



Universidade Federal de Juiz de Fora
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Laís Batista Santos

O USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS NA ARQUITETURA

Um olhar sobre aparas de chapa

Juiz de Fora
Janeiro / 2023



Universidade Federal de Juiz de Fora
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Laís Batista Santos

O USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS NA ARQUITETURA

Um olhar sobre aparas de chapa

Monografia apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para conclusão da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso I.

Orientador: Prof. Letícia Zambrano

Juiz de Fora
Janeiro / 2023

Laís Batista Santos

O USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS NA ARQUITETURA

Um olhar sobre aparas de chapa

Monografia apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para conclusão da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso I.

Data da Aprovação:

Juiz de Fora ____/____/_____

EXAMINADORES

Prof. Orientador: Letícia Maria de Araújo Zambrano

Juiz de Fora

Janeiro / 2023

"Nada entra ou sai do sistema planetário, exceto o calor e um meteoro ocasional. Fora disso, para nossos propósitos práticos, o sistema está fechado e seus elementos básicos são valiosos e finitos. Tudo aquilo que está aqui de modo natural é tudo o que temos. Nada do que os seres humanos fazem vai 'embora'."

Michael Braungart e William McDonough, 2002

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais que sempre me incentivaram fortemente a estudar, minha Mãe Lidia Batista sempre apoiou minha jornada, e ao meu pai Rubens dos Santos que me ajudou no desenvolvimento deste trabalho. Agradeço a Pedro Rezende por todo apoio, ajuda e companheirismo em todos esses anos ao longo da minha formação. Agradeço aos meus amigos, sempre muito importantes e presentes nos momentos em que precisei. Agradeço aos meus familiares que sempre demonstraram carinho e amor por mim, principalmente minha tia Maria Lúcia. Por último mas não menos importante à minha orientadora Letícia Zambrano, que sempre foi minha inspiração na jornada acadêmica.

RESUMO

Este trabalho é focado no reaproveitamento de aparas de chapa, um tipo de resíduo metálico industrial, como uma das várias formas de implementar a sustentabilidade na arquitetura. A justificativa quanto à sustentabilidade aqui se dá pelo metabolismo mais lento no ciclo de vida desse material. O prolongamento da vida deste material pode se dar através do aproveitamento dos rejeitos de processos de fabricação e também pela reciclagem, sendo ambos processos que reduzem a demanda pela extração de matéria-prima na natureza.. Foram realizadas entrevistas que contribuíram com informações sobre o tipo de resíduo trabalhado, mostrando que essas aparas provêm de diversos processos de metalurgia e usinagem. Foram ainda realizados estudos de caso sobre os coletivos Superuse Studios e Rotor, que trabalham com reuso de materiais que seriam descartados ou reciclados, atuando tanto em projetos arquitetônicos como no desenvolvimento de um mercado para estes usos. Também foram pesquisados exemplos de usos espontâneos no Brasil e em específico em Timóteo, cidade alvo do projeto, mostrando que o potencial desses materiais já é, de alguma forma, explorado atualmente.

Palavras-chave: Ciclo de vida, superuso, apara de chapas, sustentabilidade.

ABSTRACT

This work is focused on the reuse of metal plate shavings, a type of industrial metallic residue, as one of the several ways to implement sustainability in architecture. The justification for sustainability here is given by the slower metabolism in the life cycle of this material. Prolonging the life of this material can be achieved through the use of waste from manufacturing processes and also through recycling, both of which are processes that reduce the demand for extracting raw materials from nature. of worked residue, showing that these shavings come from different metallurgy and machining processes. Case studies were also carried out on the collectives Superuse Studios and Rotor, which work with the reuse of materials that would otherwise be discarded or recycled, acting both in architectural projects

and in the development of a market for these uses. Examples of spontaneous uses in Brazil and specifically in Timóteo, the target city of the project, were also researched, showing that the potential of these materials is already, in some way, currently explored.

Palavras-chave: : Life-Cycle, Superuse, Plate Shavings, sustainability.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1 SUSTENTABILIDADE, CONCEITOS E O CICLO DE VIDA	9
1.1 Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável	10
1.1.1 Arquitetura Sustentável e sustentabilidade na Construção Civil	12
1.2 Nomenclaturas iniciais	14
1.3 O conceito de ciclo de vida	16
1.4 Análise de ciclo de vida (ACV)	19
1.5 Apresentação e observações do ciclo de vida da chapa de metal	20
1.5.1 Impacto socioambiental	23
1.6 Por que reutilizar antes de reciclar	27
2 ENTREVISTAS	30
2.1 Caracterização dos materiais	31
2.2 Interesse em aproveitar com fim econômico	34
2.3 Outros pontos de destaque das entrevistas	34
2.4 Sobre valores	35
3 ESTUDOS DE CASO	37
3.1 O Superuse Studios	37
3.1.1 Metodologia e Ideologia	37
3.1.2 Projetos do Superuse	39
3.2 O Coletivo Rotor	44
3.2.1 Metodologia e Ideologia	44
3.2.2 Projetos do Rotor	45
3.3 Usos espontâneos de aparas de chapas	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE	61

INTRODUÇÃO

O assunto geral deste trabalho é o reaproveitamento de sobras de materiais industriais na arquitetura, com foco em aparas de chapas metálicas. Essas aparas, em sua maior parte, são recortes que restam de uma chapa ou tubos, por exemplo, após o seu corte. Aqui compreendendo variadas formas de corte, como corte a laser, jato de água e plasma, e alguns outros. Veremos essas aparas, principalmente, como elementos vazados, sendo possível utilizar como imagem comparativa, grandes retalhos de tecido.

Como delimitação do tema aponto a pesquisa sobre o material metal e seu ciclo de vida, o reuso de resíduos ou sobras de materiais na construção civil, e o estudo e reconhecimento das aparas.

A questão a ser contemplada por este trabalho gira em torno das discussões acerca da sustentabilidade. Muito se diz e pesquisa sobre ciclo de vida e reciclagem de materiais, mas penso que a possibilidade de reuso é pouca explorada por arquitetos, ao menos no Brasil. O problema alvo deste trabalho é a perda da oportunidade de agregar valor estético ao mesmo tempo em que contribui para a sustentabilidade dos projetos arquitetônicos, com uso das aparas, reduzindo assim a demanda pela matéria-prima para a fabricação do metal. Portanto, parte do objetivo deste trabalho é trazer essa discussão para o meio acadêmico e para a prática em projetos arquitetônicos no Brasil.

O tema em questão surgiu de experiências pessoais. Desde que me lembro, a preocupação com o meio ambiente sempre esteve presente: acredito que as ações de conscientização feitas pela escola e as dinâmicas de férias escolares em reservas florestais tenham criado essas raízes em mim. Desde economizar água a reaproveitar e reciclar meu lixo, partindo sempre da premissa de fazer o melhor uso dos recursos que me são disponibilizados, essa busca se tornou intrínseca às minhas atitudes corriqueiras e sempre fez parte do meu olhar durante minha vida acadêmica.

A ideia de reaproveitar recursos diversos em métodos construtivos não-convencionais é algo que já se usa em arquiteturas que buscam sustentabilidade e economia, inclusive quando se fala em juntar resíduos industriais e arquitetura. E trazendo essa bagagem junto à do curso de arquitetura comigo, não

foi difícil ver potencial nas aparas de chapas no pátio da firma do meu pai, que já as aplica em diversos usos.

Expandir esses usos para arquitetura foi natural e logo comecei a vê-lo por toda a parte: em grades, portões, lixeiras e até em elementos estruturais. Com o tempo percebi o quanto isso se conectava com todas as minhas afinidades dentro do projeto arquitetônico. Primeiro na busca por sustentabilidade, em seguida na busca pela democratização do acesso à moradia de qualidade e por fim no aprofundamento da exploração da Tecnologia dos Materiais. Enfim, não faltavam motivos para decidir investir no tema.

Os procedimentos metodológicos deste trabalho incluem: pesquisa bibliográfica, buscando dar respaldo para a construção do pensamento, somando-se à base dos conhecimentos que construí ao longo da vida acadêmica; Realização de entrevistas semiestruturadas de caráter exploratório na cidade de Timóteo; Realização de estudos de caso de escritórios que baseiam seu trabalho no reuso; E a análise final das informações coletadas para a segunda etapa do trabalho.

Timóteo é uma cidade do interior de Minas Gerais, uma das quatro integrantes do Vale do Aço, sendo sede da Aperam, uma grande siderúrgica que faz parte do grupo ArcelorMittal. Isso faz da cidade um polo em trabalhos com aço, principalmente o aço inoxidável, tendo dessa forma, um grande potencial de exploração em resíduos metálicos, como os estudados neste trabalho.

O objetivo geral deste trabalho é apresentar uma forma prática de incrementar princípios de sustentabilidade que sejam economicamente viáveis e interessantes à construção civil, através do reaproveitamento de um material disponível e de alta qualidade. Pretende-se estudar formas de reaproveitar materiais disponíveis, que já passaram por sua utilização primária ou que sejam sobras, e que usualmente seriam descartados, como contribuição para a sustentabilidade e economia em projetos arquitetônicos. Há também o interesse de fazer um registro acadêmico dessa oportunidade de reaproveitamento, para além deste trabalho, atentando para essa possibilidade pouco vista dentro da arquitetura.

Este trabalho tem como objetivos específicos entender o conceito de ciclo de vida dos materiais de construção, entender o ciclo de vida é importante como forma de compreender os processos envolvidos desde a fabricação até o que acontece com o material depois de seu uso. Conhecer os resíduos de aparas de chapa disponíveis e

seus ciclos de vida e assim criar uma base para que, na segunda etapa deste trabalho, seja possível fazer propostas de caráter ensaístico de possíveis aplicações desses materiais dentro de uma arquitetura que seja ao mesmo tempo econômica e mais sustentável.

A fundamentação teórica se dá a partir da pesquisa de de conceitos e definições, começando pelo conceito de sustentabilidade em si, nomenclatura e apresentação do ciclo de vida dos materiais utilizados, e a importante fundamentação teórica das vantagens do reuso antes da reciclagem.

A etapa seguinte consiste em apresentação de estudos de caso com referências a outros trabalhos acadêmicos, o trabalho de escritórios de arquitetura que possuem propostas parecidas e apresentação de exemplos de usos espontâneos. Na sequência, buscou-se conhecer os materiais que estão disponíveis na cidade de Timóteo através da realização de entrevistas semiestruturadas, feitas com representantes de firmas que possam gerar esses materiais. Por fim elaboraram-se diretrizes para dar continuidade no trabalho de conclusão de curso dois e a conclusão do trabalho.

1 SUSTENTABILIDADE, CONCEITOS E O CICLO DE VIDA

Na busca por contemplar princípios de sustentabilidade, conceitos base foram esclarecidos, para em seguida apresentar o conceito e aplicabilidade da avaliação do ciclo de vida e fazer uma breve análise do material focal do trabalho.

1.1 Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade na construção civil

A crise do petróleo em 1970 foi a fagulha que deu início à necessidade de pensar fontes alternativas de energia e junto a isso maneiras mais sustentáveis de consumir tanto essa energia quanto os recursos naturais, renováveis ou não. O conceito de sustentabilidade que se discute atualmente nasceu na Rio 92, uma Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, uma resposta ao desafio assumido pela Organização das Nações Unidas de tornar o desenvolvimento humano sustentável (ZAMBRANO 2008, p.17).

Sustentabilidade é um novo paradigma no qual as decisões para o desenvolvimento das nações devem ser pautadas não somente nos interesses econômicos e/ou de determinados grupos, mas considerar como balizadores o equilíbrio entre preservação ambiental, a equidade social, os interesses da coletividade e a eficácia econômica (ZAMBRANO 2008, p.17).

Projetar e viver sobre princípios de sustentabilidade consiste em enxergar o mundo como ele é, um sistema finito de recursos, do qual nada sai e nada entra além da energia solar. É levar em consideração que esses recursos finitos não devem ser apenas para usufruto das gerações de seres humanos que ocupam o planeta terra hoje, e sim que esses recursos devem servir para todos os seres que estão vivos hoje e ainda vão viver no futuro. E não somente pensar em como consumir de forma consciente e equilibrada esses recursos, mas pensar desde formas menos impactantes ao meio ambiente em sua extração até formas de descarte final que sejam as mais ideais para o ecossistema no futuro a curto, médio e longo prazo.

Desenvolvimento sustentável, conforme foi proposto pela ONU, consiste em um modelo de “Desenvolvimento que responda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de responder às suas próprias

necessidades” (ONU; COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987 apud ZAMBRANO 2008, p.26).

