The background of the cover is a grayscale photograph of a large pile of scrap metal. The metal pieces are of various shapes and sizes, including what appears to be a large circular flange or ring in the lower-left foreground, and many smaller, irregular fragments scattered throughout. The lighting creates highlights and shadows, giving the pile a three-dimensional appearance.

**A SUCATA DE FERRO NO MUNICÍPIO DE SOROCABA-SP: UM  
ESTUDO NA PERSPECTIVA DA ECONOMIA CIRCULAR**

**RELATÓRIO TÉCNICO 01/2019**

**EDSON RIBEIRO  
DANIEL BERTOLI GONÇALVES**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS  
TECNOLÓGICOS E AMBIENTAIS  
UNIVERSIDADE DE SOROCABA - UNISO**

**SOROCABA-SP, 2019**

## RESUMO

Ao longo dos últimos anos, vários autores tem afirmado que um dos grandes desafios da sociedade tem sido a destinação dos resíduos sólidos urbanos. Entre os resíduos que podem ser reutilizados estão os metais, que normalmente são utilizados na confecção de peças e produtos, para reforço estrutural, esquadrias, portas, janelas, portões, grades, entre outras utilizações. Visto que em boa parte dos municípios, o comércio informal de sucatas acaba assumindo um papel importante na recolocação de parte desses resíduos no mercado, este trabalho de pesquisa procurou traçar um panorama do mercado de sucata na cidade de Sorocaba-SP, discutindo os aspectos técnicos do reuso de sucata ferrosa em projetos de construção civil, assim como suas tendências e possibilidades, na perspectiva da economia circular. O estudo aponta que apesar do grande número de estabelecimentos que trabalham com sucata ferrosa, e da boa qualidade e da variedade de materiais encontrados nestes estabelecimentos, seu reuso ainda é pequeno e limitado. Na perspectiva de melhorar a sustentabilidade da construção civil, o estudo sugere ações para maior aproximação dos profissionais com o comércio de sucata ferrosa, conscientização da mão de obra e treinamentos técnicos para o reaproveitamento desse resíduo como matéria prima nos projetos.

**Palavras-chave:** Economia Circular. Reuso. Sucata ferrosa. Resíduos Industriais. Sustentabilidade.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REUSO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	4
3. A SUCATA FERROSA NO MUNICÍPIO DE SOROCABA-SP .....	7
3.1. CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS ESTABELECIMENTOS .....	12
4. POTENCIAL DO REUSO DA SUCATA FERROSA NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	19
4.1. ALGUNS EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE SUCATA EM CONSTRUÇÕES .....	22
5. PROPOSTAS PARA MELHORIAS NO REUSO DA SUCATA.....	24
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
REFERÊNCIAS .....	25

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente o destino da maior parte da sucata ferrosa recolhida nos municípios é a reciclagem pela siderurgia. Apesar de ser considerada ambientalmente adequada, do ponto de vista da economia circular a reciclagem de materiais com potencial de reuso representa uma perda energética considerável. Por tal razão, o reuso de materiais normalmente encontrados no comércio de sucatas, como vigas, barras de aço, arames, perfis estruturais, malhas pop, telhas galvanizadas, chapas, treliças, vergalhões, estribos nervurados, entre outros, tem potencial de reduzir os impactos ambientais dos sistemas construtivos.

Visto que em boa parte dos municípios, o comércio informal de sucatas acaba assumindo um papel importante na recolocação de parte desses resíduos no mercado, neste trabalho buscou-se realizar um mapeamento dos estabelecimentos comerciais que trabalham com sucata ferrosa no município de Sorocaba, bem como a identificação dos materiais disponível nestes estabelecimentos, e que estariam em condições adequadas para o reuso na construção civil ou em outros segmentos. A partir destas informações, buscou-se desenvolver uma série de recomendações técnicas e organizacionais para o reuso destes materiais.

A pesquisa de campo foi iniciada com visitas aleatórias a alguns estabelecimentos comerciais que trabalham com compra e venda de sucata, entre 2017 e 2018, de modo a identificar o caminho percorrido pela sucata ferrosa, como ele chega nos estabelecimentos, como é classificada, como acontece a venda, entre outras informações.

Através de conversas informais com funcionários destes primeiros estabelecimentos, foi possível identificar a localização de vários outros estabelecimentos, que foram visitados posteriormente.

O trabalho inicial de amostragem foi realizado em estabelecimentos localizados nos bairros: Jardim Novo mundo, Jardim Manchester, Jardim Tatiana, Central Parque, Piazza de Roma, Jardim Júlio de Mesquita, e Sorocaba I, que tem uma população, na sua maioria, de baixa renda, onde residem muitos coletores de recicláveis, que acabam alimentando pequenos estabelecimentos comerciais que compram e revendem estes produtos.

Por esta amostragem foi possível concluir que em Sorocaba havia uma estimativa de 200 pequenos estabelecimentos, sendo a maior parte ainda na informalidade, além de alguns poucos médios e grandes, que atuam neste segmento.

Diante do número elevado, optou-se por uma estratégia de seleção, buscando informações junto a Associação Comercial de Sorocaba, o Cadastro Imobiliário do município, e o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município de Sorocaba-SP (SHS, 2014), que traziam algumas informações pontuais sobre a presença destes estabelecimentos.

Após essas consultas foram identificados 70 estabelecimentos com registros, dos quais foram visitados 52. As informações foram coletadas através de conversas informais com proprietários e funcionários, de modo a identificar e caracterizar tipos e quantidades de materiais, forma de classificação e comercialização, que estão descritas a seguir. Em alguns destes estabelecimentos foram feitas fotografias para ilustrar a pesquisa, quando autorizadas, tomando-se a precaução de não expor pessoas, marcas ou identificações que pudessem comprometer de alguma forma os estabelecimentos visitados. Imagens ilustrativas adicionais foram buscadas no banco de imagens do Google, de livre acesso, como imagens de satélite, vistas de ruas e fachadas.

## 2. REUSO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Ao longo dos últimos anos, vários autores tem afirmado que um dos grandes desafios da sociedade tem sido a destinação dos resíduos sólidos urbanos (ADLER& AMAZONAS, 1992); (JACOBI& BESEN, 2000; 2011); (BORN, 2000); (BRAGA& DIAS, 2008); (COUTO& FRADE, 2009); (BESEN, 2010); (SANEX, 2011); (SIMÕES, 2013); (GONÇALVES, 2016). O volume imenso e a diversidade de materiais têm sido um entrave para os atuais modelos de coleta e destinação, tornando necessária a busca por soluções.

A necessidade de ampliação dos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos é uma demanda inerente ao processo de urbanização que ocorre em praticamente todos os países. Entre 1979 e 1990, enquanto a população mundial aumentou em 18%, o lixo produzido no mesmo período cresceu 25%. No Brasil, 240 mil toneladas de lixo domiciliar são geradas diariamente, perfazendo uma produção média diária maior do que 1 kg de resíduos sólidos por habitante (BESEN, 2010).

