonte: B2Blue (2020)

É possível cadastrar-se gratuitamente na plataforma, fazer e visualizar anúncios e trocar mensagens com os anunciantes, porém as vantagens aparecem com planos pagos. Existe a opção de taxa avulsa, que cobra R\$150,00 por contato, permitindo a visualização do nome da empresa e do responsável, bem como endereço, e-mail e telefone. O plano Master engloba 10 contatos por mês, permite acesso ao preço dos resíduos e o acesso ao agente de sucesso B2Blue, que garante as melhores ofertas. Porém o preço não é baixo, são R\$950,00 mensais, mas existem planos personalizados montados com auxílio dos gestores da plataforma.

É possível também aliar tecnologia ao serviço de transporte de resíduos. A plataforma “Biothanks” funciona como um Uber de resíduos, conectando geradores à coletores. O preço do serviço varia de acordo com o material e a quantidade a ser transportada, com a transação acontecendo dentro do próprio aplicativo que recebe 5% do valor. A Figura 16 apresenta um resumo da plataforma e da interface do aplicativo.

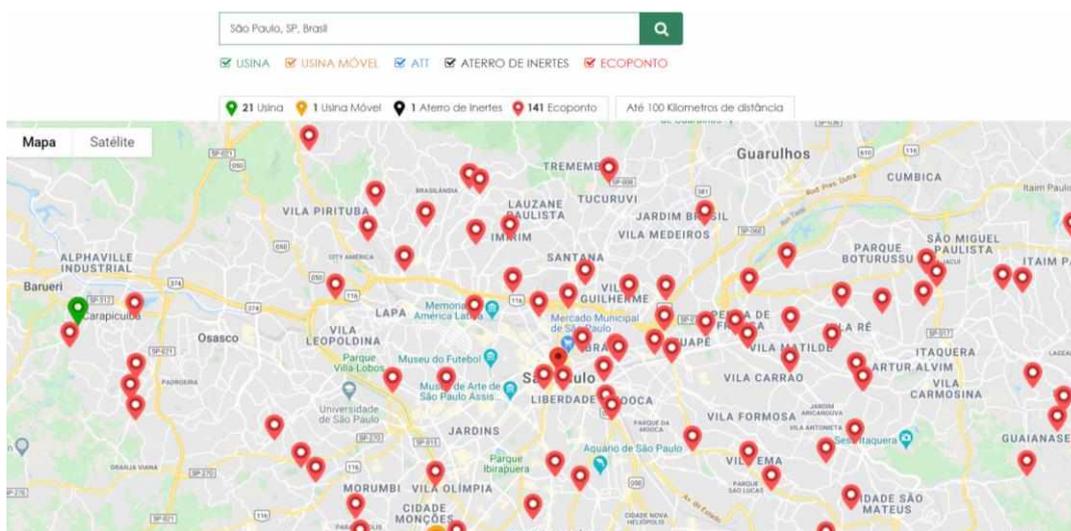
Figura 16 – Apresentação do aplicativo Biothanks



Fonte: Biothanks (2020)

Para auxiliar a encontrar o local de destino correto dos resíduos surge o “Mapa Abrecon”, que é um mapa online baseado num sistema de geolocalização de empreendimentos que recebem e/ou reciclam resíduos de construção e demolição, como usinas de reciclagem, áreas de transbordo e triagem (ATTs), ecopontos, aterros de inertes e aterros comuns, conforme ilustra a Figura 17 (ABRECON, 2019a). É uma solução que busca dar visibilidade e estimular a utilização deste tipo de empreendimento, no entanto, se trata apenas de um mapa por se tratar de uma plataforma na web e não um aplicativo de celular, não ocorre muita interação entre o usuário e o mapa, apenas a visualização do endereço físico do local.

Figura 17 - Interface do Mapa Abrecon



Fonte: Abrecon (2019a)

5 Desenvolvimento do trabalho e análises

5.1 Estudo de caso em Araraquara (SP)

A fim de analisar na prática como funciona o manejo e processamento dos resíduos de construção civil, foi realizado um estudo de caso no município de Araraquara, localizado no interior de São Paulo. A Lei Municipal nº 6.352/2005 rege o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e outros volumosos, estabelece a exigência de Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) para geradores de grandes volumes e aponta para o uso preferencial de agregados reciclados para obras públicas, desde que obedeçam à NBR 15116:2004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). Por curiosidade, os demais resíduos sólidos urbanos são enviados ao aterro sanitário de

Guatapar, pois as atividades do lixão local foram encerradas em 2006 e não existe aterro sanitário municipal.

Para os pequenos geradores, a lei define a implementação de Pontos de Entrega de Pequenos Volumes (PEV), chamados também de ecopontos ou bolsões, que são equipamentos públicos que recebem gratuitamente até 2 m³ de resíduos de construção e demolição por descarga, e 4 m³ para demais resíduos volumosos gerados e entregues por municpes. Os pequenos geradores podem solicitar a remoção remunerada dos resíduos através do Disque Coleta (sistema de informação para acionamento de pequenos transportadores privados operado a partir dos pontos de entrega).

Atualmente são oito PEVs operantes em conjunto com um aterro de RCD, denominado a Estação de Tratamento de Resíduos de Construção Civil (ETRCC), todos operados pelo Departamento Autnomo de água e Esgotos de Araraquara (DAAE). Na esfera privada, existe uma usina de reciclagem de RCD, a Morada do Sol Ambiental, e um aterro, a Ecomorada, que funciona no espaço de uma pedreira desativada. Ambas empresas pertencem aos mesmos sócios-proprietários.

5.1.1 Entrevista com geradoras

Para realizar um mapeamento da geração de resíduos logo no canteiro de obras, foram entrevistadas via formulários online duas geradoras de grandes volumes: uma construtora e uma demolidora. A demolidora afirma que os materiais mais descartados em seus processos são os resíduos Classe A, com destaque para concreto, argamassas e alvenarias. Como frequentemente realizam demolições de edifícios antigos, foram questionados sobre a destinação dos materiais que poderiam ser reaproveitados como louças antigas, azulejos, metais e afins. A empresa afirmou que não realiza o desmonte inicial da edificação selecionando estes materiais e nem os encaminha para reutilização ou revitalização, apenas os descarta no aterro Ecomorada.

A construtora entrevistada é uma empresa de porte médio que realiza reformas e novas construções. Os materiais mais descartados nas obras também são os resíduos Classe A, com ênfase em tijolos cerâmicos, concreto e solos provenientes de terraplenagem. Quando ocorrem sobras de materiais, como casos em que os pedidos são feitos em maiores quantidades ou solicitados antes de alterações no projeto, a empresa consegue armazená-los para posterior utilização, porém quando algum item é danificado (a exemplo, pisos e louças rachados) ocorre

o descarte. Adicionalmente, foi possível notar que a cultura de utilização de materiais reciclados é quase inexistente dentro da construtora, visto que em seu histórico houve apenas a utilização de telhas onduladas recicladas.