Neste contexto, volto meu interesse e foco para a questão dos resíduos., Como proposto por Michael Braungart e William McDonough, que basearam seus estudos a partir dos sistemas naturais onde a sustentabilidade é intrínseca, entende-se que nada deva ser desperdiçado ou jogado fora, mas sim, reinserido nos processos como insumos. A sustentabilidade é uma visão holística sobre tudo que o ser humano faz na Terra. Sendo assim, considerar todo o ciclo de vida do material quando se propõe seu uso, permite uma visão ampliada, de oportunidades de aproveitamento e prevenção a impactos irreversíveis ao ecossistema.

O relatório Brundtland define seis princípios essenciais para o desenvolvimento sustentável. O tripé da sustentabilidade, equilíbrio econômico, social e ambiental junto a outros princípios configuram a base de um desenvolvimento que se propõe a ser sustentável (ONU; COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987 apud ZAMBRANO 2008, p.27). Entres estes princípios destacam-se:

I) A eficácia econômica: este princípio determina que o custo-benefício econômico não é o fato a ser levado em conta no processo de tomada de decisão, mas também considerações ambientais e sociais. O que significa que essas decisões devem levar em conta não somente o menor custo financeiro, mas também os maiores benefícios sociais e ambientais. E isso envolve considerar o custo global, ou seja, considerar os custos iniciais considerando os retornos a longo prazo do investimento em termos tanto ambientais quanto sociais também. (ONU; COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987 apud ZAMBRANO 2008, p.27 e 28)

II) O princípio da equidade social, ou sociocultural: este envolve o amparo dos interesses comuns no que diz respeito aos diferentes valores culturais. Consiste na equidade aplicada ao tempo, o respeito entre culturas e grupos sociais distintos de uma mesma e de várias gerações, entre nações de um mesmo território e territórios distintos. (ONU; COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987 apud ZAMBRANO 2008, p.28)

III) Talvez o princípio mais conhecido seja a preservação ambiental, que engloba a preservação dos ecossistemas naturais, sua fauna e flora, a preservação dos recursos naturais, esgotáveis ou não, e redução de danos causados ao meio ambiente, e os “seus sistemas naturais: a atmosfera, as águas, os solos e os seres vivos” (ONU; COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987 apud ZAMBRANO 2008, p.28)

IV) O princípio do longo prazo considera possíveis mudanças de necessidade entre os “grupos envolvidos, mudanças de conjunturas sócio-econômicas e culturais etc., considerando a possibilidade de adaptação à estes novos cenários” (ONU; COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987 apud ZAMBRANO 2008, p.28)

V) O princípio de globalidade pode ser expresso pela consagrada frase do desenvolvimento sustentável “pensar globalmente agir localmente”. Diz respeito à ideia de que mesmo pequenas ações locais podem e devem levar em consideração todo os contextos envolvidos, como “limitações e valores, necessidades e prioridades locais em termos socioculturais, ambientais e econômicos. (ONU; COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987 apud ZAMBRANO 2008, p.29)

VI) E por último o princípio da governança, que se baseia em uma conduta honesta de “ética ambiental e social que se reflita em todo o conjunto de ações que estejam ao alcance dos governantes” (ONU; COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987 apud ZAMBRANO 2008, p.29). É sobre uma gestão com base consensual entre a sociedade, uma atitude ética e responsável por parte dos governantes e administradores, aplicada a todas as esferas públicas e privadas no processo decisório, que vise a garantir o consenso dos interesses comuns de todos os envolvidos que possam vir a ser impactados pelos resultados das decisões tomadas. (ONU; COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987 apud ZAMBRANO 2008, p.29).

1.1.1 Arquitetura Sustentável e sustentabilidade na Construção Civil

A arquitetura sustentável é um conceito em arquitetura que surgiu em resposta às necessidades e interesses contemporâneos a respeito das atividades humanas. Este conceito em arquitetura busca o equilíbrio entre as esferas social, ambiental e econômica. A Arquitetura Sustentável visa a melhorar a qualidade de vida humana sempre respeitando os limites do que o ecossistema pode suportar. (WILLIAMSON, T., RADFORD, A., BENNETTS, H., 2003 apud ZAMBRANO L. 2008 p. 75 e 76).

Em junho de 1993 a União de Arquitetos internacionais no Congresso Mundial de Arquitetos assumiu compromissos com a sustentabilidade:

Colocar a sustentabilidade ambiental e social como alvo de nossas práticas e responsabilidade profissional

Desenvolver e melhorar continuamente práticas, procedimentos, produtos, currículos, serviços e padrões que irão permitir a implementação do design sustentável;

Educar os profissionais Associados a nós, a indústria da construção, clientes estudantes e o público geral sobre a importância crítica e oportunidades substanciais de design sustentável;

Estabelecer políticas, regulamentações, e práticas no governo e negócios que assegurem que o Design sustentava transforma-se em uma prática normal ;

Quando usei todos os elementos existentes e os futuros do ambiente construído - no seu design e produção uso e eventual re-uso - para os padrões de design sustentável (WILLIAMSON, T., RADFORD, A., BENNETTS, H., 2003 apud ZAMBRANO L. 2008 p. 77 e 78).

Em paralelo a isso a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), em seu guia 'Guia de Sustentabilidade na Arquitetura, diretrizes de escopo para projetistas e contratantes' define Arquitetura Sustentável como sendo:

a busca por soluções que atendam ao programa definido pelo cliente, às suas restrições orçamentárias, ao anseio dos usuários, às condições físicas e sociais locais, às tecnologias disponíveis, à legislação e à antevisão das necessidades durante a vida útil da edificação ou do espaço construído. Essas soluções devem atender a todos esses quesitos de modo racional, menos impactante aos meios social e ambiental, permitindo às futuras gerações que também usufruam de ambientes construídos de forma mais confortável e saudável, com uso responsável de recursos e menores consumos de energia, água e outros insumos (AsBEA p.14).

Outro conceito importante a ser trabalhado é o de construção sustentável. O Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB) explica construção sustentável como sendo "o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica" (CIB, 2002, p.8 apud CORRÊA, L. p.22).

Neste sentido o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e outras instituições que atuam no campo da sustentabilidade definem diversos princípios da construção sustentável (CORRÊA, L. p.22):

aproveitamento de condições naturais locais;
utilizar mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural;
implantação e análise do entorno;
não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
qualidade ambiental interna e externa;
gestão sustentável da implantação da obra;
adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;
uso de matérias-primas que contribuam com a eco-eficiência do processo;
redução do consumo energético;
redução do consumo de água;
reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo
(CORRÊA, 2009. L. p.22).

É, portanto, possível perceber uma forte correlação entre arquitetura sustentável e sustentabilidade na construção. Mas entre os princípios elencados até aqui, quais sejam, arquitetura sustentável e a sustentabilidade na construção, é possível destacar ainda um corolário apenas deste último. Por exemplo, o princípio de gestão sustentável da implantação da obra, que diz muito mais a respeito do processo de construção em si do que da arquitetura a ser implementada. Mas ambos são intrinsecamente imbricados, afinal o objetivo é o mesmo.

É importante salientar que como o CIB propõe, sustentabilidade na construção é um processo holístico, por tanto é fundamental que para uma arquitetura ser sustentável todo os processos que giras em torno da construção sejam também sustentáveis.

1.2 Nomenclaturas iniciais

A fim de estabelecer uma base de diálogo, alguns conceitos centrais precisam ser trabalhados antes de mais nada. Primeiro traremos conceitos importantes definidos na Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Os conceitos retirados dela estão no artigo terceiro e são os de reciclagem, rejeitos, resíduos sólidos e reutilização.

XIV - reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos

competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa; (BRASIL, 2010, s/p).

Aqui neste trabalho a reciclagem será tratada como derretimento da sucata, por processos diversos, que será reprocessada pela indústria siderúrgica e transformada em novos materiais.

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada; (BRASIL, 2010, s/p).

O rejeito é a parte dos resíduos que não pode ser tratada ou aproveitada, nem pela reutilização, nem pela reciclagem, seja por alto custo financeiro ou por potencial de contaminação ambiental.

Para ilustrar esse conceito, um rejeito que ficou famoso no Brasil é a lama das barragens de contenção de rejeitos de mineração, devido à duas barragens da mineradora Vale que romperam em 2015 e 2019. Essas barragens são definidas pela Agência Nacional de Mineração (ANM) como “estruturas projetadas para a contenção e acumulação de substâncias líquidas ou de mistura de líquidos e sólidos, provenientes dos processos para beneficiamento de minérios” (ANM, s.d. s/p). Estes resíduos foram chamados de lama, um material semissólido com alto potencial contaminante de metais pesados que precisa ser depositado e não há, hoje ainda, forma de tratamento ou reutilização, geralmente por não haver interesse monetário nessas atividades. E nesta dissertação não trabalharemos com rejeitos, pois estes são materiais cujo o único fim é a disposição final.

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível; (BRASIL, 2010, s/p).

Neste trabalho os resíduos serão especificamente materiais gerados pelas empresas de metalurgia e usinagem como um subproduto de seus serviços sobre os materiais metálicos trabalhados. Estes resíduos possibilitam tanto sua reutilização quanto reciclagem, não sendo necessário a realização de tratamentos.

Por fim a reutilização, onde está o cerne deste trabalho, compreende os processos de reuso e aproveitamento dos resíduos sem grandes transformações na sua estrutura física ou química, podendo ocorrer cortes, dobras e soldas, mas não o derretimento completo do material, possibilitando sua continuação prolongada no ciclo de vida. É importante apontar que a reutilização dos materiais não necessariamente impede ou inviabiliza sua reciclagem no futuro.

XVIII - reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa; (BRASIL, 2010, s/p).

Um último termo importante é "sucata". Segundo o dicionário Oxford Languages, sucata é “ferro ou qualquer outro objeto de metal não precioso já usado e considerado inútil, que se refunde para poder ser novamente utilizado.” “Sucata” neste trabalho será o termo usado para designar os resíduos de difícil reaproveitamento ou que não permitem nenhum reuso, apenas sua reciclagem, que inclusive é o significado usado comumente entre as empresas que os geram. Alguns exemplos são os cavacos gerados em tornos mecânicos, as limalhas de ferro e aço, e até aparas de chapas grossas cujo preço se torna muito alto devido ao seu maior peso e logo maior custo.

1.3 O conceito de ciclo de vida

Com o intuito de explicar o aspecto sustentável do uso das aparas de chapa na arquitetura, o conceito de ciclo de vida foi escolhido como forma de demonstrar o melhor aproveitamento dos recursos. De uma forma simplificada podemos dizer que o ciclo de vida é o conjunto de todos os processos percorridos por determinado

material, compreendidas as etapas de extração de matéria prima, criação, produção, usos e descarte ou destino final das coisas.

O prelúdio do que hoje chamamos de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) se deu na crise do petróleo no final da década de 1960 até o início da década de 1980, quando o valor do barril de petróleo subiu quinze vezes. Tal fato despertou a necessidade de pensar novas e melhores formas de utilizar os recursos naturais, dando início a uma corrida na busca por formas alternativas de geração de energia (NUNES, 2009, p. 71 apud CHEHEBE, 1997). Começam então na década de 1990 os movimentos pela normatização da ACV, surgindo em 1997 a primeira norma da Organização Internacional para Padronização (ISO), a ISO 14040, sendo que a tradução desta norma só chegou ao Brasil em 2001 (ABCV, 2014 apud GODOY, et al 2014 p. 3).

De uma forma mais geral o Ciclo de Vida é bem definido segundo o artigo “Aplicação do ciclo de vida na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores” como sendo:

(...) a expressão usada para referir-se a todas as etapas e processos de um sistema de produtos ou serviços, englobando toda a cadeia de produção e consumo, considerando aquisição de energia, matérias primas e produtos auxiliares; aspectos dos sistemas de transportes e logística; características da utilização, manuseio, embalagem e consumo; sobras e resíduos; e a sua respectiva reciclagem ou destino final (PASSUELO et al. 2014, p. 8).

Em outras palavras, o ciclo de vida engloba todas as atividades referentes a um material (ou serviço), desde a extração de sua matéria prima até o fim de sua vida útil com a sua devida disposição. E podemos chamar de trajetória do berço ao túmulo, termo cunhado pelo químico alemão Michael Braungart e o arquiteto americano William McDonough em sua aclamada obra “Cradle to Cradle: Criar e Recriar Ilimitadamente”. Nesse ponto é interessante destacar que apesar da palavra ciclo indicar um circuito fechado o livro citado aponta os ciclos atuais como sendo lineares, já que grande parte dos materiais descartados são destinados a aterros. Sobre isso Maria Eduarda Bulhões aponta em sua monografia:

Os autores Michael Braungart e William McDonough (2014) afirmam que os processos de produção dos dias atuais baseiam-se no modelo cradle to grave, isto é, do berço ao túmulo. Tal modelo, considerado um ciclo vital linear, faz com que os rejeitos, advindos de processos finais de indústrias,

sejam desperdiçados, uma vez que esses são descartados em aterros. (BULHÕES, 2018, p. 30)

A palavra “Cradle”, verbete inglês que significa berço, é usada como origem, incluindo a extração de matéria e produção industrial. “Grave” em português significa túmulo, e se trata da disposição final dos rejeitos e resíduos geralmente em aterros. A obra “Cradle to cradle: criar e reciclar ilimitadamente” é uma crítica ao modo atual de produção e consumo, que se dá, majoritariamente, de forma linear, gerando uma grande produção de resíduos que não podem, ou mesmo podendo, não são reaproveitados e reciclados.