O crescimento da geração de resíduos sólidos urbanos em uma taxa superior ao crescimento populacional conjugado à falta de planejamento do setor faz com que, nos grandes centros urbanos, milhares de toneladas de resíduos sejam despejadas diariamente nos lixões ou em aterros sanitários, encurtando sua vida útil.

A natureza trabalha de forma contínua, na absorção, degradação, diluição, dispersão e redução dos resíduos indesejados, mas isto vem sobrecarregando os ecossistemas, devido ao grande volume de resíduos.

O descarte irresponsável de material sólido em locais inapropriados é responsável pela poluição de mananciais e do ar, pela multiplicação de insetos nocivos e vetores, entre outros problemas (BESEN et al., 2010).

Segundo Lutzenberger (2000 apud LISBOA, 2002), coisas definidas como lixo, resíduo, esgoto são consideradas ruins, mas para o autor não existe coisa ruim, pois o que chamamos de resíduo é uma coisa boa no lugar errado.

Assim fazemos de conta que “aquele problema não é meu, mas é dos outros”, e o que encontramos é uma paisagem natural que está cada vez mais ameaçada pelo lixo, dejetos orgânicos, chuva ácida e lixo químico. Do ponto de vista ambiental o planeta chegou à beira da falência dado a retirada constante dos recursos naturais como se eles fossem eternos. (MILARE, 2011).

Segundo Jacobi e Besen (2000), equilibrar a geração de resíduos e a disposição final dentro de parâmetros ambientais seguros é o grande desafio da sustentabilidade urbana na sociedade contemporânea.

Segundo os mesmos autores, os pilares para a sustentabilidade estão apoiados em três práticas fundamentais que são “Reduzir, Reutilizar e Reciclar”, ações práticas e diretas que tem como objetivo minimizar o desperdício de materiais e produtos procurando extrair o da natureza a material prima de forma mais eficiente, reduzir o custo de vida e colocar em prática um desenvolvimento mais harmonioso com o meio.

Para Reduzir, é essencial que se trabalhe para minimizar a geração de resíduos em toda a cadeia produtiva, desde a extração da matéria prima até sua transformação, fabricação e utilização final pelo consumidor. Outro alerta muito colocado por diversos autores é quanto à adequação dos hábitos de compra de bens e serviços pelos consumidores, que deve estar de acordo com sua necessidade, de modo a evitar o desperdício, adotando hábitos mais sustentáveis. O mesmo vale para o consumo de água, energia e combustível.

Para Reutilizar é necessário fazer voltar o produto a mesma função ou outra, que não envolva transformação, fusão, derretimento. Já para Reciclar é necessário o envolvimento do produto no processo de transformação química ou física seja na reutilização da matéria prima sob forma original ou como matéria-prima para produção de novos materiais com finalidades diversas (JACOBI; BESEN, 2000).

A abordagem da economia circular tem provocado um movimento em nível mundial por novas tecnologias e aplicações, em estudos multidisciplinares que buscam discutir os impactos econômicos, sociais e ambientais dos produtos e processos, além de propor novos produtos e novas formas de produzir. Este conceito propõe que o valor dos recursos extraídos e produzidos seja mantido em circulação por meio de cadeias produtivas integradas, onde o destino de um material deixa de ser uma questão de gerenciamento de resíduos, e passa a ser um componente do processo de design de produtos e sistemas (WEBSTER, 2015).

Nesta visão de um sistema industrial regenerativo, destacam-se os sistemas de reparo, reuso, remanufatura, e reciclagem, em busca de benefícios operacionais e estratégicos nas cadeias de produção, de forma a manter ou mesmo aumentar o valor dos resíduos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/10, teve como objetivos o incentivo à reciclagem, o incentivo a avaliação de ciclo de vida de produtos e a adoção de tecnologia limpas e padrões sustentáveis de produção e consumo. A PNRS institui como condição para os municípios terem acesso à parte dos recursos financeiros da União, a existência de um plano municipal de resíduos sólidos, que deveria conter, dentre outras coisas: o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos, origem e caracterização; metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem (BRASIL, 2010).

A sucata de metais ferrosos, diferente de outros resíduos, dificilmente chega aos aterros, pois a disputa comercial esta presente em toda a sua trajetória, além do fato do metal ser um material que não necessita de trabalho adicional para sua transformação, sendo processado na forma bruta pela usina siderúrgica.

Os metais são geralmente separados em ferrosos e não ferrosos. Durante o processo de reciclagem os metais não ferrosos necessitam de uma melhor separação, pois alguns deles não formam ligas. Os metais não ferrosos são compostos basicamente de alumínio, cobre e suas ligas metálicas, latão, bronze, chumbo, níquel e zinco (KONRAD, 2006).

Segundo informação do setor de siderurgia, a cada mil quilos de sucata deixa-se de extrair 1140 Kg de minério de ferro junto com outros componentes para transformação em material, no dia – dia deixa-se de usar 154 Kg de carvão, redução de consumo de 70% de agua nas siderúrgicas é expressiva há uma diminuição de gases, a busca dos bens duráveis após a sua vida útil é um fator positivos juntos as preocupações ambientais (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014).

As indústrias vêm ampliando a reciclagem por que o aço é 100 % reciclável, mantendo as suas propriedades inalteradas sem a diminuição da sua qualidade para um novo produto.

Do minério extraído durante o processo de transformação é possível à inclusão de até 25% de sucata. Já nas siderúrgicas semi-integradas as mini-mills, são aciarias elétricas, onde metal é fundido, são mantidas principalmente por sucatas.

As siderúrgicas brasileiras consumiram 10,3 milhões de toneladas de ferro e aço o que equivale a 30% do total produzido (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014) a média mundial gira por volta de 28%, no Brasil a maior recicladora foi a Arcelor Mittal que reciclou 2,7 milhões de tonelada de sucatas na sua produção, em 2013.

As fontes de sucatas podem ser resíduo do processo siderúrgico, que são: cavacos, limalhas, rebarbas e peças defeituosas. Três milhões de sobra que retornam para o forno, sucatas pesadas são encontradas em “ferro velho” como viga, chapas, vergalhões, grelhas etc., As sucatas chamadas de obsolescências são material que após o uso são destinados ao “lixo”. Destes 7,3 milhões foram obtidas de variadas fontes na maioria são sobras industriais e resultado de demolição de obras civil. (BRASIL, 2009).

O recolhimento de material ferroso em área rural e urbana é um trabalho realizado por três mil empresas sucateira que estão presente em todo o país (CNI, 2012).