Com intuito de auxiliar o dimensionamento do impacto financeiro que o manejo de resíduos gera no orçamento de uma obra, a construtora compartilhou o cronograma e orçamento final da reforma de uma creche local. Para fazer o planejamento de pedidos dos materiais, a empresa adota uma taxa fixa de perda de 2%, porém em maior parte das vezes a checagem final não condiz com o valor estimado. Foi constatado que o único item relativo à gestão de resíduos no orçamento era o aluguel de caçambas, e somente considerado na etapa de demolição.

Partindo do custo médio de R\$280,00 referente ao aluguel de caçambas de 5m³ em Araraquara, em conjunto com a periodicidade média de troca de caçambas fornecida pela empresa, que foi de dois dias durante a construção da estrutura e vedação e sete dias na fase de acabamentos, foi possível estimar quanto a empresa gastaria se houvesse considerado o uso de caçambas em todas as etapas da obra, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Estimativa do valor gasto com o manejo de RCD em uma obra

Etapas	Tempo (meses)	Frequência média caçambas (dias)	Volume gerado estimado (m ³)	Valor gasto aproximado
Demolições	7	2	525	R\$ 29.400,00
Construções	2	2	150	R\$ 8.400,00
Acabamentos	9	7	193	R\$ 10.800,00
TOTAL				R\$ 48.600,00

Fonte: Autora (2020)

Porém o valor obtido referente à demolições não condiz com o considerado pela empresa no orçamento: enquanto o presente cálculo obteve R\$29.400,00, o orçamento constou R\$47.683,55. Esta divergência se deu pela consideração da mão de obra no item referente ao aluguel de caçamba e pela divergência de volume de RCD considerado (a empresa estimou a partir de projeto a geração de 579,4 m³, enquanto a periodicidade média de trocas de caçamba junto com a duração da fase de demolição forneceu volume de 525 m³). Foram calculados então fatores de correção para suprir estas divergências, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Fatores de correção

Valor unitário do metro cúbico		
Empresa	Autora	Fator de correção
R\$ 78,92	R\$ 56,00	1,41
Volume de demolição (m³)		
Empresa	Autora	Fator de correção
579,4	525	1,10

Fonte: Autora (2020)

Corrigindo os valores da Tabela 1 com os fatores de correção da Tabela 2, obteve-se o custo total de aluguel de caçambas de R\$75.588,29. Considerando que o orçamento da obra fechou em R\$1.994.680,28, o manejo de resíduos de construção e demolição representou 3,79% do valor total, confirmando a falha estimativa inicial de 2%.

5.1.2 Pontos de Entrega de Pequenos Volumes (PEV)

Para compreender o funcionamento dos pontos de coleta municipais, foi realizada visita à unidade Santa Angelina, uma das oito unidades coordenadas pelo Departamento Autônomo de Água e Esgoto (DAAE). O acesso ao PEV ocorre de maneira simples e controlada. O cidadão que chega na unidade apresenta uma conta de água para realizar o cadastro no sistema por meio do número de matrícula do imóvel. No *software*, que foi implantado há apenas dois meses, são registradas fotos, o volume e o tipo de material descartado. Existe um limite volumétrico por descarga que, caso seja ultrapassado, é cobrado valor adicional conforme Figura 18.

Figura 18 – Valores cobrados no PEV para descarte de entulhos

VALORES PARA DESCARTE DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Acima de 2,5m³ a 3m³	4 UFMs
Acima de 3m³ a 4m³	6 UFMs

Lembrando que o valor da UFM para o ano de 2019 é de **R\$ 55,30**

Fonte: DAAE (2020)

Após a liberação pela portaria, o cidadão é encaminhado para o local de descarte apropriado de seu resíduo. A Figura 19 indica a localização de cada ponto de coleta, sendo que o círculo azul indica as baias de deposição de recicláveis (Figura 20), que são posteriormente coletados pela cooperativa de reciclagem da cidade. Em laranja, tem-se o contêiner de depósito de madeiras (Figura 21) e em verde, o de vegetações (Figuras 22). O círculo branco indica o local das

caçambas para descarte de RCD (Figura 23). Volumosos como sofás e colchões são usualmente encaminhados para reciclagem. Quando totalmente preenchidos, os contêineres e as caçambas são encaminhados para esvaziamento na Estação de Tratamento de Resíduos de Construção Civil (ETRCC).

Figura 19 – Vista superior do PEV Santa Angelina



Fonte: Google Maps (2020)

Figura 20 – Baias para deposição de recicláveis



Fonte: Autora (2020)

Figura 21 – Contêiner para depósito de madeiras



Fonte: Autora (2020)

Figura 22 – Contêiner para depósito de vegetação



Fonte: Autora (2020)

Figura 23 – Caçambas para depósito de RCD



Fonte: Autora (2020)

Até 2019 o limite de descarte individual era de 0,5 m³ para resíduos de construção e demolição e 1 m³ para volumosos, e que com a mudança da lei aumentando o limite para 2 m³ e 4 m³, respectivamente, o sistema ficou afogado. O gestor do PEV afirma que somente de RCD são descartadas, em média, 2 caçambas por dia em cada unidade, e que não há casos de cidadãos que pagam quando ocorre a extrapolação do volume de resíduos por ser mais barato encaminhá-los até a usina de reciclagem, não gerando renda para os PEV.

O gestor da unidade também afirma que o maior problema enfrentado na gestão das unidades é a dificuldade em lidar com a população que não obedece a todas as normas do PEV. Muitos cidadãos barrados, seja pela tentativa de descartar volumes acima do permitido ou resíduos misturados, desrespeitam os funcionários do local, e ainda existem ocasiões nas quais os

resíduos de classes diferentes misturados passam despercebidos, como quando encontram-se encobertos de resíduos homogêneos.

A Figura 24 ilustra um funcionário do PEV retirando materiais descartados irregularmente nos contêineres de madeira, e a Figura 25 alguns já retirados do contêiner de vegetação. Caso os materiais retirados não sejam reciclados pela cooperativa, são encaminhados para descarte em aterro.

Figura 24 – Limpeza de materiais inadequados no contêiner de madeiras



Fonte: Autora (2020)

Figura 25 – Materiais retirados do contêiner de vegetações



Fonte: Autora (2020)

O PEV Santa Angelina possui funcionamento organizado e efetivo, visto que os materiais realmente são separados de acordo com sua origem. A implementação do software de controle na portaria, ainda que recente, demonstra o interesse do DAAE em automatizar e otimizar o processo de gestão dos resíduos na cidade.

Durante a visita, foi possível observar que o PEV recebe bastante materiais em bom estado de conservação que poderiam ser facilmente reutilizados, reduzindo o volume encaminhado para a ETRCC, como exemplificam as Figuras 26 até 30.