Além da crítica ao modelo “cradle to grave” (do berço ao túmulo), os autores propõem e defendem uma nova forma de produzir e usar os materiais dentro de seus ciclos. Eles partem da ideia de que um material considerado “morto” ainda pode ser reinserido no ciclo de vida como insumo, através da reutilização ou reciclagem, na produção daquele mesmo produto ou de um outro. E caso isso ainda não ocorra o material e objetos precisam ser projetados para serem sempre reutilizados ou reciclados. Dessa forma reduzindo a retirada de insumos da natureza, ao mesmo tempo em que reduz a geração de resíduos cujo destino seriam os aterros.

Apesar de os resíduos metálicos industriais serem comumente reciclados, ou seja, retornarem à sua cadeia produtiva gerando novos materiais e dessa forma seguindo o ideal “do berço ao berço”, ainda existe a possibilidade de alongar o tempo do seu ciclo de vida, adiando o dia em que esses resíduos serão derretidos e transformados em novas peças. Também de reduzir dispêndios energéticos e liberação de CO₂ na atmosfera.

Nesse sentido, as irmãs Vanessa e Maristela Silva, em sua contribuição para a obra Edifício Ambiental, usam o conceito de metabolismo, advindo da construção instigada por Kibert, Sendzimir e Guy (2000a; 2000b, apud SILVA E SILVA 2015 p. 133) de criar analogias entre os sistemas naturais e o processo de produção de edificações. A expressão, usada por Vanessa e Maristela, “metabolismo muito lento” no contexto do material quer dizer: “o máximo alongamento entre o momento de consumo inicial de recurso e a necessidade de nova utilização” (SILVA E SILVA 2015 p. 133). Neste trabalho usaremos metabolismo lento como forma de se referir a um alongamento no ciclo de vida dos materiais.

Ainda no viés de analogias entre os sistemas naturais e o processo de produção de edificações, McDonough e Braungart apresentam o conceito de “metabolismo tecnológico” como forma de representar o processamento do reuso de materiais através do trabalho humano. Nas palavras de Jocilene e Lia:

O conceito berço ao berço postula que produtos e seus componentes devem ser criados para, ao final de seu uso, serem reutilizados com suas propriedades não desgastadas, como nutrientes tecnológicos no chamado metabolismo tecnológico, (McDONOUGH e BRAUNGART, 2002 apud JAQUES e GUIMARÃES, 2011, p. 1).

Aqui as formas de metabolismo tecnológico já apontadas foram o reuso e a reciclagem, e é importante ressaltar que o reuso alonga o ciclo de vida enquanto a reciclagem marca o seu recomeço.

1.4 Análise de ciclo de vida (ACV)

O ciclo de vida é geralmente empregado de forma analítica, consistindo numa ferramenta holística internacionalmente utilizada para fazer uma avaliação de impacto ambiental. A análise do ciclo de vida permite obter informações e realizar um balanço de suas fases para conhecer a eficiência na utilização de recursos e seus impactos (PASSUELO et al., 2014 p. 9). A esse respeito o artigo “Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores” aponta:

A ACV é uma ferramenta usada para avaliar os impactos ambientais de produtos, processos ou serviços. É uma ferramenta ‘do berço ao túmulo’ que pode ser usada para avaliar sistemas complexos como edificações. Essa metodologia está indicada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro) como base para a identificação de oportunidades para a melhoria do desempenho ambiental de produtos em diversos pontos de seu ciclo de vida, capaz de incrementar o nível de informação dos tomadores de decisão na indústria e nas organizações governamentais e não governamentais (BRASIL, 2011 apud. PASSUELO et al., p.9, 2014).

As normas da série ISO 14040 delimitam a estrutura, os princípios, os requisitos e as diretrizes da execução de uma ACV, dando ênfase às quatro principais etapas desta metodologia: definição do escopo, inventário, avaliação de impactos e interpretação, devido ao fato de não haver um único método de execução da ACV (MARZULLO 2007 apud GODOY, et al, 2014).

Inicia-se pela definição dos objetivos e escopo, fase em que são definidas as fronteiras do estudo (temporal e geográfica); a quem se destinam os resultados; os critérios de qualidade; as regras de corte e as categorias de impacto a serem consideradas (IBICIT s.d., s/p). O escopo deve ser bem definido para que o alcance, grau de profundidade e detalhamento sejam compatíveis com o objetivo traçado (ABNT, 2014, p. VI).

A análise de inventário é a etapa seguinte em que realiza-se a “coleta dos dados que representam os fluxos de massa e energia que entram e que saem das diversas etapas do ciclo de vida do produto” (IBICIT, s.d., s/p). Em outras palavras, esta etapa coleta e sistematiza os dados referentes ao custo energético e as mudanças de massa ao longo das respectivas etapas do ciclo de vida estudado.

Na terceira etapa, avaliação dos impactos de ciclo de vida AICV:

Os fluxos definidos no inventário são convertidos em impactos ambientais através da multiplicação dos valores brutos por fatores de equivalência que remetem a resultados em unidades comuns, como por exemplo, kg de CO₂ equivalentes para a categoria de aquecimento global (IBICIT, s.d., s/p).

Isto é, escolhe-se uma categoria de impacto, como emissão de CO₂ ou pegada de recursos, para associá-la aos dados de fluxos obtidos na etapa de inventário transformando-as em dados de potencial de impactos ambientais, e para tanto, multiplicam-se os valores obtidos no inventário pelos fatores que se anseia demonstrar (IBICIT, s.d., s/p).

Por fim temos a interpretação das etapas anteriores, na qual “busca-se identificar as questões significativas do estudo, checar a integridade, a sensibilidade e a consistência dos resultados e definir as conclusões, as limitações e as recomendações do estudo” (IBICIT, s.d., s/p). Nessa etapa, as duas etapas

anteriores são avaliadas segundo o escopo previamente definido em prol de tecer uma conclusão e traçar diretrizes (ABNT, 2014, p.17).

1.5 Apresentação e observações do ciclo de vida da chapa de metal

O material focal do estudo de ciclo de vida deste trabalho é o metal, e três tipos de aço foram comumente citados nas entrevistas em campo, sendo eles: o aço inoxidável, o aço carbono e o aço galvanizado. O aço é um material extremamente resistente e durável, de ampla aplicação e 100% reciclável, além de não perder seu valor ao ser reciclado, podendo ser reciclado indefinidamente (ARCELORMITTAL. 2021, s/p). Estima-se que atualmente cerca de 40% do aço produzido é advindo de material reciclado (COSTA, s.d., s/p).

Apesar de sua fácil e rentável reciclagem, possui uma extração com base na mineração, portanto muito agressiva. A respeito disso, Cátia Costa afirma:

A indústria Siderúrgica é uma indústria muito intensa, tanto em termos de materiais como de energia, sendo responsável por uma produção elevada de efluentes gasosos e de resíduos sólidos. As emissões mais relevantes são as emissões de CO₂ e outros gases responsáveis pelo efeito estufa (COSTA, s.d., s/p).

Sua produção possui um alto consumo energético da ordem de 18,0 GJ por cada 1.000kg, quando produzido em alto forno a partir dos minérios (TOLMASQUIM, et al., 2009 p. 38), o que, no Brasil no ano de 2007, representou cerca de 22% do consumo industrial total de energia, e em torno de 8,5% do consumo total de energia, segundo EPE/MME (2008) (TOLMASQUIM, et al., 2009 p. 59). Este alto consumo energético torna sua reciclagem ainda mais interessante, principalmente quando leva-se em consideração que para reciclagem se usa o forno elétrico, ferramenta que consome 4,3 GJ por tonelada métrica (TOLMASQUIM, Et al. 2009 p. 38), cerca de quatro vezes menos que a produção em alto forno.

É importante apontar que a reciclagem não é capaz de suprir a demanda do mercado, mas é capaz de reduzir os impactos da extração de matéria-prima e do consumo energético de sua produção.

A seguir vamos falar um pouco sobre o ciclo de vida do aço de um modo geral. Os minerais de ferro são levados para as siderúrgicas, onde são processados até que se tenha o material tratado para ser comercializado ao setor consumidor do aço bruto. Esse aço é então utilizado para a produção de bens de consumo, que por fim é vendido ao público consumidor que o utiliza até que o desgaste cause o fim da vida daquele bem. O aço é então descartado como sucata e separado para ser reprocessado nas siderúrgicas, iniciando um novo ciclo (COSTA, s.d., s/p). O esquema abaixo ilustra o ciclo descrito.

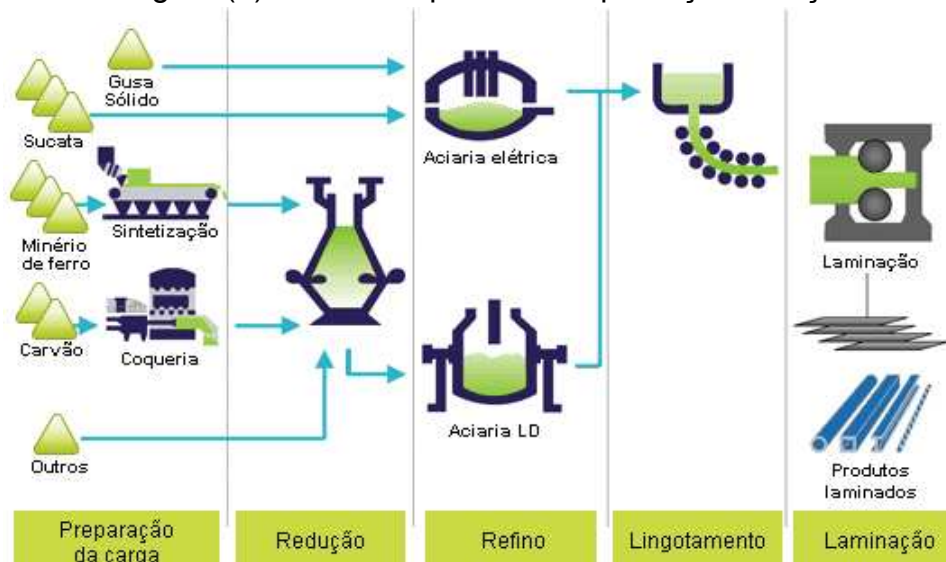
Figura (1) – Ciclo de vida do aço fluxograma.



Fonte: Acervo da autora, 2022.

Na fase de fabricação do aço são utilizadas basicamente três matérias-primas: o minério de ferro, carvão e cal. E nessa fase há quatro etapas: preparação da carga, redução, refino e laminação. O fluxograma a seguir, que será mais detalhadamente explicado adiante, demonstra as etapas deste processo.

Figura (2) - Fluxo simplificado de produção do aço



Fonte: www.acobrasil.org.br

Na etapa de preparação da carga, a parte fina do minério de ferro é aglomerada utilizando-se cal e finos de coque: o produto deste processo é chamado de sinter. O carvão é sintetizado na coqueria e transforma-se em coque. Na segunda etapa, a de redução, é produzido o ferro-gusa, uma liga ferrosa com alto teor de carbono, que é proveniente do aquecimento do carvão em contato com oxigênio aquecido a 1000° celsius (Aciaria LD) no alto forno que funde a carga metálica. O refino é a terceira etapa, nela obtém-se o aço a partir do ferro-gusa produzido na etapa anterior, através de um processo de aciaria, que queima as impurezas no metal ainda líquido, reduzindo seu teor de carbono para aproximadamente 2%. A quarta e última etapa é a de laminação: o aço semi-acabado em formato de lingotes e blocos passam pelos laminadores que os transformam em uma grande variedade de produtos, de acordo com sua forma e composição química (LIBRELOTTO E FERROLI, 2014, s/p).