Segundo Trindade Júnior (2013), o mercado brasileiro de reciclagem de sucata ferrosa é, em grande parte, não profissional. A maioria das empresas é pequena ou média, com alto grau de informalidade e baixa capacitação técnica das pessoas envolvidas neste ramo.

O aço está presente em pelo menos nove de cada dez projetos, este material é considerado um dos mais reciclados e recicláveis do mundo e pode ser transformado em um novo aço sem perder a sua qualidade original e ser aproveitado 100% tem uma durabilidade extrema é um produto usado em larga escala em todo ramo industrial, sendo amplamente requisitado no mercado da construção civil.

O aço é essencial na geração e transmissão de energia e no cotidiano da população (CNI, 2012), todo o aço que foi consumido no mundo poderá, no futuro, ser reciclado e voltar a ser usado em novos produtos com novas finalidades.

No país existe um comércio intenso deste material, incluindo a exportação e importação de sucata metálica. (REOLANA; MEINEROB, 2013).

Segundo Trindade Junior (2013), o reaproveitamento de sucatas ferrosas, evita tanto custos ambientais intratemporais (poluição) da disposição deste rejeito como também os custos intertemporais (esgotamento) dos recursos naturais. Apesar de diminuir os níveis de poluentes, devido ao menor consumo de combustíveis fósseis utilizados nos processos siderúrgicos, e diminuir a poluição causada pela extração e beneficiamento das matérias-primas necessárias ao processo siderúrgico, o poder poluidor da indústria siderúrgica ainda é muito elevado.

Além disso, a indústria siderúrgica é grande consumidora de energia e de materiais, sendo responsável por um volume significativo de efluentes gasosos, líquidos e resíduos sólidos. Por esse motivo a indústria tem sido obrigada a buscar processos mais eficientes e a reciclar produtos e subprodutos do próprio processo.

### 3. A SUCATA FERROSA NO MUNICÍPIO DE SOROCABA-SP

O município de Sorocaba localiza-se na região sudeste do Estado de São Paulo (Figura 1), latitude 23°21' e 23°35' Sul e longitude 47°17' e 47°36' Oeste, estando a uma altitude média de 632 metros. Possui uma área de 449,08 km<sup>2</sup>, sendo 371,3 km<sup>2</sup> de área urbana e 84,7 km<sup>2</sup> de área rural, estando a 87 km da capital paulista.

**Figura 1 - Localização do município de Sorocaba**



Fonte: adaptado pelo autor de Emplasa (2018)

Na década 70 com as políticas governamentais de descentralização do desenvolvimento, o município passou a ter um destaque maior. Como a região já contava com uma boa infraestrutura viária para as atividades econômicas, Sorocaba passou a ser uma alternativa para a localização de empresas.

Na década de 1980, a indústria sorocabana indicou uma expansão superior à média estadual, tanto no setor intermediário como de capital, com destaque para o setor metal-mecânico e de consumo durável, com forte crescimento da indústria de vestiário, e da agricultura regional, que acompanhou a modernização aumentando a sua produtividade.

Nos anos 1990, Sorocaba foi beneficiada por outro movimento migratório de empresas no setor industrial, que buscaram regiões adjacentes à Capital na tentativa de diminuir custos. Com este deslocamento o município passou a ter destaque no contexto estadual, a base para tal acontecimento se deu pelo fato de estar interligado a importantes eixos viários, e a facilidade de acesso a portos e aeroportos (SÃO PAULO, 2012).

Em Sorocaba, de acordo com Simões et al. (2011), a Lei nº 5.192 de 02 de setembro de 1996 instituiu a coleta seletiva de lixo no âmbito municipal, a forma de realização da coleta seria definida pelos setores competentes e poderia ocorrer porta-a-porta ou através de postos de entrega voluntária (PEV).

O atual plano diretor de desenvolvimento territorial foi instituído pela Lei Municipal nº 7122, em 04 de abril de 2004, e foi revisada pela lei nº 8181, de 05 de junho de 2007. O objetivo deste plano foi definir objetivos e linhas de ação específicas para que alcance o desenvolvimento das funções sociais da cidade e organização da propriedade imobiliária urbana.

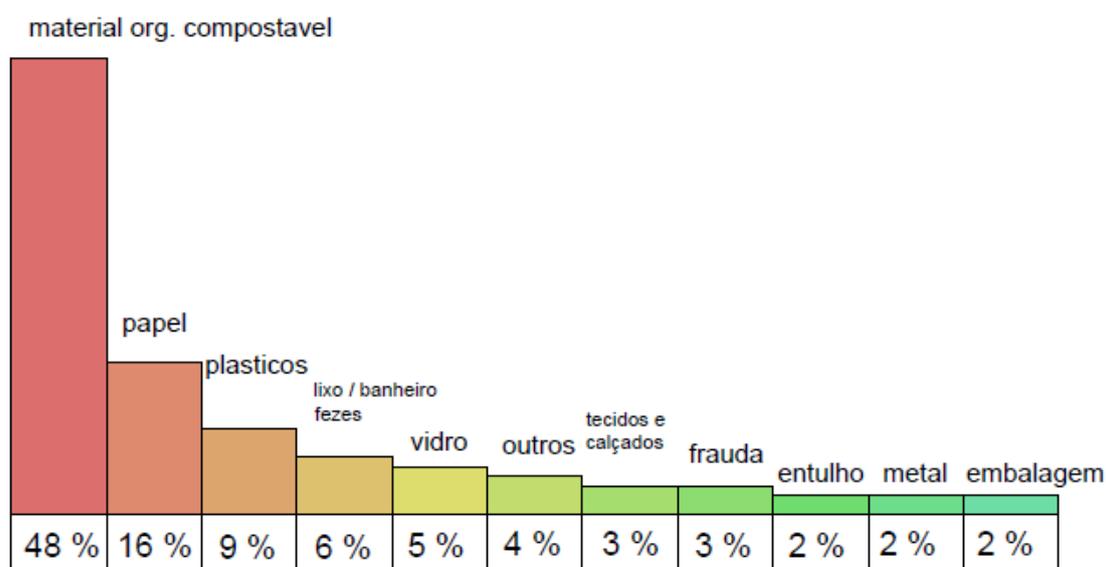
Esta legislação interage diretamente com a proposta de reaproveitamento de sucata, conforme o texto contido na seção IV parágrafo único I “controle da produção, coleta inclusive seletiva e disposição de resíduos; limpeza de ruas e de terrenos baldios.”.

De acordo com Simões (2013), o município de Sorocaba não possui nenhum contrato de concessão nos moldes de Parceria Pública Privada (PPP) para a gestão dos resíduos sólidos. Mas Sorocaba vem trabalhando para implantação de PPP como uma alternativa para resolver problemas que tenha como base a gestão pública.