Figura 26 – Telhas em perfeito estado de conservação



Fonte: Autora (2020)

Figura 27 – Telhas e tijolos em perfeito estado de conservação



Fonte: Autora (2020)

Figura 28 – Pastilhas em bom estado



Fonte: Autora (2020)

Figura 29 – Cacos de azulejo



Fonte: Autora (2020)

Figura 30 – Inter travados em perfeito estado



Fonte: Autora (2020)

5.1.3 Estação de Tratamento de Resíduos da Construção Civil (ERTCC)

A Estação de Tratamento de Resíduos de Construção Civil (ETRCC) é responsável por receber, triar e depositar de maneira correta no solo os resíduos recolhidos nos PEV e advindos de obras do DAAE. O engenheiro civil responsável pela unidade afirmou que frequentemente são utilizados RCD processados em obras próprias do DAAE, e que a empresa responsável pelo procedimento é a Morada do Sol Ambiental.

Ocorre grande comunicação entre a ETRCC e a usina de reciclagem devido à localização geográfica privilegiada, ilustrada pela Figura 31, que indica com o círculo vermelho a posição da ETRCC, e o alaranjado a Morada do Sol Ambiental. Também a relação se dá pela necessidade de minimização do passivo ambiental por parte da usina (a ser explicado no próximo item), que passou a doar alguns materiais ao DAAE.

Figura 31 – Localização da Estação de Tratamento de Resíduos de Construção Civil (vermelho) e da Morada do Sol Ambiental (laranja)



Fonte: Google Maps (2020)

Os materiais de construção e demolição que chegam na unidade são inicialmente peneirados (e caso seja necessário, processados) em frações de areia e brita para utilização própria em obras do DAAE, como no assentamento de tubulações e regularização do aterro, processo que reduz consideravelmente o volume de RCD inutilizado. Os demais resíduos recebem tratamento diferente: as vegetações (identificadas como massa verde e raspagem de terreno) são trituradas e depositadas no aterro, enquanto madeiras, sofás, colchões e afins (resíduos volumosos diversificados), quando não são encaminhados para a reciclagem no PEV, vão diretamente ao aterro.

Cabe a observação que não deveriam ser descartados no mesmo ambiente galhos de árvores e colchões, por exemplo, visto que é um local previsto para receber apenas para resíduos de construção civil. No entanto, após o encerramento das atividades do lixão municipal, tornou-se muito custoso transportar todos os resíduos até Guatapará, portanto houve uma adaptação na licença da ETRCC para acolher estes outros resíduos volumosos.

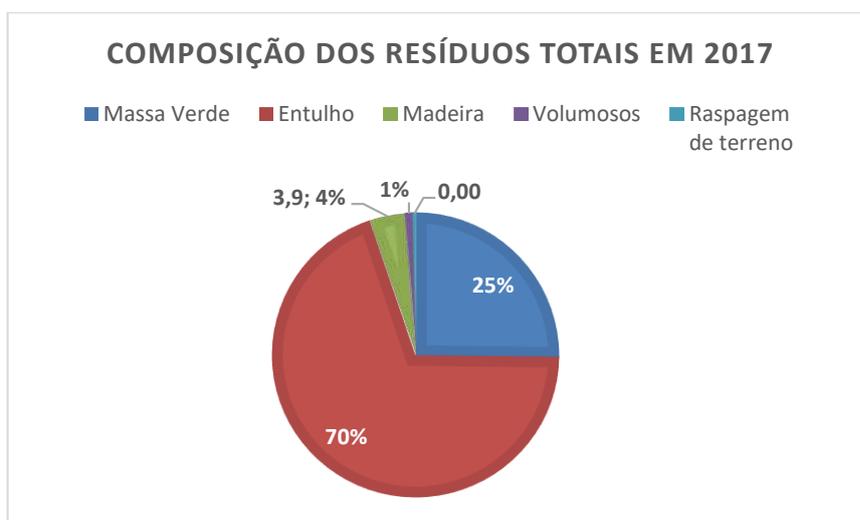
Dados fornecidos pelo gerente da unidade permitem visualizar que os RCD estão em eminência perante os demais resíduos coletados, conforme mostra a Tabela 3 e as Figuras 32 a 34, sendo que somente nos últimos três anos a massa de entulho totalizou 80.837,90 toneladas. Do total, em torno de 70% do volume é recebido diretamente pela ETRCC, e os outros 30% são distribuídos entre as unidades dos PEVs.

Tabela 3 – Dados de geração de resíduos no município entre 2017 e 2019

	População (habitantes)	Massa total de resíduos (T)	Massa de entulho (T)	Participação do entulho nos resíduos coletados (%)	Geração de entulho per capita (T/hab)
2017	230.770	44.426,40	30.941,97	69,65	0,13
2018	233.744	35.865,15	19.063,93	53,15	0,08
2019	236.072	48.614,37	30.832,00	63,42	0,13
TOTAL		128.905,92	80.837,90		

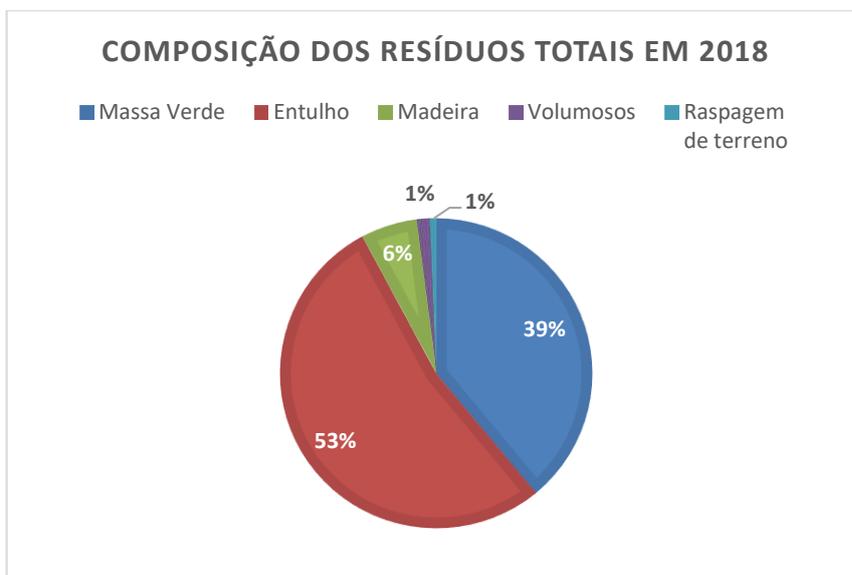
Fonte: Autora (2020) a partir das informações fornecidas pelo DAAE