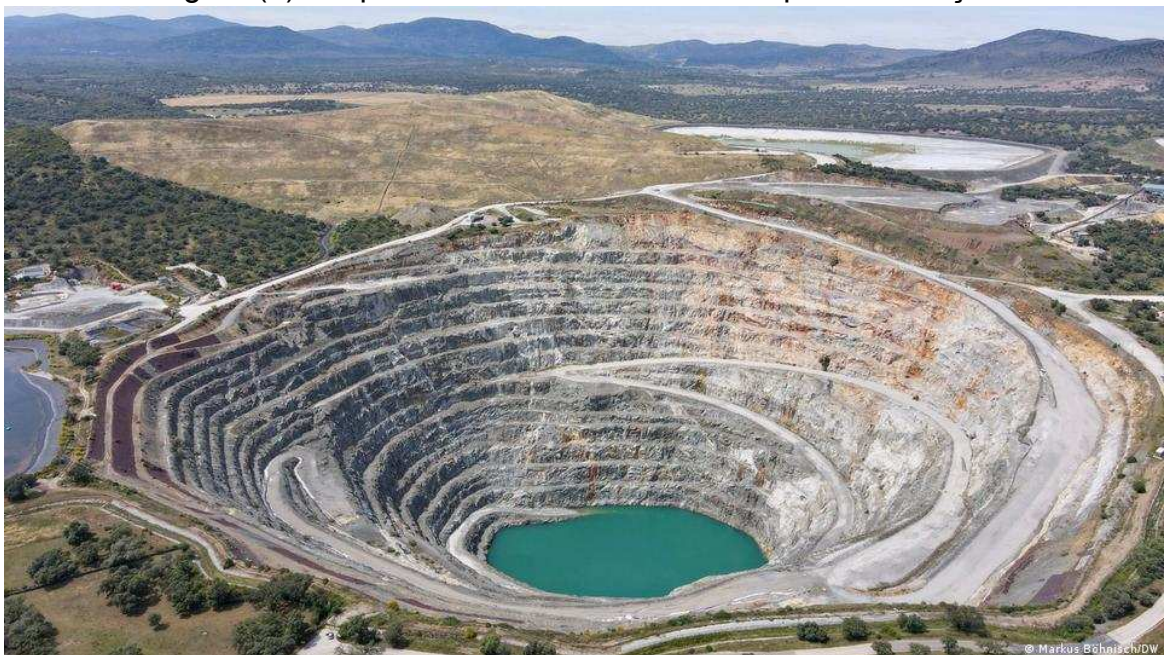
1.5.1 Impacto socioambiental

Na etapa de extração de carga, início do ciclo de produção do aço, desflorestamento e erosão do solo são os principais impactos observados. Há alteração no entorno e alteração da paisagem natural (LIBRELOTTO E FERROLI, 2014, s/p). Segundo Andrea Mechi e Djalma Sanches, quase toda mineração causa supressão vegetal ou

impede sua regeneração natural. Muitas vezes o horizonte “O” do solo, a camada superior e mais rica em matéria orgânica e de maior fertilidade, é removido, deixando os demais horizontes expostos aos agentes e processos erosivos, o que pode acarretar assoreamento de corpos hídricos da bacia hidrográfica em que se encontra a mina. A qualidade dos corpos hídricos do empreendimento é afetada, sendo poluídos por elementos carreados como metais pesados e óleos, sendo que os metais pesados podem ainda contaminar águas subterrâneas por um processo chamado lixiviação (MECHI e SANCHES. 2010 s/p).

A mineração também pode provocar a poluição do ar por partículas suspensas pela atividade da lavra, ou por gases emitidos da queima de combustível. Mais alguns impactos associados são a geração de ruídos, sobrepressão acústica, e a vibração do solo no entorno devido à operação do maquinário e explosões (MECHI e SANCHES, 2010, s/p).

Figura (3) - Impacto visual e erosão do solo pela mineração.



Fonte: Markus Böhnisch/DW

Outro impacto referente a esta etapa é a construção das barragens de contenção de rejeitos, que por sua vez “apresentam impactos ambientais como: visual nas fases de vida útil da barragem, desmatamento na fase de construção, poluição da água superficial e subterrânea durante e após a operação da mina e geração de poeira na praia de rejeito” (BARBOSA e DIAS, 2016, p.1). Uma parte dos resíduos retidos é o

lodo do tratamento dos efluentes industriais. Nestes, há uma alta concentração de contaminantes e poluentes, entre eles “estão amônia, benzeno e outros componentes aromáticos, sólidos em suspensão, cianetos, fluoretos e zínco, óleos, cobre, chumbo, cromo e níquel” (BARTON, 1998 apud, MILANEZ E PORTO, 2008, p.13) que possuem alto potencial de contaminação de corpos hídricos (MILANEZ E PORTO, 2008, p.13).

Figura (4) - Barragens de mineração da Mineração Rio Norte em Oriximiná.



Fonte: Carlos Penteado

Além disso há o terror causado pelos dois rompimentos ainda recentes no Brasil que juntos causaram 291 mortes humanas, perdas sociais e impactos ambientais incomensuráveis, sendo o maior desastre ambiental da história do Brasil e o maior do mundo referente a acidentes com barragens de rejeitos (Agência Focruz de Notícias (AFN) e Focruz Minas, s/p).

Figura (5) - Rompimento da barragem de Bento Rodrigues.



Fonte:Foto: Reprodução / TV Globo

Sobre a etapa de transporte dos minérios o portal da ANTF (Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários) expõe que, atualmente, o transporte de carvão e minérios representa 70% do volume total de carga transportada pelo modal ferroviário no Brasil, e 93% do minério de ferro exportado chegou aos portos sobre trilhos, o que ilustra que o transporte dos minérios até as siderúrgicas é normalmente feito por trens de carga. Estes trens de carga atualmente são movidos a diesel e gás natural, que emitem CO₂ na atmosfera. Mas é importante pontuar que o modal ferroviário é o mais eficiente entre os mais usados no Brasil (COLAVITE, KONISHI, 2015).

Nas etapas compreendidas entre a redução e a laminação, como já dito anteriormente, há um grande consumo energético, da ordem de 8% do consumo energético anual do Brasil - algumas empresas como ArcelorMittal já utilizam gases produzidos nos alto-fornos para geração de energia, reduzindo seu consumo (LIBRELOTTO E FERROLI, 2014, s/p). Nesse sentido Milanez e Porto dizem:

Segundo o Ministério de Minas e Energias, os setores de ferro-gusa e aço ampliaram sua participação conjunta no consumo total de energia do país de 5,3% em 1970 para 8,4% em 2006 Considerando a origem dessa energia, em 2006, as principais fontes foram o coque de carvão mineral

(34%), carvão vegetal (27%) e eletricidade (8,5%) (MME, 2007 apud, MILANEZ E PORTO, 2008 p.10).

Nessas estampas também há produção de poluição atmosférica, pela liberação de gases como óxidos de enxofre (SOx), monóxido de carbono (CO) e metano (CH₄) (LIBRELOTTO E FERROLI, 2014, s/p), gás sulfídrico (H₂S), óxidos de nitrogênio (NOx), dióxido de carbono (CO₂), etano (C₂H₆) e material particulado e diferentes hidrocarbonetos orgânicos, como o benzeno. De forma resumida esses gases colaboram para as mudanças climáticas relacionadas ao efeito estufa, causam chuvas ácidas ou estão associados a problemas respiratórios e desenvolvimento de diferentes cânceres (MILANEZ E PORTO, 2008 p.11).

Há também um problema relacionado à exposição ao benzeno, um subproduto da produção do coque. A exposição crônica a este composto químico “tem impactos nos sistemas nervoso, endócrino e imunológico, além disso, ele pode causar leucopenia e leucemia” (MIRANDA, DIAS et al., 1999, apud MILANEZ E PORTO, 2008 p.12).

O consumo de água pelas usinas é também um fator a ser considerado por ser elevado pela necessidade de resfriar equipamentos. Estima-se que em 2006 o setor tenha captado 453 milhões de m³, o que equivale à metade da água distribuída no estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 2000, apud MILANEZ E PORTO, 2008 p.17).

Um último resíduo sólido, o pó de balão, tem alto potencial tóxico e cancerígeno, sendo considerado como resíduo Classe I - perigoso. Tem cerca de 75% do seu volume acondicionado em pátios a céu aberto, possibilitando sua dispersão e contaminação do solo e de corpos d'água (OLIVEIRA e MARTINS, 2003, apud MILANEZ e PORTO, 2008).

1.6 Por que reutilizar antes de reciclar

A ideia de reutilizar um material que pode ser reciclado, e é 100% reciclável e amplamente reciclado no mundo, pode parecer desnecessária ou até ingênua. Mas, há dois fatores de suma importância apontados de forma breve anteriormente neste trabalho, que indicam uma maior sustentabilidade nesse reuso.

Em primeiro lugar, a implementação de um metabolismo mais lento, aumentando o tempo do ciclo de vida; além disso, o fato de que esse reuso diminui a demanda por materiais tradicionais fabricados, trabalhados e transportados para fins específicos dentro da construção civil. Este subtópico apresentará o cerne da fundamentação da maior sustentabilidade na escolha pela reutilização antes da reciclagem.

Kibert, Sendzimir e Guy, na obra “Ecologia das Construções” -em tradução livre-comparam os sistemas biológicos da natureza ao que se chama de ciclo de vida. Eles defendem que uma construção mais sustentável e ecologicamente correta deve almejar uma maior proximidade com ciclos ecológicos naturais, que são ciclos naturalmente fechados (*closed-loop*). O conjunto dos processos que integram este ciclo é chamado de metabolismo (KIBERT, et al, 2002).

Os autores defendem que a indústria da construção seria beneficiada de observar e tentar copiar os comportamentos metabólicos dos sistemas naturais, nos quais a sustentabilidade é intrínseca. Eles definem metabolismo da construção como sendo a utilização de recursos no ambiente construído que mimetizam os sistemas naturais de metabolismo através da reciclagem de recursos materiais se valendo de sistemas de energia renovável.

Seguindo essa linha de pensamento, é possível observar que alguns animais marinhos, como algumas espécies de ermitões, um crustáceo, apropriaram-se de conchas desocupadas para sua proteção, fazendo o reuso de um material já previamente “fabricado” e utilizado. Material este que retorna ao seu ecossistema fornecendo cálcio ao ambiente e outros animais marinhos (JERONIMO, et al, 2022, s/p), sendo, dessa maneira a forma de reciclagem dos sistemas naturais. Apresento esse reuso como uma forma de aproveitamento dos recursos disponíveis em um ecossistema.

Analogicamente, as conchas desocupadas seriam as aparas de chapas, material que foi fabricado para um fim e que, tendo já passado por sua finalidade inicial, poderia ser diretamente reciclado, sendo reinserido no ciclo de vida, mas que podem também ser reutilizadas da forma em que se encontram antes de serem recicladas. Faz-se assim um uso mais prolongado do trabalho e recursos energéticos que foram despendidos para produzir aquele material, e adia-se o dia da reentrada no ciclo, desacelerando o metabolismo específico desses sistemas.

O escritório 2012 Architecten da Holanda, hoje Superuse Studios, um coletivo internacional, propôs o conceito de “superuso” que, segundo eles, diferentemente do processo de reciclagem, os resíduos são utilizados da forma em que se encontram, o que “significa que a energia desperdiçada no transporte, quebra e reforma do material pode ser economizada” (SPATIAL AGENCY, 2007, s/p), corroborando para justificativa central deste trabalho.

Em outras palavras, reutilizar viabiliza o adiantamento do dia da reentrada no ciclo de vida. Reentrada essa que demanda alto consumo de energia para a realização do processo de reciclagem. Postulo isso não de forma a condenar a reciclagem, pois já ficaram demonstradas anteriormente as suas vantagens, principalmente por ser o princípio dos sistemas naturais. Digo isso para apontar que o reuso é uma forma de buscar aproveitar ao máximo todos os esforços e energia que já foram empregadas naquele material no estado que se encontra. E que além disso, permite economizar na aquisição dos recursos que o material reaproveitado poupa. E mais do que economizar financeiramente, economia do próprio insumo material que seria retirado da natureza.

2 ENTREVISTAS

A fim de contemplar o objetivo deste trabalho de conhecer os resíduos de aparas de chapa disponíveis, foram realizadas entrevistas de caráter exploratório na cidade de Timóteo - MG. Optou-se pela entrevista semiestruturada para traçar um perfil básico das características, custos e usos dos tipos de resíduos e como são gerados.

Entrevistas semi estruturadas possuem um roteiro com temas que precisam ser contemplados, mas ao mesmo tempo permitem desvios para explorar elementos não previstos que podem ser trazidos pelos entrevistados (ZAMBRANO e PISSOLATO et al. s/d p.5). Como estas entrevistas são centradas em práticas cujo objetivo é conhecer processos, ciclos de vida, aspectos materiais de pessoas ou grupo sociais, têm caráter mais descritivo e narrativo além de um ordenamento cronológico (Blanchet & Gotman, 1992, apud, ZAMBRANO, 2008 p. 137).