Segundo o mesmo autor, dados da secretaria de Serviços públicos de Sorocaba revelam que cerca de 30% do peso e 70% do volume dos resíduos sólidos domiciliares são compostos por materiais potencialmente recicláveis, algo em torno de 3500 toneladas /mês.

Na figura 2 destaca-se que a composição gravimétrica dos resíduos sólidos do município em 2011.

**Figura 2 - Composição Gravimétrica de Resíduos Sólidos de Sorocaba**



**Composição Gravimétrica dos resíduos sólidos de Sorocaba**

Fonte: Sanex (2011)

Assim como em grande parte do país, as iniciativas de reciclagem no município partiram de uma fração marginalizada da população, rotulada como "catadores de lixo", que desde a década de 1980 encontravam no processo de recolhimento e venda de metais, papéis e garrafas de vidro, os recursos para o sustento de suas famílias. Com o passar dos anos e com a diversificação dos processos de reciclagem, tais trabalhadores informais foram buscando formas de melhorar sua situação social, trabalhista e econômica.

A assim, no vazio gerado pela ausência da atuação do poder público, a constituição de associações e cooperativas de "reciclagem" foi a saída. (GONÇALVES, 2017).

Segundo o autor, em 2017 o serviço de coleta seletiva estava dividido em regiões onde atuavam três cooperativas apoiadas pela prefeitura municipal, que atendem cerca de 25 mil residências, com o recolhimento de 330 ton/mês de resíduos. Em 2016 a Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Material Reaproveitável de Sorocaba – CATARES juntou-se a Cooperativa Reviver para formar a “Central de Reciclagem”.

Esta atende as Zonas Central, Sul, Noroeste e Nordeste. Atua com 60 cooperados, responsáveis por coletar e triar aproximadamente 200 ton/mês de resíduos. Já a Cooperativa de Reciclagem de Sorocaba – CORESO possui 78 cooperados, responsáveis por coletar e triar aproximadamente 130 ton/mês de resíduos das Zonas Norte, Oeste e Leste. (GONÇALVES, 2017).

O comércio sucateiro no município de Sorocaba começou de forma tímida e amadora, e com o crescimento do parque industrial e a necessidade das indústrias se enquadrarem na legislação ambiental, destinando adequadamente seus resíduos, o comércio sucateiro começou a se organizar para melhor atender a oferta de diferentes tipos de materiais que surgiram nos últimos cinquenta anos.

Muitas empresas do comércio sucateiro se especializaram no comércio de determinados materiais, alguns somente plásticos, outros vidros, metais e papelão.

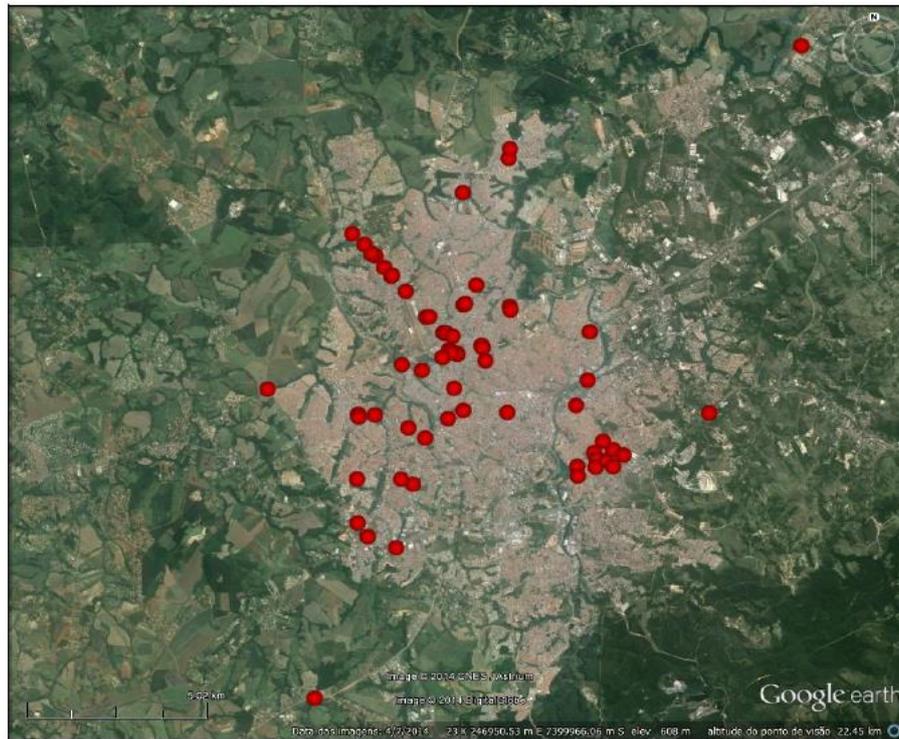
Sua localização aconteceu na periferia do município por ser uma atividade considerada, pela sociedade, de “terceira classe”, já que o material manipulado em geral apresenta e o espaço de trabalho desorganizado.

Sorocaba hoje tem uma população estimada em 671 mil habitantes, é uma cidade em que uma década recebeu inúmeras indústrias de peso no ramo da metalurgia, montadoras de automóveis, máquinas agrícolas, eletroeletrônicos e de equipamentos para usinas eólicas, que alimentaram o comércio de sucata. De acordo com informações obtidas junto a Associação Comercial de Sorocaba, no município estão presentes 122 pontos comerciais registrados, que podem ser classificados de acordo com o porte em pequenos, médios e grandes.

Para obter informações da rede de fornecimento de sucatas foi vital a localização dos depósitos compradores. As informações foram obtidas no Cadastro Imobiliário/DTMA/SEF (14 de outubro de 2013), e assim pode-se obter o número de depósitos em Sorocaba e a sua localização. Foi apurado um total de 70 estabelecimentos registrados como comércio da sucata, enquanto que na informalidade este tipo de comércio de pequeno porte ultrapassaria a casa de 200 depósitos. Dos 70, 12 podem ser classificados como atacadistas em geral, e 58 como comércio de sucatas.

A figura 3 apresenta onde estão localizados esses depósitos sucateiros legalizados no município de Sorocaba.