Figura 32 – Composição dos resíduos recebidos pelo DAAE em 2017



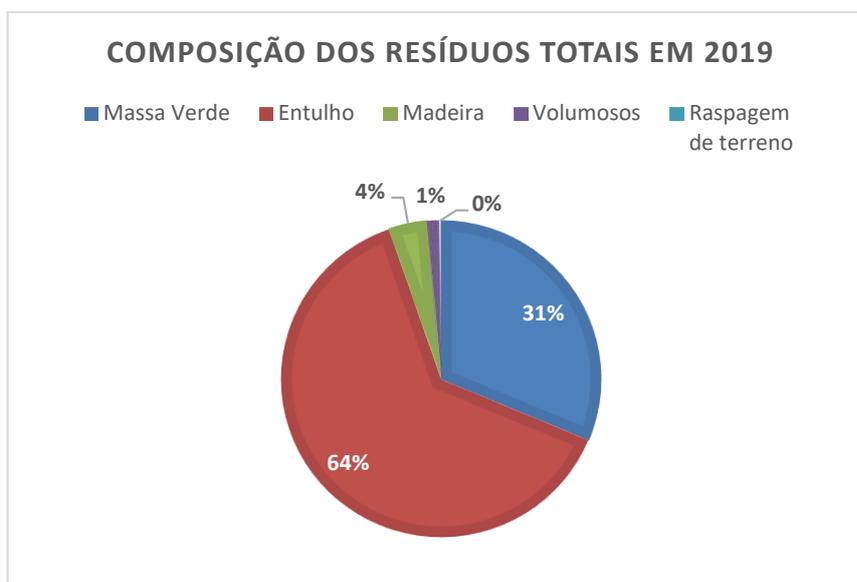
Fonte: Autora (2020)

Figura 33 – Composição dos resíduos recebidos pelo DAAE em 2018



Fonte: Autora (2020)

Figura 34 – Composição dos resíduos recebidos pelo DAAE em 2019



Fonte: Autora (2020)

Comparando os anos de 2017 e 2019, nota-se uma continuidade na massa de resíduos recebidos, interrompida em 2018 por uma redução considerável. Neste ano, o DAAE freou a coleta e o recebimento dos materiais devido à sobrecarga do sistema, que acarretou em diversas denúncias de descarte irregular de resíduos pela cidade. Portanto, apesar de os números registrados terem reduzido, não se pode inferir que a cidade gerou menos resíduos em 2018.

A fim de estimar a amplitude dos gastos municipais destinados ao manejo de RCD, foram coletados dados do Portal da Transparência do DAAE relativos ao ano de 2019. Porém, cabem algumas ressalvas: como não foi possível acessar os contratos íntegros firmados entre o órgão e as empresas, alguns dos valores podem englobar o manejo de outros resíduos além dos RCD (por exemplo, a empresa responsável por coletar os materiais dos PEV e levar à ETRCC provavelmente não transporta somente RCD); além disso, não há como estimar e nem distinguir os valores das contas de energia e das folhas de pagamento dos funcionários, pois são informações sem detalhamento no portal.

Os gastos considerados nesta etapa estão contidos no item “Atividades Operacionais do Sistema de Resíduos Sólidos”, que empenhou R\$ 26.672.166,88 para o ano de 2019. A partir da seleção dos dados contidos nesta seção, foi obtido o valor de R\$ 3.215.986,49 destinados ao manejo de RCD advindos dos PEV e da ETRCC, conforme detalha a Tabela 4.

Tabela 4 – Valores relacionados ao manejo de RCD no município extraídos do Portal da Transparência

Nome da empresa	Sector de atuação	Valor pago
PESATO - FABRICACAO, MONTAGEM E MANUTENCAO INDUSTRIAL EIRELI - EPP / COMERCIAL VALMAG LTDA / LUBRISETE COMÉRCIO DE LUBRIFICANTES AUTOMOTIVOS E INDUSTRIAIS LTDA. / OFICINA CANDIDO RINCAO LTDA / SHARK MÁQUINAS PARA CONSTRUÇÃO LTDA / LIPPEL ENGENHARIA E EQUIPAMENTOS EIRELI - ME / MB CRUSHER DO BRASIL COMÉRCIO DE EQUIPAMENTOS LTDA	Manutenção e renovação de equipamentos	R\$ 303.409,80
GASODIESEL PRODUTOS DE PETRÓLEO LTDA	Combustível de veículos e equipamentos da ETRCC	R\$ 50.250,00
PLANTAG SERVIÇOS EIRELI - ME	Manutenção geral nas áreas de tratamento de resíduos (ETRS - Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos e RCC - Resíduos de Construção Civil)	R\$ 556.235,65
SOBRAL MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO LTDA - ME / MARISA ELIZABETE BRIZOLARI & CIA. LTDA. - ME	Materiais para manutenção dos PEVs e da ETRCC	R\$ 19.598,29
TW PROJETOS EIRELI	Manutenção nos PEV devido ao aumento da demanda pela modificação da lei	R\$ 13.980,00
VERGILIO ANTONIO TOLEDO DA SILVA 21469312808	Desenvolvimento de aplicativo para controle dos PEV e ETRCC	R\$ 16.980,00
CAVO SERVIÇOS E SANEAMENTO S/A	Operação da estação de transbordo, transporte e disposição final dos resíduos sólidos urbanos inertes	R\$ 85.017,75
ABSOLLUTA EM SERVIÇOS TERCEIRIZADOS LTDA - ME	Prestação de serviço de triagem na ATT	R\$ 413.515,61
UNIPER - HIDROGEOLOGIA E PERFURACOES EIRELI / AGF ADMINISTRADORA DE BENS LTDA-EPP	Locação de veículos (caminhões) e/ou equipamentos (pá carregadeira) para transporte de materiais dos PEVs e ATTs à ETRCC	R\$ 885.217,92
MORADA DO SOL AMBIENTAL R. R. C. CIVIL LTDA - EPP	Serviços de triagem, peneiramento e tratamento de RCD	R\$ 856.181,47
INOCENTE & INOCENTE LOCAÇÃO DE CACAMBAS LTDA	Locação de caçamba para "Caçamba Comunitária"	R\$ 15.600,00
	TOTAL	R\$ 3.215.986,49

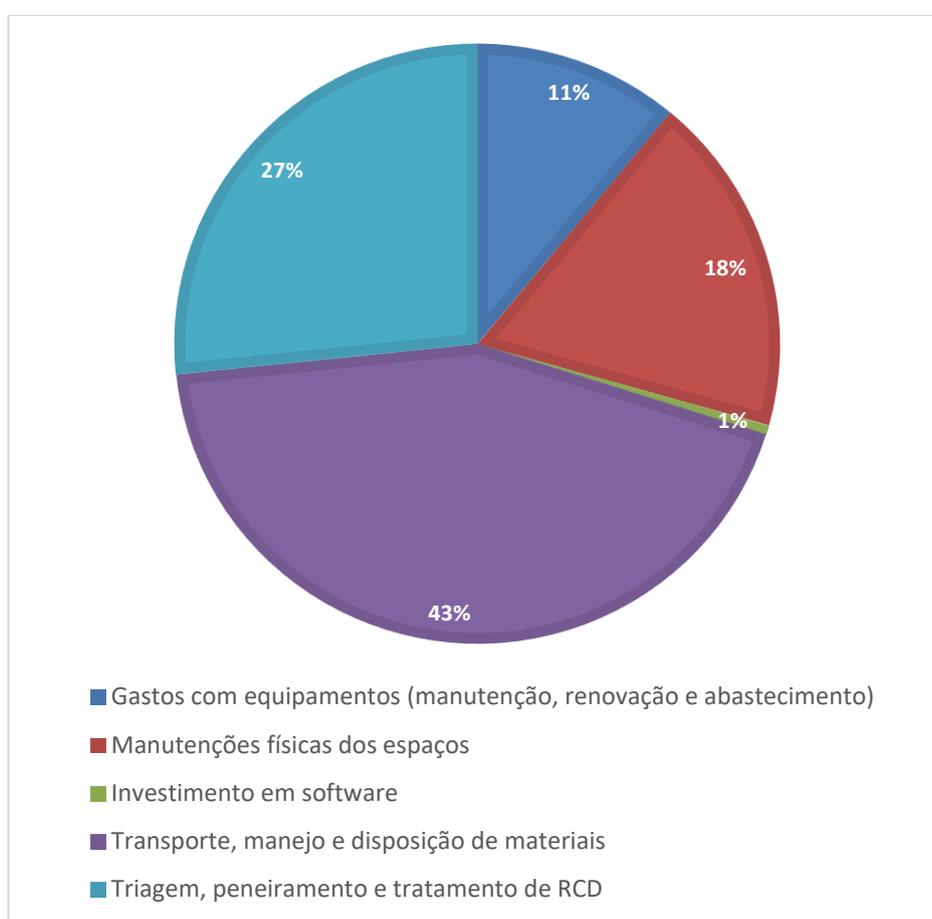
Fonte: Autora (2020) a partir das informações do Portal da Transparência
(<http://transparencia.cebi.com.br/015/Despesa/Despesas>, 20 de junho, 15:33)