O objetivo geral destas entrevistas foi de conhecer os tipos de resíduos existentes e disponíveis. Os objetivos específicos foram descobrir do que são feitos, quais suas características, obter fotos, saber os destinos comuns e o custo de aquisição. Com este fim, as entrevistas foram planejadas de maneira simples, com perguntas claras, mas também abertas e que pudessem levar a respostas com informações não antecipadas por mim, focadas nos objetivos específicos elaborados.

Essas entrevistas foram feitas com o auxílio do meu pai, que é tanto cliente do serviço de corte quanto comprador e utilizador das aparas residuais, sendo desta forma a ponte ideal para conhecer algumas firmas que produzem resíduos aptos a se encaixar no escopo deste trabalho. Isso possibilitou não somente a realização das entrevistas como também visitas às fábricas, podendo tirar fotos de tudo que poderia ser de interesse do trabalho e fazer perguntas sobre custos e valores.

As entrevistas não puderam ser gravadas devido aos ruídos constantes presentes no ambiente industrial, por isso foram tomadas notas dos principais pontos respondidos pelos entrevistados. Para a melhor visualização das informações segue uma tabela comparativa das informações mais relevantes obtidas nas entrevistas.

Tabela (1) - Informações de destaque das entrevistas

Entrevistado	Tipo de resíduos	Composição	Qual o destino	Interesse em aproveitar
1	Chapas vazadas Réguas Retalhos	Aço carbono Galvanizado Inox	Venda para serralheiros, raramente sucataria	Não tem interesse.
2	Chapas vazadas Réguas Retalhos Perfis (C e U)	Aço carbono Galvanizado Inox	Venda para serralheiros ou sucataria	Não tem interesse.
3	Tiras/réguas furadas prensada	Inox	Venda para serralheiros ou sucataria	Não tem interesse.
4	Aparas diversas	Aço carbono	Venda para sucataria, raramente para serralheiros	Não tem interesse.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.1 Caracterização dos materiais

A tabela anterior traz quatro categorias de informações sobre as chapas, e a seguir esses tópicos serão detalhados e ilustrados por imagens obtidas ao longo das entrevistas.

Começando pelas colunas um e dois, que falam das características das aparas geradas. A coluna um é sobre o formato físico, sendo que o Entrevistado 1 e a Perfil Entrevistado 2 possuem aparas de chapas muito similares provenientes do corte a laser. Essas aparas têm as dimensões de 1m ou 1,5m por 2m ou 3m no caso do inox, ou 1,5m por até 3m no caso do aço galvanizado, quando cortadas de chapas inteiras.

Outro formato desses resíduos são as réguas, que têm poucos centímetros de largura por, em média, até 3m de comprimento, geralmente gerados do corte em guilhotina das chapas.

Um formato de resíduo comum a essas duas empresas são os retalhos, que são pequenos pedaços de chapas com medidas diversas, que podem restar do corte a laser ou na guilhotina e esmerilhadeira. Essas duas empresas possuem mais um tipo de resíduo em comum, os tubos, que podem ter perfil retangular ou circular.

Figura (6) - Aparas armazenadas nas empresas



Aparas de chapas inteiras em aço carbono, separadas para venda
-Entrevistado 1



Aparas de chapas em formato de régua em aço carbono, separadas para venda
-Entrevistado 1



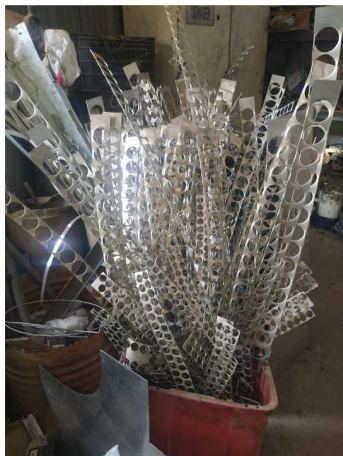
Aparas de chapas em retalhos, em aço carbono, separadas para venda
para venda
-Entrevistado 1

Fonte: Acervo da autora, 2023.

O entrevistado dois possui um formato de aparas diferente por eles realizarem a atividade de desbobinação dos rolos de aço carbono para fabricar calhas. Possuem régua maiores que 3m e também aparas em perfil U e C.

O entrevistado 3, possui resíduos bem uniformes: tiras perfuradas em círculos ou quadrados que geralmente ficam curvas devido à pressão necessária para o processo de conformação e corte das peças. Ele costuma vender a maior parte de seus resíduos como sucata - são dobrados e amassados devido a sua pouca resistência estrutural. Mas ele também disse que costuma vender para serralheiros que fabricam lixeiras com tal material, e que no caso dos serralheiros mais próximos costuma fazer aparas melhores e mais resistentes.

Figura (7) - Aparas em tiras da empresa do Entrevistado 3



Aparas de chapas em tiras de inox boleadas em estampagem mecânica - Entrevistado 3



Aparas de chapas em tiras de inox boleadas em estampagem mecânica, separadas para venda a serralheiros - Entrevistado 3



Aparas de chapas em tiras de inox boleadas em estampagem mecânica, separadas para venda como sucata - Entrevistado 3

Fonte: Acervo da autora, 2023.

O Entrevistado 4 gera o maior volume e peso de resíduos, e segundo o que apontou o funcionário que guiou a visita, por tratar-se de uma empresa de maior porte, há pouco interesse em lucrar com a venda de seus resíduos beneficiados. Ela gera os resíduos mais diferentes entre si, pois a máquina de corte com jato de água pode cortar chapas com até 25cm de espessura, e deixa as aparas com acabamento impecável.

Figura (8) - Aparas e retalhos do corte a jato de água



Aparas de chapas inteiras em aço carbono, ainda sobre a mesa de corte do jato de água - Entrevistado 4



Bloco de teste, feito com corte a jato de água, em chapa de aço carbono com 25cm de espessura - Entrevistado 4.



Aparas de chapas em blocos de aço carbono novos, ainda não oxidadas - Entrevistado 4

Fonte: Acervo da autora, 2023.

2.2 Interesse em aproveitar com fim econômico

A tabela também aponta que nenhuma das quatro empresas entrevistadas demonstrou interesse em fazer uso comercial das aparas - vide coluna 5 da tabela 1. Elas as vendem como sucata, ou com o preço cheio de uma chapa trabalhada - vide coluna 4 da tabela 1. A falta de interesse não é em vender, mas sim em beneficiar o material antes de vendê-lo.

O desinteresse em trabalhar essas aparas antes da venda surge do fato de ser uma atividade cuja natureza difere das já realizadas usualmente pelas empresas. O Entrevistado 3 por exemplo, trabalha com estampagem mecânicas de flanges e canoplas de inox, um processo único de corte e dobra para conformação dessas peças; esses processos não requerem solda, que seria fundamental para o uso das aparas.

Esse tipo de questão é comum a todas as empresas, exceto o Entrevistado 4, que trabalha com dobra e solda além dos cortes a jato de água e plasma, e com serviços de grande porte e especializados para outras empresas. Outro fator em comum para isso é que nenhum deles têm interesse em atuar com um novo nicho dentro de seus pátios.

2.3 Outros pontos de destaque das entrevistas

Uma informação interessante que ainda pode ser destacada foi o fato de o Entrevistado 1 se esforçar para deixar as aparas o mais aproveitável possível. Roberto disse que quando um cliente leva seu próprio material, também é responsável pelo desenho do corte que a máquina fará, bem como pode escolher levar ou não as aparas. Mas quando o cliente contrata o serviço com material, ele paga somente pelo que ele adquire, desta forma, Roberto pode mudar o desenho para que as aparas sejam mais fáceis de aproveitar e por tanto mais vendáveis. Ele vende essas aparas com o mesmo preço que vende as peças dos serviços contratados, cobrando pelo peso do inox novo mais uma parte da mão de obra empregada.

Ele disse que se interessa muito pelas aparas e foi possível perceber até um apreço por elas. Ele relatou que já usou aparas em projetos pessoais, fez cercas e grades para seu sítio. Inclusive estavam à vista alguns experimentos que ele fez em chapas com a ideia de usar o elemento vazado como decoração - vide imagem abaixo.

Figura (9) - Chapas cortadas em testes feitos pelo Entrevistado 1.



Fonte: Acervo da autora, 2023.

2.4 Sobre valores

A tabela a seguir mostra um resumo do que foi dito sobre os preços cobrados nas vendas das aparas, exceto pelo Entrevistado 4, que vende sempre a preço de sucata para o mesmo comprador, mas que quando o pátio está cheio abrem para compradores externos. Entre as outras empresas os preços variam desde o valor tabelado da sucata ao valor do material trabalhado, e só depende do interesse do fabricante. Esse valor é sempre dado por quilo e com base nos valores tabelados do material novo e do seu valor como sucata.

Tabela (2) - A forma como as empresas precificam suas aparas

Entrevistados	1	2	3	4
Noção de preço dada	Cobra 20% a mais que o valor do quilo da sucata em média, mas chega a cobrar o mesmo preço	Chapa vazada mais caro que o preço da sucata. Aparas pequenas vende no quilo da sucata	Vende como sucata os piores retalhos Cobra acima do valor da sucata de 20% a 50% a	A preço de sucata, às vezes abrem venda para serralheiros.

	do quilo em aparas melhores.		mais.	
--	------------------------------------	--	-------	--

Fonte: Elaborado pela autora.

Na entrevista os fabricantes disseram que esses preços valem a pena para os serralheiros, que compram aparas que já se adaptam bem aos seus trabalhos de forma a diminuir a mão de obra necessária em cada projeto em que serão empregadas.

3 ESTUDOS DE CASO

A busca por estudos de caso neste trabalho se mostra um pouco desafiadora devido à falta de trabalhos de escritórios de arquitetura com os materiais específicos deste estudo: as aparas de chapa. Mas é possível encontrar equipes de arquitetura que adotam a premissa de reuso, que trabalham com diferentes materiais a partir do pensamento de empregar o melhor uso possível dos resíduos disponíveis.

3.1 O Superuse Studios

O escritório coletivo internacional de arquitetura para design circular, Superuse Studios, parte da mesma premissa que este trabalho: reutilizar antes de reciclar e fazer uso dos recursos disponíveis sem grandes alterações em sua estrutura, o que eles chamam de “superuso”.

O coletivo acredita que um design não seja o começo de um processo linear, mas sim, circular, sendo uma fase de um ciclo fechado e contínuo de criação e recriação, uso e reuso, no qual aplicam várias estratégias para fazer uma arquitetura mais sustentável com materiais reaproveitados (SUPERUSE STUDIOS, s.d., s/p).

3.1.1 Metodologia e Ideologia

A metodologia do grupo em questão não possui um material focal, como este trabalho, muito pelo contrário, o intuito é conhecer as possibilidades e trabalhar com elas. Mesmo assim, o estudo de caso é extremamente relevante, já que a motivação de ambas é a mesma: contribuir para a sustentabilidade, adotando como o meio para alcançá-la, a reutilização de materiais disponíveis.

Eles apontam o fato de que para alcançar essa mudança de metodologia na construção - fazer maior e melhor uso de resíduos - é necessário mais que

criatividade, trata-se também de uma completa mudança de atitude e inovação nas práticas de gerenciamento (SPATIAL AGENCY, 2007, s/p).

Acreditam também na necessidade de surgimento de um novo profissional, o “the superuse scout”, em tradução livre “o explorador de superuso”, que precisa ser uma pessoa apta a avaliar as oportunidades e o potencial reutilizável dos diferentes resíduos encontrados (SPATIAL AGENCY, 2007, s/p).

A Superuse nomeou todo o processo de busca, localização e desmontagem de materiais de 'colheita'. Para facilitar a colheita, fundou ainda a plataforma oogstkaart.nl em 2012. Tal plataforma funciona como mercado para materiais de construção reutilizáveis e é usado pela própria Superuse e por outros profissionais (SUPERUSE STUDIOS, s.d., s/p).

Eles apontam a existência de várias fontes de materiais residuais, cada uma com características e dinâmicas próprias. Para eles, materiais residuais são materiais considerados supérfluos, e muitas vezes ainda podem ser usados, às vezes em uma função semelhante à original, mas também em novas funções. E dessa forma a equipe distingue diferentes fluxos de resíduos de materiais para o uso em seus projetos (SUPERUSE STUDIOS, s.d., s/p).

Material no final do seu ciclo de vida é um material que não pode mais ser usado em sua função original. Como exemplos citam-se outdoors e pás de moinhos de vento descartadas (SUPERUSE STUDIOS, s.d., s/p).

Resíduos de construção e demolição são o material proveniente da demolição de edifícios. Como exemplos citam-se: portas, caixilhos de janelas, painéis de fachada, que muitas vezes ainda podem ser usados em sua função original. A Superuse trabalha ainda em conjunto com uma rede de catadores (scrappers) pois, devido à dinâmica do processo de demolição, os materiais podem estar disponíveis por um curto período de tempo (SUPERUSE STUDIOS, s.d., s/p).