**Figura 3 - Localização dos 70 depósitos de sucata de Sorocaba legalizados.**



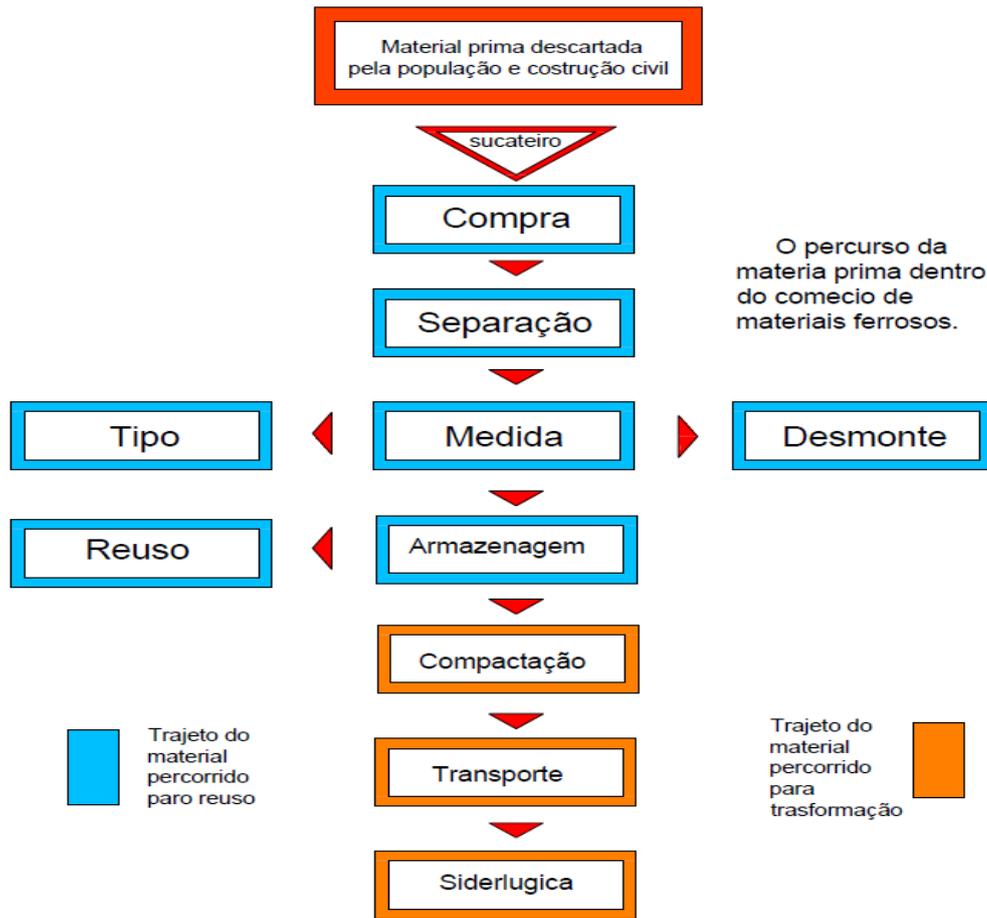
Fonte: SHS (2014)

Atualmente as empresas na sua maioria mantêm o seu trabalho diário no mesmo endereço com uma melhor estruturação. A compra, no atacado, acontece junto as grandes indústrias de Sorocaba e região.

Em entrevistas com os proprietários e gerentes, constatou-se existir uma grande disputa pelos materiais mais nobres e com preço baixo, enquanto por outro lado a cotação no mercado internacional pelo preço mais alto.

Na figura 4 temos o caminho percorrido pela matéria prima dentro do chamado comercio sucateiro.

Figura 4 - Organograma do caminho percorrido da matéria prima dentro do comercio sucateiro.



Fonte: elaborado pelos autores

### 3.1. Classificação e caracterização dos estabelecimentos

O comércio sucateiro em Sorocaba está dividido em: pequeno, médio e grande, de acordo com o porte e volume de material comercializado.

**Figura 5 - Imagens de alguns estabelecimentos comerciais de sucata em Sorocaba-SP.**



Fonte: Google imagens (2018).

Na figura 5 estão representados três estabelecimentos comerciais de diferentes portes, que comercializam materiais ferrosos, localizados próximos entre si no bairro Barcelona que são o comércio de Sucata Cosfer, Galera, e Moc.

**Pequenos comércios:** localizados nos bairros periféricos da cidade, tem na maioria das vezes uma hierarquia familiar, situados junto à moradia da família. Funcionam de forma informal, sendo boa parte da matéria prima comprada de catadores que caminham pelas ruas da cidade recolhendo papelão, vidro, plástico e metais ferrosos, e fazem a venda em pequenos volumes para os estabelecimentos que lhe são mais próximos.

A coleta é feita, segundo o proprietário, em um raio de no máximo dois quilômetros. Os materiais adquiridos são selecionados, e quando atingem um volume que seja compatível com o custo do transporte, são levados para os médios estabelecimentos.

Os materiais encontrados nestes estabelecimentos, portanto, são oriundos do descarte dos moradores do seu entorno. Durante as visitas, foi constatada a presença de muitos eletrodomésticos, (como televisores, rádios, geladeiras, circuladores de ar, fogões, entre outros), painéis de ferro ou de alumínio ou objetos de uso doméstico, objetos de mobiliário, como cadeiras, poltronas, relógios e quadros, que podem ser classificados como peças de antiquários, e que fomentam um comércio local de artigos usados.

Outros produtos encontrados foram os resíduos de demolição, como portas, janelas de ferro (figura 6) e madeira, vidros temperados, telhas de fibrocimento, barro, zinco, madeiras como caibros, vigas, sarrafos, e vários tipos de perfis metálicos.

**Figura 6 - Portas janela e portão disponível para o reuso.**



Fonte: Acervo dos autores (2018)

**Médios comércios:** Estão em vários bairros das cidades, seu espaço físico encontra na maioria das vezes em processo de melhorias são a construção de novos galpões para proteger da intempere os materiais selecionados buscam também uma melhor ordenação do espaço, banheiros escritórios, e vestiários geralmente uma modesta infraestrutura adaptada com materiais que comercializam. Na sua maioria a gestão esta nos modelo familiar em geral o mesmo funcionários exercendo diversas atividades dentro a empresa, como separação, transporte e armazenamento. Trabalham com materiais comprados do pequeno comercio já descrito acima, mas com um maior volume (figura 7). Tem maior interesse pela matéria prima que agregue um maior valor de mercado, como os materiais ferrosos que são vendidos para os grandes, e depois para a indústria de

transformação. A matéria prima plástica é separada pela sua composição química, e prensada em fardos. Com relação aos metais, foram identificadas chapas de diversos tamanhos e formatos, escadas de ferro, placas de sinalização, sobras de ferros de construção, todos em grande volume. Parte dos materiais é adquirida direto das fabricas, outras são de construtoras ou diversos empreendimentos que muitas vezes mudaram de proprietário ou projeto, e acarretou na sobra de inúmeros tipos de materiais.

Parte do material chega em diversos tamanhos, formas, espessura, e pode estar agregados a outros tipos de material como, vidro, plástico, fios, papelão, papel, metais ferrosos, cobre alumínio e outros, tornando necessária a separação manual e desmonte das peças para nova triagem.

Grande parte da sucata ferrosa acaba separada para o corte e compactação, como ilustrado na figura 7, para posterior envio à siderurgia.