Apesar do valor obtido representar apenas 11,74% do valor total do item, é uma quantidade considerável na medida em que quase se equipara ao investimento municipal em compras de medicamentos para a rede pública de saúde em 2016, que foi de aproximadamente R\$3.649.986,68 (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA, 2019). Ou seja, se os

RCD recebessem outra destinação que não fosse o sistema de limpeza municipal, seria possível destinar para outra finalidade este montante.

Nota-se que boa parte dos recursos destinam-se à empresas relacionadas ao transporte dos resíduos e serviços de processamento dos materiais. Agrupando as empresas contratadas por segmentos de atuação, é possível projetar a Figura 35 e visualizar que os gastos com transporte, manejo e disposição final disparam à frente dos demais, seguidos pelos serviços de processamento de RCD e conservação de equipamentos.

Figura 35 – Gastos segmentados por setor de atuação de cada empresa



Fonte: Autora (2020)

É interessante ressaltar que o investimento no software de gestão dos PEV e da ETRCC surgiu após a sobrecarga do sistema de recepção de resíduos ocorrida em 2018, e que o valor deste contrato é ínfimo quando comparado aos demais, representando apenas 1% do total.

5.1.4 Usina de Reciclagem

A Morada do Sol Ambiental é a única usina de reciclagem de RCD de ondem privada em Araraquara que recebe, tria e recicla materiais residuais de construções, reformas e demolições. Os materiais processados e vendidos pela empresa são:

- Areia: argamassas de assentamento de alvenaria e pisos, pisos e tijolos de solo-cimento e blocos;
- Bica corrida: composta pela mistura de pó de pedra e britas 1 e 2 utilizada em base e sub-base de pavimentação de estradas e pisos de concreto;
- Britas 1 e 2: concretos e drenos, podendo ser utilizada em pavimentações e calçamentos;
- Rachão: dimensão máxima característica de 150 mm, utilizado em pavimentação, drenagem e terraplenagem;
- Cavaco de madeira: utilizados na produção de chapas compensadas e para a produção de energia a partir de biomassa;
- Solo: a empresa recebe solo proveniente de cortes e armazena para posterior venda.

A visita foi guiada pelo sócio-proprietário da empresa, que apresentou a ampla área contendo dois espaços de triagem, sendo a triagem inicial indicada em vermelho e a secundária em branco na Figura 36, e dois espaços de processamento identificados pelas cores laranja e branca que indicam, respectivamente, o processamento de madeira e de materiais granulares.

Figura 36 – Vista superior da Morada do Sol Ambiental



Fonte: Google Maps (2020)

Os transportadores são recebidos na portaria, onde realizam o cadastro apresentando a documentação necessária e alegam o volume a ser depositado, que possui valor de R\$30,00 o metro cúbico. Os resíduos Classe A são depositados inicialmente em uma pilha (Figura 37) para realizar uma triagem simples, retirando peças maiores de 2500 cm² que não são recebidas pela usina devido à dificuldade logística de triturá-las, tornando-as apenas descartável. Além disso são separados as madeiras e os materiais não reciclados pela usina.

Figura 37 – Deposição temporária de RCD para triagem inicial



Fonte: Autora (2020)

Os resíduos de madeira são aglomerados e posteriormente triturados por um moedor, que transforma peças grandes em cavaco de madeira, conforme Figura 38. Já materiais recicláveis como papelão, latas de tinta, sacos de cimento e afins são separados e posteriormente coletados por empresas parceiras responsáveis pela reciclagem específica de cada espécie.

Figura 38 – Processamento da madeira



Fonte: Autora (2020)

Os materiais que não são reciclados pela usina e nem por empresas parceiras (Figura 39) são encaminhados para o descarte correto.

Figura 39 – Materiais separados para descarte



Fonte: Autora (2020)

Após a triagem inicial dos RCD, os materiais são coletados por uma retroscavadeira e transferidos para uma plataforma vibratória que integra a segunda etapa de triagem, composta por parte manual e parte mecânica, conforme mostram as Figuras 40 e 41.

Figura 40 – Retroscavadeira transferindo materiais para a segunda etapa de triagem



Fonte: Autora (2020)

A plataforma inclina-se vibrando, transferindo os materiais para a esteira rolante, que pela velocidade reduzida permite a separação manual de resíduos que não sejam os reciclados pela empresa. A esteira carrega os RCD triados até um segundo monte, ilustrado à esquerda da Figura 41. É possível notar grande quantidade de material particulado em suspensão, apesar da tentativa de contenção com jatos de água.

Figura 41 – Segunda etapa de triagem e reserva dos triados



Fonte: Autora (2020)

Os materiais são retirados do monte triado pela retroescavadeira e inseridos no britador, que tritura o material nas granulometrias de areia e britas 1 e 2, conforme Figura 42. Há adição de um imã na esteira rolante após o processo de britagem que retira qualquer impureza metálica dos materiais, conforme Figura 43.

Figura 42 – Processo de trituração em diferentes granulometrias



Fonte: Autora (2020)

Figura 43 – Imã para retirada de impurezas metálicas



Fonte: Autora (2020)

Por fim, os caminhões de transporte do material processado são carregados e destinados ao comprador, conforme Figura 44.

Figura 44 – Carregamento dos caminhões para entrega ao cliente



Fonte: Autora (2020)

Nas Figuras 45 e 46 é possível visualizar montanhas de material recebido não processado que demoram de 3 a 4 anos para serem individualmente anulados, segundo estimativa do sócio-proprietário. Este passivo ambiental gera pressão na empresa por parte da CETESB, visto que o local não é um aterro, portanto não deveria ocorrer acúmulo. A usina atualmente recebe em média 6000 m³ por mês e possui taxa de conversão em reciclados de apenas 20%, ou seja, apenas 1200 m³ de material é vendido por mês.