Os materiais de vida curta são provenientes de feiras, exposições e mostras. Podem ser materiais de alta qualidade que foram usados por pouco tempo, como placas, estruturas metálicas e painéis (SUPERUSE STUDIOS, s.d., s/p).

Desperdícios de produção e paradas de produção geram materiais que não apresentam a qualidade desejada, mas que podem perfeitamente ser usados para

outros fins. Normalmente são grandes lotes de material uniforme (SUPERUSE STUDIOS, s.d., s/p).

Estoque morto são materiais antigos, coleções desatualizadas e peças de produtos obsoletos. O estoque morto é economicamente amortizado, mas geralmente novo e bem embalado (SUPERUSE STUDIOS, s.d., s/p).

Minha conclusão é que o escritório busca não somente atuar em projetos específicos, mas aprimorar-se em uma metodologia que seja aplicável por quem quer que tenha o interesse em fazê-lo, inclusive visando a uma maior utilização deste processo como forma de transformar o pensamento sobre o projeto arquitetônico.

3.1.2 Projetos do Superuse

Com o objetivo de compreender o produto desses projetos trago aqui alguns exemplos. O primeiro deles o “SPijs car“, uma sorveteria móvel feita de carcaças de geladeira e máquinas de lavar velhas, segue imagens.

Figura (10) - A sorveteria móvel.



Fonte: INHABITAT, 2012

Figura (11) - Tapa dos freezers de armazenamento de sorvete.



Fonte: INHABITAT, 2012

O design é claramente fora dos padrões, mas ao mesmo tempo não é difícil perceber do que se trata. Projetar com os materiais que se encontram já disponíveis requer trabalhar com as medidas e propriedades que eles possuem e o projeto é concebido a partir dos elementos disponíveis.

Ter de projetar a partir das propriedades intrínsecas dos materiais encontrados pode ser difícil, mas no caso da sorveteria o uso das carcaças de geladeira permite o isolamento térmico do interior, o que ressalta a necessidade de um buscador de superuso capaz de vislumbrar os melhores usos para cada material.

Figura (12) - Vista exterior do SPijs car



Fonte: INHABITAT, 2012

O segundo projeto é o Wikado Playground, construído em 2007, é um parquinho para crianças feito a partir de cinco pás de uma turbina eólica. Essas pás foram cortadas em partes menores para atuar como, túneis, rampas, escorredores e torres (INHABITAT, 2012, s/p). Criando um espaço único e lúdico, proporcionando uma experiência por percursos e usos diversos às crianças.

Figura (13) - O Playground após a intervenção do escritório.



Fonte: INHABITAT, 2012

Figura (14) - Crianças brincando sobre as pás.



Fonte: INHABITAT, 2012

Figura (15) - Foto área do Parquinho.



Fonte: INHABITAT

Figura (16) - Crianças brincando por dentro das pás.



Fonte: INHABITAT

Espresso bar STERK é mais um dos exemplos de projetos de superuso do escritório. De aparência futurista, ele era composto por módulos que possibilitavam diversos programas, inclusive acomodação residencial. O projeto contava com um bar e uma cozinha, feitos com outdoors indesejados; os puxadores das gavetas eram fivelas de cinto de segurança de poltronas de avião e as portas eram compostas por material de paredes desconstruídas de outra parte do edifício onde se localizava. Parte de seu interior era revestido com placas de circuito. Infelizmente a obra foi demolida após o incêndio que condenou o prédio em que se encontrava (DESIGNBOOM, 2015, s/p).

Figura (17) - O Espresso bar STERK visto do lado da entrada de acesso a cozinha.



Fonte: Superuse Studyo

Figura (18) - O Espresso bar STERK



Fonte: Superuse Studyo

3.2 O Coletivo Rotor

Como o próprio website da entidade apresenta, Rotor “é uma prática de design cooperativo que investiga a organização do ambiente material”. O grupo faz posicionamentos críticos através de pesquisa e design. Ele trabalha com projetos de arquitetura e design de interiores, mas também produz exposições, livros, modelos econômicos e propostas de políticas (ROTOR, s.d.,s/p).

3.2.1 Metodologia e Ideologia

A Rotor também acredita na ciclicidade dos materiais, como o seu próprio nome já sugere. Para o grupo, a pesquisa é vital em todos os projetos. Mas destacam que alguns projetos são mais centrados na investigação de temas específicos, como por exemplo a sustentabilidade, a circularidade e a economia de materiais. E apontam que a abordagem empírica é importante tanto nos projetos de pesquisa mais teóricos quanto nos mais orientados para a prática (ROTOR, s.d.,s/p).

O grupo realiza projetos de design de interiores com o objetivo de incorporar elementos recuperados para sua reutilização, fazendo uma fusão entre design e construção a fim de criar projetos que atendam as necessidades do cliente e ainda insiram os elementos a serem reaproveitados.

Assistência de projetos, publicações, exposições, pesquisas e atuação em educação em parceria com universidades estão entre as outras atividades realizadas pelo coletivo (ROTOR, s.d.,s/p). Partem da premissa de que atuando nessas áreas é possível não apenas criar projetos arquitetônicos e designs, mas também viabilizar que outras pessoas e instituições possam fazer projetos de propostas similares.

Por exemplo, quando fizeram um estudo sobre reutilização de aparelhos sanitários, contabilizaram desde o número de aparelhos descartados anualmente na Bélgica, até as suas formas de higienização e comparação dos custos com a aquisição de

novos. O coletivo se mostra comprometido não somente com a realização destes estudos, mas também com a divulgação destas descobertas.

Outra maneira que possuem de compartilhar sua forma de trabalho é através do Rotor Deconstruction (RotorDC). Hoje se trata de uma empresa cooperativa à parte, mas que foi concebida pela própria Rotor. O RotorDC é pioneiro no nicho de componentes de construção recuperados: as equipes fazem desde o desmonte até a comercialização de materiais de edifícios reformados ou demolidos. Ela também trabalha com assistência a proprietários de edifícios, empreiteiros e arquitetos acerca de como integrar esses elementos recuperados em novos projetos (ROTOR, s.d.,s/p).

Apontam que a reutilização dos materiais de construção é tão antiga quanto a própria prática da construção, mas que seu potencial é pouco explorado ou até negligenciado. E que o comércio destes materiais acontece principalmente de forma orgânica e informal, mas que existem empresas especializadas na compra e venda de materiais recuperados específicos. A partir da compreensão deste problema eles criaram uma plataforma chamada Opalis.

A Opalis é uma plataforma de inventário online do setor de materiais de construção recuperados, com proposta parecida ao oogstkaart.nl do escritório superuse. O site, disponível em: <https://opalis.eu/en>, inicialmente, trazia informações detalhadas de todos os revendedores em um determinado raio ao redor de Bruxelas, porém atualmente foi ampliado e hoje cobre todo o território belga, França e Holanda, além de apresentar também informações sobre diferentes tipos de materiais. (ROTOR, s.d.,s/p).

3.2.2 Projetos do Rotor

O Rotor atuou no início do projeto “OXY - Centro Monnaie”, após o concurso internacional de arquitetura, quando o escritório ganhador convidou o Rotor para se juntar a equipe a fim de participar da elaboração de uma abordagem circular para o projeto de reforma, de maneira a auxiliar na integração de princípios de reutilização. O grupo propôs preservar cerca de 89% do edifício pré-existente e com a ambição de que 4 a 6% dos materiais utilizados na reforma fossem oriundos de

reaproveitamento (ROTOR, s.d.,s/p). Segundo seu website, a participação no projeto 'OXY - Centro Monnaie' objetivava:

ajudar a definir uma estratégia circular global; estabelecer uma auditoria de recuperação; organizar sessões de trabalho com a equipa de design para orientar escolhas relacionadas com escolhas de materiais, preservação, reutilização e reciclagem; fornecimento de materiais no mercado de recuperação; e ajudando na redação de alguns cadernos de encargos (ROTOR, s.d., s/p).

Figura (19) - Caderno de projeto OXY - Centro Monnaie



Fonte: ©Rotor

Um exemplo de exposição elaborada pelo Rotor foi a “Exposição Itinerante: os 99 por cento”, esta exposição itinerante mostrava a pesquisa pelo Rotor Bellastock e Salvo, sobre centenas de empresas atuantes na recuperação de materiais de construção no noroeste da Europa. Essa exibição era composta por uma coleção de amostras de materiais recuperados; um grande mapa identificando as empresas ativas no ramo de recuperação em todo o Reino Unido, Irlanda, França, Bélgica, Holanda e Luxemburgo e uma série de vídeos apresentando projetos-piloto e diversas perspectivas sobre o reuso, juntamente com o impacto social, relevância econômica, ambiental e quem são os principais agentes da economia do reuso (ROTOR, s.d.,s/p).

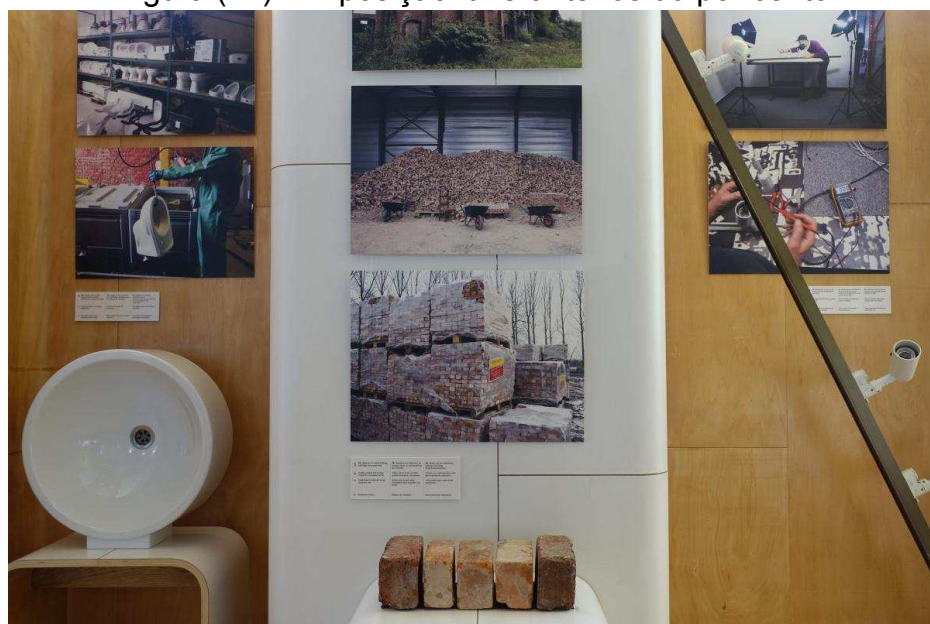
Figura (20) - Mapa parte da “Exposição itinerante: os 99 por cento”



Fonte: ©Rotor

O objetivo da exposição era oferecer uma visão inspiradora das práticas de reutilização na região trabalhada. Destinada ao público em geral e também aos portadores de poder político ligados à construção e gestão dos recursos ambientais e materiais, a exposição trazia informações relevantes para fomentar as práticas de reuso (ROTOR, s.d.,s/p).

Figura (21) - Exposição Itinerante: os 99 por cento



Fonte:©Rotor

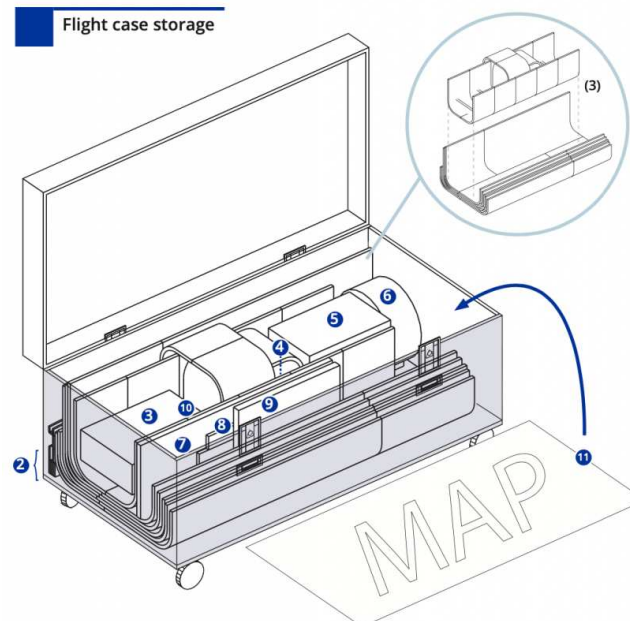
Figura (22) - Exposição Itinerante: os 99 por cento



Fonte: ©Rotor

É interessante notar que toda a exposição, construída de forma modular, cabe em uma única mala, na qual encontram-se as instruções sobre montagem e desmontagem. E devido a sua natureza modular, é facilmente adaptada às necessidade dos espaços em que será exibida (ROTOR, s.d.,s/p).