A operação de corte do material é feita com equipamento tipo maçarico (corte oxiacetilênico), que requer mão-de-obra especializada, sendo comum em quase todos os estabelecimentos de médio porte. Importante ressaltar que são equipamentos perigosos, com elevado risco de explosão, e que nem sempre são manuseados de forma adequada.

**Figura 1 - Sucata ferrosa sendo separada e cortada para posterior envio à siderurgia.**



Fonte: Acervo dos autores (2018)

**Grandes comércios:** Trabalham com volume maior, peças oriundas das indústrias metal-mecânicas, como retalhos de estamparias, parte da lataria de veículos, rodas com defeitos, peças mecânicas, caixas de câmbio, blocos de motor e outros, além de itens de maior dimensão, como equipamentos industriais, guias e suas partes, guinchos, e até caminhões e tratores com algum defeito, colocados à venda na condição em que se encontram. Os grandes comerciantes tem como preferencia o comprador de grande volume que comercializa no atacado, em alguns casos não dão preferencia para o pequeno comprador a varejo.

Os materiais elétricos e eletrônicos, devido à evolução tecnológica constante, estão presentes em grande quantidade, como caixas de energia, torres, painéis eletrônicos de grande monta, computadores, que são desmontados e separados para fins de reaproveitamento, como cobre, alumínio e plástico.

Em praticamente todos os estabelecimentos pode-se encontrar barras de ferro específicas da construção civil em vários tamanhos e dimensões, conforme figuras 8, que por motivos diversos foram descartados, e que podem ser aproveitados para estruturas metálicas aparentes ou concretadas.

**Figura 2 – Barras de ferro de construção à venda no comércio de sucatas.**



Fonte: Acervo dos autores (2018)

Nas imagens da figura 8 destacam-se barras de ferro prontas para o reuso, que por estar fora da conformidade, como corte menor que o especificado, por exemplo, acabaram descartadas como sucata. Pela visita em loco, foi possível observar que o material estava em perfeita condições de uso, algumas já dobradas, que supostamente seriam empregadas em uma montagem de estrutura de concreto, e que precisariam ser endireitadas, o que não inviabilizaria seu emprego na construção de estruturas, em obras civis, ou mesmo em esquadrias, grades, portões, e demais produtos ligados ao comércio serralheiro, que é um elo importante da construção civil.

**Figura 9 - Material ferroso aguardando classificação.**



Fonte: Acervo dos autores (2018)

Na figura 9 temos o material acondicionado de forma improvisada, que ainda passaria por classificação e armazenamento.

Em muitos estabelecimentos, o material acaba permanecendo desorganizado por muito tempo, o que dificulta muito a localização de materiais por parte do comprador, que precisa literalmente “garimpar” os montes em busca daquilo que lhe interessa.

Nos estabelecimentos maiores, o trabalho de classificação dos resíduos começa logo na chegada dos materiais, como parte da rotina, como ilustra a figura 10, o que facilita a organização.

**Figura 3 - Chegada de sucata em estabelecimentos de grande e pequeno porte.**



Fonte: Acervo dos autores (2018)

Outra questão observada se refere ao transporte do material. Nos estabelecimentos grandes ele é feito através de caminhões com caçambas removíveis. Boa parte destas caçambas fica estacionada no pátio das empresas metalúrgicas da região, sendo completadas aos poucos, e substituídas quando cheias. Tal processo garante um fluxo mais constante de sucata do que o observado nos pequenos e médios estabelecimentos.

Parte dos estabelecimentos maiores possuem maquinário para movimentação, compactação, prensas-pacotes, trituradores-shredder, como ilustra a figura 11.

**Figura 4 - Máquinas recolhendo materiais para serem triturados/compactados em dois dos grandes comércios de sucata.**



Fonte: Acervo dos autores (2018)

Outro aspecto importante que pode ser observado na figura 12 se refere ao armazenamento do material após sua preparação. A imagem da esquerda mostra caçambas estacionadas, onde são acondicionados materiais cortados, e a imagem da direita mostra fardos de sucata ferrosa compactada, ambos aguardando o transporte para as indústrias siderúrgicas, onde é feita sua reciclagem.

**Figura 5 - Sucata organizada e pronta para venda à indústria de transformação.**



Fonte: Acervo dos autores (2018)

Apesar do processo de reciclagem de sucata ferrosa ser considerado ambientalmente adequado, conforme discutido nos capítulos anteriores, o reuso apresenta-se como uma opção interessante. Neste sentido, no tópico seguinte discute-se esta possibilidade, no setor de construção civil, haja vista que o ferro é um componente essencial para as edificações.

#### 4. POTENCIAL DO REUSO DA SUCATA FERROSA NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O potencial do reuso da sucata ferrosa na construção civil é grande, assim como se deu com a madeira de demolição, que passou a ser usada no madeiramento de coberturas e na fabricação de moveis rústicos, e com o entulho ou calça, que tem sido utilizado para substituir parte da brita no concreto.

Como evidenciado na pesquisa, a sucata metálica pode ser encontrada em grande quantidade e variedades nos pontos comerciais de sucata, mas sua procura ainda é baixa pelo setor de construção civil.

Em geral, as edificações acabam empregando materiais novos, muitos dos quais poderiam ser substituídos por materiais provenientes do comércio sucateiro, como é o caso de vergalhões, vigas, malhas, tubulações, perfis, com aplicações diversas, tanto estruturais, quanto de vedação, proteção, cobertura, estética ou ornamentação.

O comércio sucateiro tem apostado nessa tendência de reuso, e já começou a responder com o desmonte, classificação, estocagem e a organização dos inúmeros materiais, como pode ser observado na figura 13.

**Figura 6 - Tubos e perfis já organizados e disponíveis para venda**



Fonte: Acervo dos autores (2018)

Na figura 13 e 14 pode-se observar os resultados do trabalho de classificação e organização da sucata metálica em alguns estabelecimentos, como forma de agilizar o comércio e agregar um valor monetário maior a cada peça ou quilo negociado.

**Figura 7 - Material organizado e classificado por tamanho de bitolas.**



Fonte: Acervo dos autores (2018)

Na figura 15 pode-se observar pilares ou vigas “H” com a base pronta ou não, de dimensões diversas, recebidas de indústrias da região como sucata. Trata-se um material muito valorizado na construção civil, devido à capacidade de sustentação para a cobertura de vãos livres de grandes dimensões, como na construção de edifícios de mais de um pavimento, edificações industriais, etc.

**Figura 8 - Pilares, viga “H” rejeitados pela indústria.**



Fonte: Acervo dos autores (2018)

Por se tratar de um material de grande dimensão e uso específico, acaba recebendo um valor muito inferior aos demais no comércio sucateiro, com preços praticados abaixo da metade do preço de mercado de um material novo.