Figura 45 – Passivo ambiental com vegetação madura estabelecida



Fonte: Autora (2020)

Figura 46 – Passivos ambientais da usina



Fonte: Autora (2020)

Na visão do sócio-proprietário da usina, a baixa evasão dos materiais para o mercado se dá principalmente pela cultura construtiva nacional não utilizar materiais reciclados, apontando ainda a deficiência de matérias específicas que abranjam o assunto nas universidades nacionais e compartilhou, em tom de curiosidade, que ajudou a implementar uma disciplina relativa à estes materiais em uma universidade particular com a ajuda da Abrecon.

Além disso, atribuiu a alta disponibilidade de materiais naturais como um fator agravante da situação, ainda que o valor das britas recicladas seja mais barato, por exemplo, custando apenas R\$20,00/m³ enquanto o material natural custa R\$50,00/m³. Apesar da diferença de preço, a empresa assegura a qualidade de seus materiais exemplificando o uso preferencial de areia reciclada para o envelopamento de tubulações por parte do DAAE.

A empresa almeja uma parceria público-privada com a prefeitura municipal para dar maior vazão os produtos, como o Programa Melhor Caminho, que se baseia na recuperação de estradas rurais contra processos erosivos firmado entre prefeituras e a Companhia de Desenvolvimento

Agrícola de São Paulo (Codasp), ligada à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. A título de exemplo, as Figuras 47 e 48 apresentam fotos do processo de regularização de estradas rurais em Santa Lúcia (SP) para evitar o acúmulo de água, efetuado com uso de agregados reciclados produzidos e doados pela Morada do Sol Ambiental.

Figura 47 – Estrada recuperada com RCD reciclado em Santa Lúcia (SP)



Fonte: Morada do Sol Ambiental (2020)

Figura 48 – Detalhe de estrada recuperada em Santa Lúcia (SP)

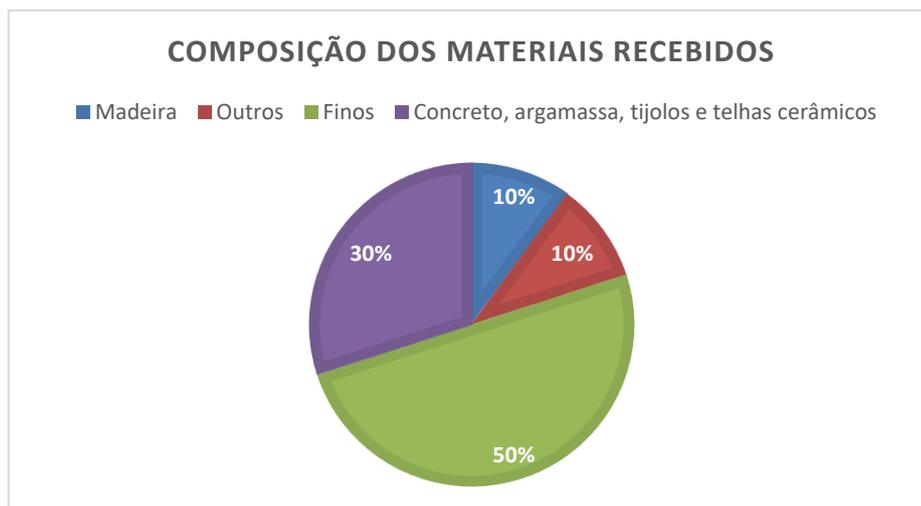


Fonte: Morada do Sol Ambiental (2020)

O poder público divide igualmente com o setor privado a carteira de clientes da empresa quando o assunto são os materiais processados, enquanto os apenas triados são majoritariamente destinados ao setor público. Esta divisão poderia ser alterada se a empresa contasse com uma equipe de vendas para otimizar a prospecção de clientes, sejam pessoas físicas ou jurídicas, ou mesmo para aumentar as atividades das páginas da usina na internet, o que o sócio assume ser uma falha, visto que estão há apenas 8 meses nas redes sociais.

A empresa também não faz uso de *softwares* de gestão específicos para usinas de reciclagem, controlam os dados por um programa simples e incompleto, porém afirmam que a empresa está aberta à novas possibilidades. Apesar disso, é possível estimar a composição dos resíduos recebidos conforme a Figura 49, sendo que a porcentagem de argamassa, concreto e cerâmicos pode variar até 40%.

Figura 49 – Composição dos materiais recebidos pela usina



Fonte: Autora (2020)

No geral, o funcionamento da usina mostra-se muito bem organizado e com grande potencial de expansão, se não fossem os 80% da capacidade de produção bloqueados pelos passivos ambientais. A empresa confia que a parceria público-privada auxiliará na minimização do passivo ambiental e, de fato, seria uma excelente solução, porém como o acordo é inexistente, poderia investir em marketing e na prospecção ativa de clientes da esfera privada.

Além disso, a empresa não utiliza um *software* adequado à finalidade da usina. Por exemplo, se algum funcionário deseja buscar o volume de cavaco de madeira produzido em um mês, o levantamento precisa ser manual. Isto demonstra uma perda de potencial produtivo da empresa, já que não ocorre o mapeamento da eficiência produtiva e custos agregados, dados faltantes que podem estar minimizando o lucro da empresa.

Com os valores obtidos durante a entrevista, foi possível estimar o valor de entrada mensal da usina, como mostra a Tabela 5. Não é conhecido o custo de operação para estimar a margem de lucro, porém é perceptível que a equação de receita da empresa ainda é sustentada pelo recebimento de materiais e não pela venda de reciclados, que ainda possui margem de lucro muito baixa.

Tabela 5 – Estimativa de receita da empresa

			Receita mensal
Volume recebido médio mensal (m ³ /mês)	6000	R\$ 180.000,00	R\$ 204.000,00
Valor por m ³ depositado	R\$ 30,00		
Taxa de reciclagem (m ³ /mês)	1200	R\$ 24.000,00	
Valor de venda do reciclado	R\$ 20,00		

Fonte: Autora (2020)

Durante toda a visita foram avistados materiais íntegros ou parcialmente conservados nos montes destinados ao descarte ou trituração, como tijolos e telhas cerâmicos, blocos de concreto e cacos de pisos cerâmicos, indicados nas Figuras 50 a 52.

Figura 50 – Tijolos íntegros encontrados na pilha de descarte



Fonte: Autora (2020)

Figura 51 – Tijolos e telhas cerâmicos parcialmente conservados encontrados na pilha de descarte



Fonte: Autora (2020)

Figura 52 – Cacos de vidro e madeira encontrados na pilha de descarte



Fonte: Autora (2020)

A empresa foi questionada sobre o histórico de recebimento de materiais em bom estado de conservação, como pisos cerâmicos inteiros, blocos decorativos de edifícios antigos, telhas intactas e afins, e afirmou que as vezes a empresa encontra itens do gênero, porém não é algo significativo, então não compensa dispendir mão de obra para a separação. Provavelmente, com algum tratamento tais itens poderiam ser facilmente reaproveitados, revendidos ou doados, o que auxiliaria na minimização do passivo ambiental da empresa.