Figura (23) - Ilustração do acondicionamento da exibição



Fonte: ©Rotor

Outro projeto que contou com a participação do Rotor foi o 'Calçada em madeira tropical recuperada' em Edegem na Bélgica. O grupo auxiliou na busca por um material recuperado que fosse adequado à instalação de um calçada de 300m². Para o projeto do escritório Omgeving, o Rotor sugeriu o uso de pranchas de madeira de navio tropical, material permanentemente disponível no mercado de reuso, e que atendeu perfeitamente aos requisitos do projeto, tanto técnicos quanto às restrições orçamentárias (ROTOR, s.d.,s/p).

Figura (24) - O produto final do calçada.



Fonte: ©Rotor

Figura (25) - O material escolhido



Fonte: Estoque na Van Hameren Houthandel ©Van Hameren

3.3 Usos espontâneos de aparas de chapas

Um dos fatores na escolha do presente tema foi ver em diversas localidades o uso espontâneo das aparas de chapa. Não somente em minha cidade de Timóteo, em Minas Gerais, uma das quatro cidades do Vale do Aço, mas também em outras cidades que visitei, como Miguel Pereira, no Estado do Rio de Janeiro. Acredito que o uso exposto seja uma forma de demonstrar a viabilidade da ideia.

O uso espontâneo demonstra que não há a necessidade de um profissional com formação acadêmica para que essas ideias sejam concretizadas o que, a meu ver, expressa a organicidade por trás do conceito, a possibilidade de ser algo amplamente aplicado, inclusive fora da arquitetura.

Claro que os usos dentro da arquitetura, como serão propostos na segunda etapa deste trabalho, podem ser mais específicos, atuando no conforto térmico das edificações ou como elementos estéticos em fachadas por exemplo, sendo que nestes caso a atuação de um arquiteto é fundamental. Mas a questão aqui é insistir na ampla aplicabilidade do material.

É importante apontar também que os usos espontâneos, apesar de demonstrarem a criatividade e inventividade de quem os fez, têm seus usos limitados pela falta de conhecimento sobre assuntos e técnicas específicas da área de projeto arquitetônico. Isso não implica em falta de capacidade ou criatividade, apenas em desconhecimento sobre elementos construtivos que podem fazer parte de um projeto arquitetônico.

Os primeiros usos espontâneos que notei foram as lixeiras. Usadas para depositar o lixo no dia da coleta, elas apenas precisam conter as sacolas fora do nível do chão, e assim sua estrutura vazada não apresenta problemas. Temos abaixo três exemplos de lixeiras, duas que aparentam ser em aço carbono (à esquerda e ao centro) e uma em inox (à direita). Temos nos círculos detalhes das lixeiras, à esquerda um zoom mostrando que a lixeira é composta com tiras vazadas, deixando um contorno da letra “D”, e no círculo à direita, aparas de chapas similares às que compõem a lixeira da foto mais à direita, ambos resíduos gerados pela estampagem mecânica. Este processo é definido pelo fabricante EMG Presses, que fabrica as prensas para a realização desse tipo de serviço como sendo:

um processo de formação de peças que requer máquinas tais como uma prensa mecânica e ferramentas adequadas (matrizes, punções, etc.). O princípio é simples e baseado na deformação plástica do material (geralmente um metal). A deformação consiste em esticar ou encolher a folha para obter a forma desejada (EMG Presses, s.d.,s/p).

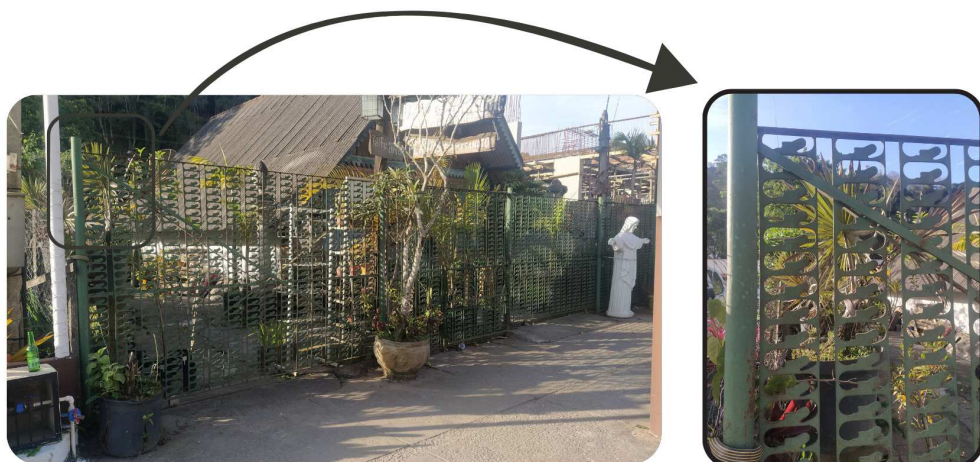
Figura (26) - Lixeiras feitas de aparas em Miguel Pereira e Timóteo.



Fonte: Acervo da autora, 2023.

Este exemplo abaixo trata-se do portão de correr e das grades de uma floricultura em Miguel Pereira, o material aparenta ser aço carbono, e a tiras provavelmente proveniente da estampagem mecânica.

Figura (27) - Portão e grade feitas de aparas em Miguel Pereira.



Fonte: Acervo da autora, 2023.

A imagem abaixo ilustra uma grade feita em conjunto com a construção, sendo da medida exata ao local de sua instalação. A apara em aço inoxidável recebeu um elemento circular decorativo para agregar resistência estrutural à apara.

Figura (28) - Grade em aparas de aço inoxidável em Timóteo



Fonte: Acervo da autora, 2023.

O exemplo a seguir se trata de outro portão. O material das aparas é aço galvanizado e não recebeu nenhum tipo de tratamento ou cobertura para prevenir a oxidação. As aparas são o resíduo de chapas inteiras cortadas a laser.

Figura (29) - Portão em aparas de aço carbono em Timóteo?



Fonte: Acervo da autora, 2023.

O último exemplo é o guarda corpo da empresa Thermon, que utilizou aparas de aço carbono após o corte a jato de plasma, gerados pela própria empresa. As aparas

foram soldadas entre si formando quadros, estes quadros soldados à estrutura metálica, o guarda corpo recebeu tratamento e revestimento para prevenir sua oxidação,

Figura (30) - Grade da empresa Thermon em aparas de aço carbono em Timóteo.



Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (31) - Uso estrutural de aparas de chapas.



Fonte: Pedro Rezende Carvalho, editado pela autora, 2023.

Este último exemplo mostra uma aplicação estrutural de aparas de chapa, neste caso na sustentação de um telhado externo na cidade de Miguel Pereira.

Os exemplos de usos espontâneos são capazes de começar a ilustrar a variedade de formatos de aparas que existem e a diversidade de uso possível.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa monografia se coloca como uma contribuição em prol dos princípios de sustentabilidade no contexto da construção civil.

O objetivo da realização desta primeira fase do trabalho foi buscar uma fundamentação teórica que desse respaldo ao trabalho que se pretende desenvolver. E em específico, coletar informações sobre as aparas de chapas e fundamentar a escolha pela reutilização a fim de que na segunda fase sejam elaboradas possibilidades de uso dentro da arquitetura.

O objetivo da fase seguinte consistirá em trabalhar conhecimentos de tecnologia dos materiais e arquitetura em prol da criação de propostas de aplicação para o material estudado em projetos arquitetônicos. A meta será criar propostas centradas na eficiência e no conforto da edificação, expandindo o horizonte dos usos citados anteriormente sem excluí-los das possibilidades. Sempre visando a que, mesmo após seu uso nas edificações, esses materiais possam ser ainda reutilizados ou reciclados, fortalecendo uma economia circular em um modelo mais próximo ao modelo “Cradle to Cradle”.

A fundamentação baseada no alongamento do ciclo de vida através de uma desaceleração do metabolismo do metal parece a melhor forma de demonstrar a relevância de contribuição para a sustentabilidade no setor da construção civil com a proposta de reuso das chapas. Esta abordagem não apenas opera em um ciclo fechado, mas também em um ciclo mais longo, no qual a energia empregada anteriormente no material é aproveitada de forma tática, visando à redução de demanda da matéria-prima extraída da natureza.

As entrevistas exploratórias abriram os horizontes acerca dos tipos de resíduos produzidos no nicho de foco deste trabalho, criando uma base pautada na realidade sobre os materiais disponíveis para pensar de forma tática seus usos e aplicabilidades em projetos arquitetônicos, funcionando como insumo para as propostas a serem feitas na seguinte etapa.

Por fim, acredito no potencial das informações trazidas neste trabalho de contribuir em pesquisas similares de reuso e superuso de materiais, através de uma forma mais consciente, fundamentada e orientada por entidades que já o fazem com

excelência; bem como seu potencial de apontar uma forma de “Fazer o que não foi feito com o que já foi feito”, como proposto pelo arquiteto Carlos Alberto Maciel (MACIEL. 2021, apud BRIGATTO, 2023, p.67) .

REFERÊNCIAS

2012 Architecten. **Spatial Agency.** Disponível em: <https://spatialagency.net/database/2012.architecten>, 2007. Acesso em 14 de janeiro de 2023.

Aço: material reciclável por excelência. **Blog ArcelorMittal.** Disponível em: <https://blog.arcelormittal.com.br/aco-infinitamente-reciclavel/#:~:text=Ai%C3%A9m%20disso%2C%20o%20a%C3%A7o%20%C3%A9,indefinidamente%2C%20sem%20perder%20suas%20propriedades.&text=A%20sucata%20utilizada%20no%20nosso,dentro%20da%20pr%C3%B3pria%20usina%20sider%C3%BAgica>, Acesso em: 23 de dezembro de 2022.

Agência Fiocruz de Notícias. **Tragédia da mineração:** entenda como ocorreu o maior desastre socioambiental do Brasil. Sem data. Disponível em: <https://agencia.fiocruz.br/tragedia-da-mineracao-entenda-como-ocorreu-o-maior-desastre-socioambiental-do-brasil>. Acesso em 08 de janeiro de 2023.

ASBEA. **Guia de Sustentabilidade na Arquitetura.** Diretrizes de escopo para projetistas e contratantes. São Paulo : Prata Design, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: ISO 14040.** Gestão ambiental Avaliação do ciclo de vida. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. **Informações Gerais:** O Setor Ferroviário De Carga Brasileiro, Sem data. Disponível em: <https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>. Acesso em 09 de janeiro de 2023.

BARBOSA, Dannilo Júnior Guimarães e DIAS, Fabrício Moura. **Barragem De Rejeitos De Mineração No Brasil:** Construção, Impactos E Desastres Ambientais. 17ª Semana de Iniciação Científica e 8ª Semana de Extensão: A Ciência e o Cuidado com a Casa Comum, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. **Barragens de mineração.** Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens>. Acesso em 07 de janeiro de 2023.

BRAUNGART, M; MCDONOUGH, W. **Cradle to Cradle:** criar e reciclar ilimitadamente. Tradução de Frederico Bonaldo. Gustavo Gili Ebook, 2014.

BRIGATTO, Lucca. **Fazer o Que Não Foi Feito Com o que Já Foi Feito**: o reuso como alternativa de desenvolvimento para as cidades brasileiras. Monografia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. Finalizado 2023, não publicado.

BULHÕES, Maria Eduarda. **O reuso de materiais como princípio da arquitetura sustentável** Proposta de um centro comercial referência em sustentabilidade em Juiz de Fora. 2018.

CHEHEBE, José Ribamar B. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos**: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

COLAVITE, Alessandro Serrano e KONISHI, Fabio. **A matriz do transporte no Brasil**: uma análise comparativa para a competitividade. XII SEGeT, 2015.

CORRÊA L. R., **Sustentabilidade Na Construção Civil**. UFMG. 2009.

EMG Press. **APLICAÇÕES : Estampagem**. Disponível em: <https://www.emg-brasil.com/10-4/estampagem/>. Acesso em 14 de janeiro de 2023.

GODOY, Lincoln, et al. **Avaliação do Impacto Ambiental Causado Pela Produção De Aço** Usando O Método Recipe. Fórum Ambiental, 2014.

GONÇALVES, Joana Carla Soares, et al. **Edifício Ambiental**. Oficina de Textos, 2015.

JQUES, Jocelise J. e GUIMARÃES, Lia B. M. **Fim do Ciclo de Vida e Projeto para Desmontagem do Produto Calçado**. Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 2011.

JERONIMO, et al. **O papel das conchas no ambiente marinho**. Instituto de Biologia Marinha Bióicos. Disponível em: <https://www.bioicos.org.br/post/o-papel-das-conchas-no-ambiente-marinho>. Acesso em 09 de janeiro de 2023.