**Figura 9 - Esquadrias metálicas e chapas classificadas em varias espessuras.**



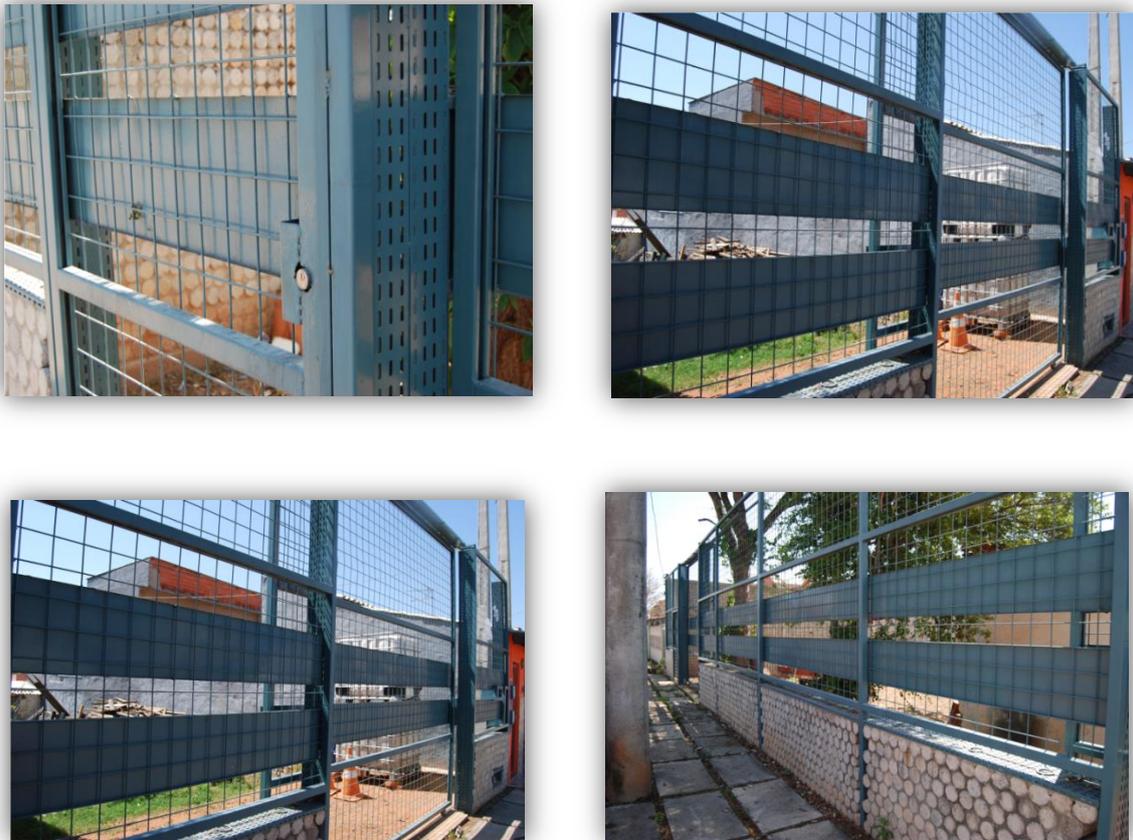
Fonte: Acervo dos autores (2018)

Na figura 16, observa-se treliças metálicas prontas para o reuso em coberturas, telhados, fechamentos, escadas, e chapas de ferro, que tem grande potencial para a confecção de portas, portões, fechamentos em geral, tampas de caixas de inspeção, entre outros usos.

#### 4.1. Alguns exemplos de aplicação de sucata em construções

Algo muito interessante na questão do reuso é a possibilidade do emprego de materiais de diferentes origens para a composição de produtos diferenciados. O exemplo ilustrado na figura 17 empregou diferentes tipos de sucata para a confecção de um conjunto de portões e grades, utilizados para o fechamento de um terreno.

**Figura 17- Portão e grade confeccionados a partir de perfil metálico, eletro calhas e malha pop.**



Fonte: Acervo dos autores (2018)

O projeto empregou perfis de aço, malha tipo pop, e eletrocalha, todos adquiridos no mercado sucateiro e reutilizados na construção do portão e da grade.

Na figura 18 observa-se a eletrocalha encontrada no comércio sucateiro. Este material é fabricado em chapa galvanizada, resistente a intemperes, e pode ser encontrado em grande quantidade e medidas variadas. Tem potencial de ser empregado na construção civil em inúmeras finalidades.

**Figura 18 - Eletrocalha encontrada no comércio sucateiro.**



Fonte: Acervo dos autores (2018)

Na figura 19 a imagem à esquerda traz outro exemplo de incorporação de sucata ferrosa na confecção da fachada de um escritório de contabilidade, onde se pode observar o uso do metal com aspecto oxidado em diversas estruturas da edificação. Na imagem à direita estão as chapas no comércio sucateiro.

**Figura 19 –Exemplo de aplicação de chapas de ferro na construção.**



Fonte: Google streetview e acervo dos autores (2018)

Boa parte do material adquirido antes, como “ferro velho”, pelo comprador de sucata, seguia normalmente para a compactação, transporte e fornos siderúrgicos para serem reciclados. Com o reuso, parte do material passou a ter um destino mais nobre, e com menor gasto energético, sendo recolocado na construção civil da mesma forma que chegou ao comércio sucateiro.

## 5. PROPOSTAS PARA MELHORIAS NO REUSO DA SUCATA

Durante a pesquisa foram identificadas algumas possibilidades de melhorias tanto nos estabelecimentos comerciais, quanto na dinâmica de reuso dos materiais na construção civil, listadas a seguir:

1º Classificação do material: O trabalho de classificação do material que chega ao estabelecimento é fundamental para determinar o grupo de produtos e qual o seu destino final. É nesta fase que se determina se poderá ser subtraída parte para uma futura comercialização, ou a se o material será transformado em retalho por completo. Os materiais e produtos que tem um potencial de reuso devem ser devidamente classificados dentro de categorias, e dispostos para a venda.

2º Organização do estabelecimento: A organização geral do estabelecimento é muito importante para facilitar o trabalho, o acesso dos clientes, e o escoamento dos materiais para o mercado. O local de manipulação deve ser pavimentado e a mercadoria abrigada da chuva e do sol.

3º Atendimento ao Cliente: Atualmente a relação vendedor/cliente acontece da seguinte forma: primeiro o cliente faz a procura do material desejado, e em seguida se dirige a uma das pessoas que estão realizando atividades diversas dentro do estabelecimento para solicitar a separação e a pesagem. Quando necessário caminha até o escritório de vendas para a devida avaliação.

Geralmente o cliente é atendido no começo por um funcionário e acaba fazendo a compra com outro gerando um desencontro de informação a respeito do preço do material adquirido.

Desta forma, treinar os funcionários para um melhor atendimento e acompanhamento dos clientes também se faz necessário nesses estabelecimentos.