O acúmulo de RCD realmente é um grande problema ambiental para a empresa, mas além disso, foi avistado um acúmulo de gesso em local descoberto e exposto à umidade (Figura 53). Sabe-se que a exposição do gesso à umidade possibilita a produção de gás sulfídrico, substância com forte odor e altos potenciais de intoxicação e inflamabilidade. Além disso, devido à facilidade de solubilização dos compostos, pode ocorrer a contaminação do solo e de águas subterrâneas, o que se torna preocupante visto que Araraquara localiza-se sobre o Aquífero Guarani, responsável por 70% do abastecimento público de água do município. Quando questionada, a usina informou o material não é reciclado pela empresa, porém o encaminha para disposição final, e que a cobertura local foi extraída acidentalmente por uma das máquinas que lá operam, mas logo irão repô-la.

Figura 53 – Gesso exposto à intempéries



Fonte: Autora (2020)

O contato com o sócio-proprietário da empresa permitiu a realização de uma breve entrevista com Levi Torres, coordenador da Abrecon. Ele afirmou que o contexto araraquarense é um reflexo do que acontece em âmbito nacional, as usinas geram mais receita através do recebimento de entulho do que pela venda de reciclados, o que acarreta o acúmulo de materiais e consequente entraves com passivos ambientais. Além disso, a maior parte dos clientes realmente abrange órgãos públicos, principalmente pelo produto ser um material grosseiro, bastante utilizado em obras de infraestrutura.

Na perspectiva de Levi, a construção civil nacional não conserva um compromisso com a sustentabilidade ambiental, cenário que permeia principalmente pelo baixo custo do aluguel de caçambas. A despesa atrelada a um serviço correto de triagem e destinação de alguns rejeitos encarece o processo, o que leva muitas empresas a buscarem aluguéis mais baratos que implicam diversas vezes em depósitos irregulares de entulho pelas cidades.

Não somente sobre os resíduos, Levi enxerga que a construção civil é negligente e omissa também com os fornecedores, visto que não há preocupação com a conformidade da extração dos materiais, seja no aspecto ambiental ou mesmo social. Citou como exemplo as extrações ilegais de areia e madeira, e as denúncias de trabalho em regime análogo à escravidão recorrentes no Polo de Gesso do Ararape, detentor de 40% da reserva mundial de gipsita.

Sobre o nível de desenvolvimento tecnológico, Levi confirmou que as usinas ainda possuem um nível de desenvolvimento tecnológico baixo principalmente dentro dos sistemas de gestão, seja na recepção dos resíduos ou na computação de estoque. Como é um mercado com menos

de 20 anos de existência no país, frisou que é natural esta lentidão, e que ela não ocorre apenas nas usinas de reciclagem, mas nos aterros de inertes e ATTs também.

6 Conclusão

Os resíduos de construção e demolição compõe uma pauta multifacetada e ainda penosa no Brasil. Primeiramente porque, apesar da legislação vigente, grande parte dos municípios ainda não possuem atividades de manejo de RCD, ou sequer um plano de gerenciamento estabelecido. Somado a isso, os dados relativos ao setor são desatualizados e muitos tomam como base premissas distintas, portanto torna-se nebuloso trabalhar com valores acurados.

Apesar da legislação nacional transferir a responsabilidade dos resíduos para os geradores, ainda se nota o processo inverso: a responsabilização do poder público pela coleta e gestão. Comprova-se o fato que o setor público detém mais de 60% dos aterros e 85% de áreas de reciclagem pelo país, além de fornecer serviços de coleta irregular e de pequenos geradores. Este comprometimento acaba direcionando recursos financeiros públicos que poderiam ser empregados em outras áreas.

Também nota-se o surgimento de uma responsabilidade fictícia das prefeituras sobre as usinas de reciclagem, que almejam o selamento de parcerias público-privadas como solução para a maioria de seus problemas. As leis realmente incitam que o poder público deve priorizar o uso de reciclados, porém deve-se manter claro que não é uma obrigação, trazendo a necessidade de expandir a carteira de clientes ao setor privado.

Seguindo os princípios da pirâmide invertida, as geradoras deveriam prezar pela redução na geração dos resíduos, porém esta ideologia é prejudicada principalmente pelo baixo custo dos serviços de caçamba, que acaba incentivando a visão destes itens como descartáveis. Confirma-se isto no caso estudado, no qual o custo estimado do serviço representou menos de 4% do valor total da obra para a construtora, então com esta percepção, torna-se mais difícil enraizar na cultura da empresa a utilização de *softwares* de gestão de resíduos, o uso de materiais reciclados em geral e o incentivo à usina de reciclagem, que opera hoje com apenas 20% da capacidade.

Encaminhar materiais de construção civil diretamente ao descarte implica no desperdício de recursos naturais, torna a emissão de gases poluentes gratuita e perde um potencial mercado. Estima-se que somente o serviço de coleta de materiais movimente R\$400 milhões por ano em

idades grandes, e que somado aos outros serviços que compõem o mercado de resíduos de construção e demolição, a movimentação salte para a casa dos R\$230 bilhões. O valor ainda pode ser agregado por ser um mercado com alto potencial tecnológico, visto exemplos de soluções já existentes.

Outro aspecto bastante interessante é perceber que nos locais de deposição de RCD, comumente são encontrados materiais em condições razoáveis de reutilização que poderiam facilmente retornar a processos construtivos sendo vendidos a menor curso ou mesmo doados em tentativa de minimizar o déficit habitacional brasileiro. O país conta com déficit quantitativo de 7.9 milhões de moradias, e mais 11 milhões que não atendes as condições mínimas de habitação, compondo o denominado déficit qualitativo (ARTEMÍSIA, 2020). Portanto, reinserir estes materiais no mercado é um ponto de vista conveniente tanto para o aspecto ambiental, quanto para o econômico e o social.

REFERÊNCIAS

ARARAQUARA. Lei Municipal Nº 6.352, de 09 de dezembro de 2005. Institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos e o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e dá outras providências. Araraquara, 2005.

“Araraquara, SP.” (05 mai. 2020). Google Maps. Google. Consultado em <https://www.google.com.br/maps/place/Central+Araraquara+de+Recebimento+de+Embalagens+de+Defensivos+Fitossanit%C3%A1rios/@-21.7689048,-48.1243082,835m/data=!3m1!1e3!4m1!1m7!3m6!1s0x94b8f680f7e32d53:0x9db7d4cc11f3a12d!2sAv+Gerv%C3%A1sio+Brito+Francisco,+Araraquara+-+SP!3b1!8m2!3d-21.7656602!4d-48.1220986!3m4!1s0x94b8f681a613dd2d:0x85e50978f862d146!8m2!3d-21.7667138!4d-48.1226921?hl=pt-BR>

“Araraquara, SP.” (08 mai. 2020). Google Maps. Google. Consultado em <https://www.google.com.br/maps/place/Bols%C3%A3o+Santa+Angelina/@-21.7677153,-48.186783,169m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x94b8f113140d4caf:0x48beb6cb0ab22e1f!8m2!3d-21.7673614!4d-48.1861199>

“Araraquara, SP.” (05 mai. 2020). Google Maps. Google. Consultado em <https://www.google.com.br/maps/place/Av+Gerv%C3%A1sio+Brito+Francisco,+Araraquara+-+SP/@-21.7656602,-48.1242873,835m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x94b8f680f7e32d53:0x9db7d4cc11f3a12d!8m2!3d-21.7656602!4d-48.1220986?hl=pt-BR>

ARTEMÍSIA. Tese de impacto social em habitação: oportunidades para empreender com impacto. 2020. Disponível em: <<https://artemisia.org.br/habitacao/>>. Acesso em: 24 de ago. de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>>. Acesso em: 07 de out. de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116:2004 Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (ABRECON). **Mapa Abrecon**, 2019a. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/mapa/>> . Acesso em: 03 de mar. de 2020.

BANCO DE DADOS CBIC. PIB Brasil e Construção Civil, 2020. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 07 de abr. 2020.

B2BLUE. B2Blue, 2020. Conectamos milhares de empresas para negociarem seus resíduos. Disponível em: <<https://www.b2blue.com/>>. Acesso em: 15 de mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa Brasil**. 2. ed. Brasília, 2014. Disponível em: <http://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2018/10/11/Estimativas_2ed.pdf>. Acesso em: 20 de mar. de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, 17 jul. 2002.

BRASIL. Ministério das Cidades. Ministério do Meio Ambiente. Área de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos: orientação para o seu licenciamento e aplicação da Resolução Conama 307/2002. 2005.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 3 ago. 2010.

BIOTHANKS. Biothanks, 2020. Transformando resíduos em um bem para a humanidade. Disponível em: <www.biothanks.com>. Acesso em: 15 de mar. 2020.

BUENO, C. Avaliação de Ciclo de Vida na Construção Civil: Análise de Sensibilidade. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Área de Concentração em Arquitetura Urbanismo e Tecnologia – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

CAMPOS, Felipe Henrique Azevedo. Análise do ciclo de vida na construção civil: um estudo comparativo entre vedações estruturais em painéis pré-moldados e alvenaria em blocos de

concreto. Belo Horizonte, 2012. 123 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

MACHADO, G. B. **O mercado de resíduos sólidos**. 2017. (1h36m10s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?time_continue=29&v=EY6iBIKgPF4&feature=emb_logo>. Acesso em: 06 de abr. 2020.

EUR-LEX. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council, of 19 November 2008, on waste and repealing certain Directives. Disponível em: < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>>. Acesso em: 03 de mar. 2020.

EUROPEAN COMMISSION. Service Contract on Management of Construction and Demolition Waste – Final Report, IEEP, 2011. Disponível em: <https://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/2011_CDW_Report.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2020.

EUROPEAN COMMISSION. Environment. Directive 2008/98/EC on waste (Waste Framework Directive). Last updated: 17 Jun. 2016. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>>. Acesso em: 25 de mar. 2020.

EUROSTAT. Waste statistics. Oct. 2016. Disponível em: <http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Waste_statistics>. Acesso em: 09 mar. 2020.

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

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil - Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7669/1/RP_Diagn%C3%B3stico_2012.pdf>. Acesso em: 09 de mar. 2020.

JALALI, S.; TORRALBA, F. P. A Sustentabilidade dos Materiais de Construção. 2ª ed. Universidade do Minho: Tecminho, 2010. 400 p

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. Artigo. São Paulo: PCC-EPUSP. Disponível em:

<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37199623/CETESB.pdf?1428068111=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DReciclagem_de_residuos_da_construcao.pdf&Expires=1598045308&Signature=LVu76UXZYsFPtken6t4ldgL-mS6wp-tfxZXrtCeUyTEQoKeIZthWsOywmbAnasVgDzxQ6GIJzrehhJvEw0ns-jbcvoOkCbu6GkQ4U2b2OzOG602NIVA5hAu3DpPuH2XhlKIMCkRy0RztCMBY0IS-f-SkjwibpCQSoJwrvNX6bwVks4IAWtAuP6J9TN2h75K96qbYDpdscCZ8xfjXILPBvNAbjINUWhksZzxIon2p~usmw7EBOqaggon1hF2EbKaihDDGbRnDcdruf3L0O0Vtbv0CxIZHmBnWEW7cutXrmdr53bgY6lh0HwnR9pT2toesMc69OME0FbBwgLm8QHE4vw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>. Acesso em: 21 de agosto de 2020.

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.

Como a startup VG lucra ao unir gestão ambiental e um marketplace para resíduos industriais. Projeto Draft, 2017. Disponível em: <<https://www.projtodraft.com/como-a-startup-vg-residuos-esta-unindo-a-gestao-ambiental-e-um-marketplace-para-residuos-industriais/>>. Acesso em: 06 de abr. 2020.

PESSOA, M. L. (Org.). PIB e VAB do RS. In: __. Atlas FEE. Porto Alegre: FEE, 2017. Disponível em: < <http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/economia/pib-vab-do-rs/> >. Acesso em: 7 de abr. 2020.

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA. Notícias: Prefeitura investe 38% do total do Orçamento em Saúde, 2019. Disponível em: <<http://www.araraquara.sp.gov.br/noticias/2019/Janeiro/25/prefeitura-investe-38-do-total-do-orcamento-em-saude>>. Acesso em: 20 de jun. 2020.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA DAAE – ARARAQUARA. Despesas: Resumo. Disponível em: <<http://transparencia.cebi.com.br/015/Despesa/Despesas>>. Acesso em: 20 de jun. 2020.

SILVA, M. B. L. Novos materiais à base de resíduos de construção e demolição (RCD) e resíduos de produção de cal (RPC) para uso na construção civil. Dissertação de Mestrado

apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais PIPE, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/259.pdf>>. Acesso em: 09 de mar. 2020.

SINDUSCON SP – SINDICATO DA CONSTRUÇÃO. Folheto: Resíduos da Construção Civil, 2012. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/sigor/wp-content/uploads/sites/37/2014/12/%C3%81reas-de-Reciclagem-e-Aterros-Res%C3%ADduos-Classe-A.pdf>>. Acesso em: 25 de mar. 2020.

SMARTSITE. SmartWaste, 2020. Environmental site monitoring and reporting software. Disponível em: <<https://www.bresmartsite.com/products/smartwaste/>>. Acesso em: 17 de mar. 2020.

SOBRA DA OBRA. Sobra da obra, 2019. Doe ou negocie a sobra da sua obra e resolva seu problema de espaço. Disponível em: <<https://www.sobradaobra.com.br/>>. Acesso em: 15 de mar. 2020.