Este trabalho pode ser aplicado através de parcerias com entidades como o SEBRAE, SENAI, Associação Comercial, entre outros.

4º Fomentar a prática de reuso: Pode-se observar que a procura pelo material ainda é lenta por parte de pedreiros e serralheiros e pessoas ligadas à construção civil. Estes ainda estão descobrindo pouco a pouco a vantagem do reuso, como forma de reduzir o custo financeiro e ambiental e ao mesmo tempo adquirir materiais de boa qualidade.

Para que isto se transforme em uma pratica usual, é necessário evidenciaras vantagens econômicas e ambientais para o comprador final, incentivando e promovendo o reaproveitamento de materiais entre todos os profissionais envolvidos na construção civil.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

O reuso da sucata de ferro apresenta grande potencial para impulsionar a economia circular em diversos setores e localidades. Assim como na reciclagem, o reuso traz vantagens como a economia de espaço em aterros, economia de recursos naturais e energéticos envolvidos no processo inicial de fundição do minério de ferro, redução dos gases emitidos ao longo do processo de extração mineral, fundição e de toda a logística de transporte. Adicionalmente, o processo de reuso traz economia de recursos energéticos no processo de transformação, e de redução de todos os impactos ambientais envolvidos na logística reversa e fundição necessários para a reciclagem da sucata.

Em Sorocaba a sucata de ferro é encontrada em abundância e com facilidade, em razão do vasto parque industrial metalúrgico e dos vários estabelecimentos comerciais sucateiros existentes no município, que comercializam materiais de boa qualidade. Nesse contexto, há grande potencial de contribuição para a economia circular, desde que a prática do reuso deste material seja difundida.

## REFERÊNCIAS

- ADLER,R.R., AMAZONAS, M. **O lixo pode ser um tesouro**: texto técnico científico. Rio de Janeiro: Secretaria da Educação, Centro Cultural, 1992.23p.
- BESEN,G.R.et al. **Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas**. In: SALDIVA P. et al. Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. São Paulo: ExLlbris, 2010.
- BORN, R. H. Grandes desafios para a gestão ambiental. **Boletim fundação Vanzolini**, São Paulo, ano 9, n.42, p. 5, mar. /abr. 2000.
- BRAGA, M. C. B.; DIAS, N. C.**Gestão RSUs sólidos urbano**, Curitiba,v.1,2008.40p. Brasil. **Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS).Instrumentos das políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico**.Brasília : Ministério das Cidades e Secretária Nacional de Saneamento Ambiental, v.1, (Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços público), 2009. 239p.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **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, DF. 2010.
- CNI. Confederação Nacional da Industria. **A indústria do Aço no Brasil**– Livro CNI. Brasília,2012.Disponívelem:[http://www.acobrasil.org.br/site/português/sustentabilidade/downloads/livro\\_cni.pdf](http://www.acobrasil.org.br/site/português/sustentabilidade/downloads/livro_cni.pdf) f.Acesso em 20 de mai.2018.
- COUTO, Heloísa Helena; FRADE, Ana Maria Nagem -**O desenvolvimento de cenários alternativos em grandes centros urbanos: o caso de belo horizonte** Revista Tecnologia e Sociedade (Online) , v. 09, p. 01, 2009.
- GONÇALVES, D.B. Educação no cotidiano das cooperativas de reciclagem. In: ROMAGUERA, Alda Regina Tognini; PIMENTA, Maria Alzira. (org) **Univer-Cidade em encontros**: educação, cultura e arte. Sorocaba, SP: Eduniso, 2017.
- GONÇALVES, D.B.; A gestão de Resíduos da Construção Civil no Município de Sorocaba-SP, **REEC**, Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Sorocaba SP, volume 11, nº2, 15-26 Dez 2015 – Jun 2016.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Anuário Estatístico 2014**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca>> Acesso em: 30 abr. 2018.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafio da sustentabilidade**. São Paulo, 2011. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-4014201100010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-4014201100010&script=sci_arttext). Acesso em 22 jul. 2018

KONRAD, M. R. **Reciclagem de alumínio: Impactos econômicos e sociais**. Revista Científica. ano. 5, n. 5, p. 23-23, 2006.

LISBOA, A. **José Lutzenberger: Vivemos um modelo de consumo suicida e sem futuro**. 22 de maio de 2002. Disponível em: < <http://www.fgaia.org.br/homenagens/armando.html>> Acessado em 01 de fevereiro de 2019.

MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente: A gestão ambiental em foco – doutrina, jurisprudência, glossário**. 7.ed. rev. atual. ref. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, 2011.

REOLONA, M.; MEINEROB F. P. Estudo da possibilidade de comercializar sucata metálica com a Índia. **Anais.. I Congresso de Pesquisa e Extensão da FSG. Caxias do Sul – RS, 2013**.

SANEX SOLUÇÕES LTDA. **Avaliação, Diagnóstico e Proposição de Soluções visando à elaboração do Plano Municipal de Resíduos Inertes e Recicláveis do Município de Sorocaba**. Sorocaba: dezembro de 2011, 352 p.

SÃO PAULO, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional. **Caracterização socioeconômica das regiões do estado de São Paulo – região administrativa de Sorocaba**. Mai. 2012. Disponível em: <<https://www.emplasa.sp.gov.br/>> Acesso em 10 fev. 2019.

SHS Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do município de Sorocaba-SP**. 2014. Disponível em: <<http://www.sorocaba.sp.gov.br/anexos/SEAD%2FOtros%2FPlano-Municipal-Residuos-solidos/Plano%20Res%EDduos%20S%F3lidos%20Anexo%20-%20Parte%202.pdf>> Acesso em 12 dezembro de 2017.

SIMÕES, G.V.B. et al. Coleta Seletiva como Instrumento de Políticas Públicas: a Experiência do Município de Sorocaba-SP. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 3, 2011, São Paulo. **Anais**. Disponível em: < <http://www.advancesincleanerproduction.net/sixth/english/site/downloads.html>> .Acesso em: 22 jan. 2019.

SIMÕES, G.V.B. **Programa de Coleta Seletiva de Sorocaba**. Secretaria de Parcerias, Sorocaba: setembro de 2013, 13 p.

SIMÕES, G.V.B. **Programa de Coleta Seletiva de Sorocaba**. Secretaria de Parcerias, Sorocaba: setembro de 2013, 13 p.

TRINDADE JUNIOR, J.C.N. **Obtenção, mercado e reciclagem de sucatas ferrosas na indústria siderúrgica brasileira**. Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, curso de Engenharia Metalúrgica. Rio de Janeiro, nov. 2013

WEBSTER, K. **The circular economy: a wealth of flows**. United Kingdom: Ellen MacArthur Foundation Publishing, 2015