KIBERT, et al. **Construction Ecology**: Nature as the basis for green buildings. London: Spon Press, 2002

KNOK. Natasha. **Superuse Studios Reapropria Materiais Indesejados em Estruturas Arquitetônicas**. Designboom, 2015. Disponível em:

<https://www.designboom.com/architecture/superuse-studios-design-shoe-store-miele-space-station-wikado-holland-08-29-2015/>. Acesso em 10 de janeiro de 2023.

LIBRELOTTO, Lisiane Inha e FERROLI, Paulo Cesar Machado. **Aço**. Materioteca Sustentável, UFSC. Disponível em: <https://materioteca.paginas.ufsc.br/aco/>. Acesso em 07 de janeiro de 2023.

MECHI, Andréa e SANCHES, Djalma Luiz. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo**. Estudos Avançados . 2010, v. 24, n. 68 Acessado 9 Janeiro 2023, pp. 209-220. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100016>. Epub 17 Maio 2010. ISSN Acesso em 07 de janeiro de 2023.

MEINHOLD, Bridgette. **Wikado Playground is Built From Recycled Wind Turbine Blades in The Netherlands**. Inhabitat, 2012. Disponível em: <https://inhabitat.com/wikado-playground-is-built-from-recycled-wind-turbine-blades-in-the-netherlands/wikado-playground-2012-architecten-3/>. Acesso em: 10 de janeiro de 2023.

MILANEZ, Bruno e PORTO, Marcelo Firpo de Souza. **Gestão Ambiental e Siderurgia: Limites e Desafios no Contexto da Globalização**. Revista de Gestão Social e Ambiental, 2009.

O que é Avaliação do Ciclo de Vida. **IBICT**, Avaliação do Ciclo de Vida. Disponível em <https://acv.ibict.br/acv/o-que-e-o-acv/#:~:text=A%20s%C3%A9rie%20de%20normas%20ISO,avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20impactos%20e%20interpreta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em 23 de dezembro de 2022.

PASSUELLO, et al. **Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 7-20, out./dez. 2014.

ROTOR. Disponível em: <http://rotordb.org/en>. Acesso em 12 de janeiro de 2023.

SUPERUSE STUDIOS. Disponível em:
https://www-superuse--studios-com.translate.google/?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=wapp. Acesso em 10 de janeiro de 2023.

TOLMASQUIM, Mauricio, et al. **Energia no Setor Siderúrgico Brasileiro**. NOTA TÉCNICA DEA 02/09. Rio de Janeiro, 2009.

ZAMBRANO, Leticia Maria de Araújo. **Integração dos princípios da Sustentabilidade ao Projeto de Arquitetura**. 2008. PROARQ-FAU/UFRJ. Tese (Doutorado). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro

ZAMBRANO e PISSOLATO, et al. **Abordagem etnográfica e Estudo Preliminar Arquitetônico para o Museu Tapirapé**. Projeto para submissão ao comitê de ética. Finalizado, não publicado.

APÊNDICE

Tabela (3) - Notas de entrevistas.

Entrevista 1	Entrevista 2
<p>Difer</p> <p>Atividades: Corte linear e a laser e dobra de chapas.</p> <p>Que tipo de resíduos vocês geram aqui?</p> <p>Chapas vazadas Réguas Retalhos</p> <p>De quais materiais?</p> <p>Aço carbono Galvanizado Inox</p> <p>Ver características (posso tirar foto?)</p> <p>Qual o destino desses resíduos?</p> <p>Venda Serralheiros Sucataria</p> <p>Você vende como sucata? (Como é preço?)</p> <p>5 reias quilo de sucata, a apara é 20% a mais que o quilo da sucata em média 130 a chapa (1200 a chapa nova) praticamente o preço do quilo do inox trabalhado</p> <p>Conhece o destino? (Qual é o que faz?)</p> <p>Não soube responder</p> <p>Já aproveita? Como?</p> <p>Não, não é o serviço que ele presta, mas ele usa nas construções própria</p> <p>Se soubesse que pode aproveitar, você tentaria aproveitar?</p> <p>Não, pois há interesse comercial em trabalhar com as aparas.</p> <p>Notas:</p> <p>Pensa em deixar o retalho mais aproveitável, resistente e esteticamente mais agradável, quando o cliente pega material dele ele faz o desenho</p> <p>Quando o cliente traz a chapa ele traz o desenho e fica com a apara</p>	<p>Perfil Vale (Ferro e aço)</p> <p>Atividades: Desbobinação de aço galvanizado, corte linear e a laser, dobra de chapas.</p> <p>Que tipo de resíduos vocês geram aqui?</p> <p>Chapas vazadas Réguas Retalhos Perfis (C e U)</p> <p>De quais materiais?</p> <p>Aço carbono Galvanizado Inox</p> <p>Ver características (posso tirar foto?)</p> <p>Quando é inox o cliente traz a chapa</p> <p>Qual o destino desses resíduos?</p> <p>Venda Serralheiros Sucataria</p> <p>Você vende como sucata? (Como é preço?)</p> <p>Chapa vazada mais caro que o preço da sucata. Aparas pequenas vende no quilo da sucata</p> <p>Conhece o destino? (Qual é o que faz?)</p> <p>Serralheiro</p> <p>Já aproveita? Como?</p> <p>Não</p> <p>Se soubesse que pode aproveitar, você tentaria aproveitar?</p> <p>Não tem interesse.</p> <p>Nota:</p> <p>Dependendo das margens ele corta para fazer mais peças, o resto é sucata. A maior preocupação durante o corte é produzir mais peças e se possível deixar margens.</p>

Entrevista 3

Tim - Tornearia Indústria Mecânica

Atividades: Metalurgia, corte de chapas e estampagem mecânica de peça

Que tipo de resíduos vocês geram aqui?

-Tiras/réguas furadas prensada

De quais materiais?

-Inox

Ver características (posso tirar foto?)

Qual o destino desses resíduos?

-Venda

-Serralheiros

-Sucataria

Você vende como sucata? (Como é preço?)

-Acima do valor da sucata de 6 a 10 o quilo

Conhece o destino? (Qual é o que faz?)

-O cliente recorrente faz lixeiras

-Cercas

-Caixa para ferramentas

Já aproveita? Como?

-Não

Se soubesse que pode aproveitar, você tentaria aproveitar?

-Não tem interesse, não é o foco da empresa

Nota:

Só melhoras as aparas se já tiver comprador certo

Entrevista 4

Thermon

Atividades: Metalúrgica, caldeiraria e Usinagem, corte a plasma e a jato de água, dobra e soldagem de chapas.

Que tipo de resíduos vocês geram aqui?

-Aparas

De quais materiais?

-Aço carbono (majoritariamente)

Ver características (posso tirar foto?)

-Chapas de até 25cm

Qual o destino desses resíduos?

-Venda

Você vende como sucata? (Como é preço?)

-A preço de sucata

Conhece o destino? (Qual é o que faz?)

-Na maioria é sucataria para reciclagem

Já aproveita? Como?

-Usaram uma vez para fazer a cerca

Se soubesse que pode aproveitar, você tentaria aproveitar?

-De jeito nenhum

Nota:

-Eles cortam para fabricação própria, não prestam serviço de corte para outras empresas, geralmente eles mesmos adquirem o material e por isso vendem geralmente como sucata.

Figura (31) - Aparas em um pátio



Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (32) - Aparas de chapa do Entrevistado 1



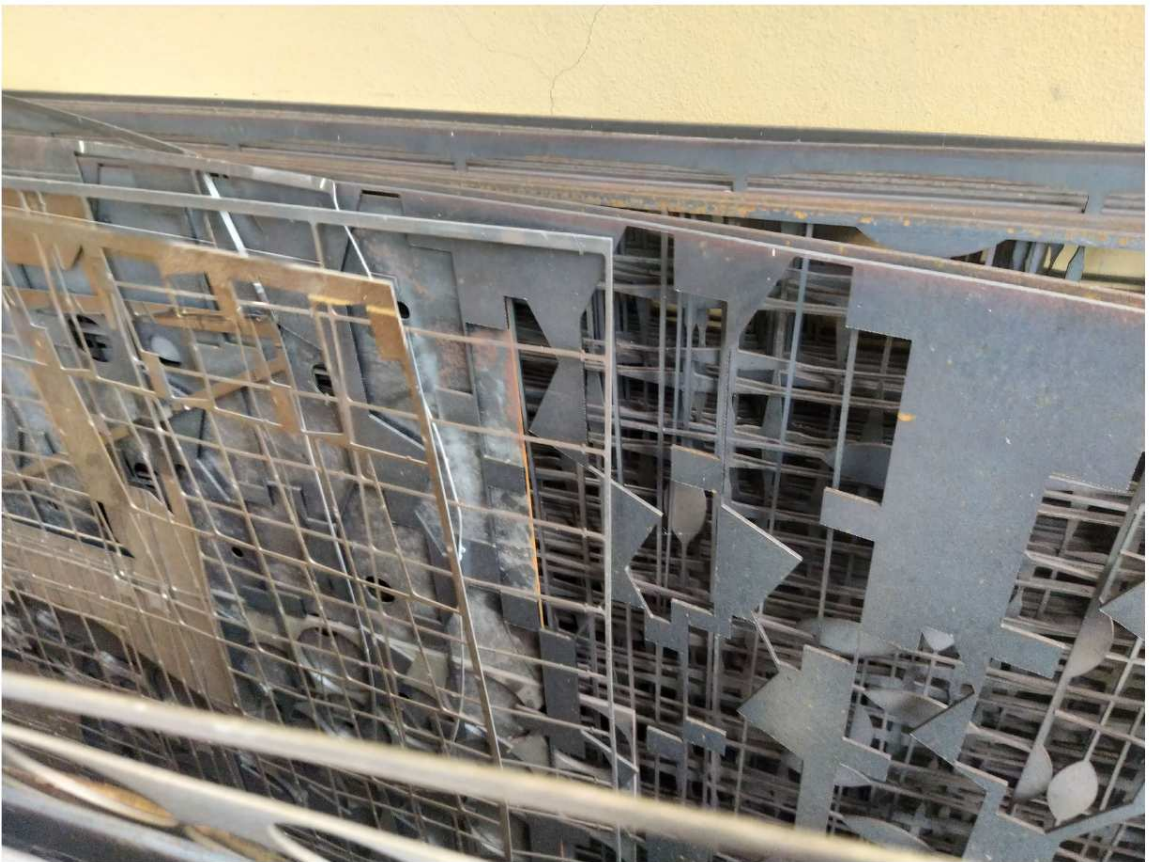
Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (33) - Aparas de chapa do Entrevistado 1



Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (34) - Aparas de chapa do Entrevistado 1



Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (35) - Aparas de chapa do Entrevistado 1



Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (36) - Aparas de chapa do Entrevistado 1



Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (37) - Aparas de chapa no pátio do Entrevistado 1



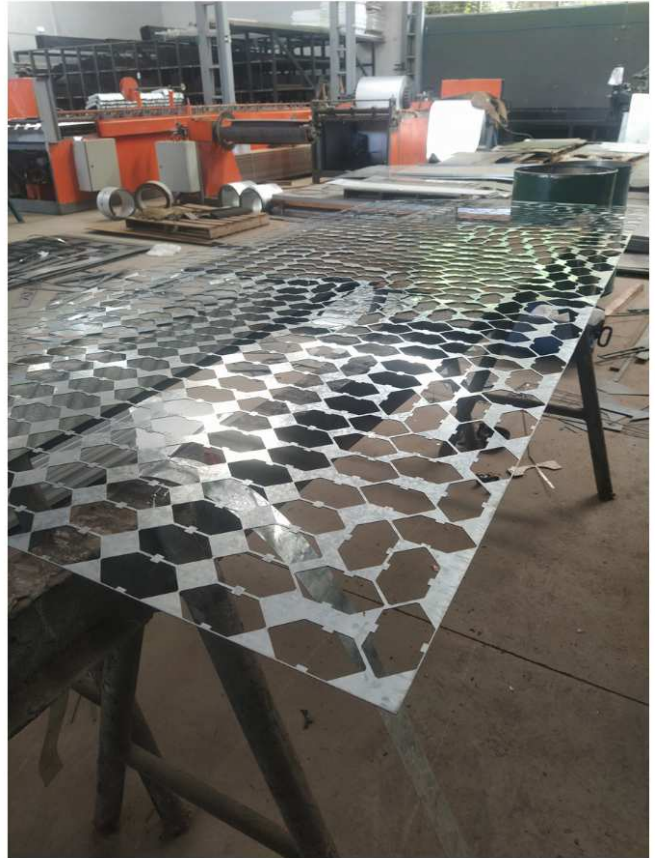
Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (38) - Aparas de chapa no pátio do Entrevistado 3



Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (39) - Aparas de chapa no pátio do Entrevistado 2



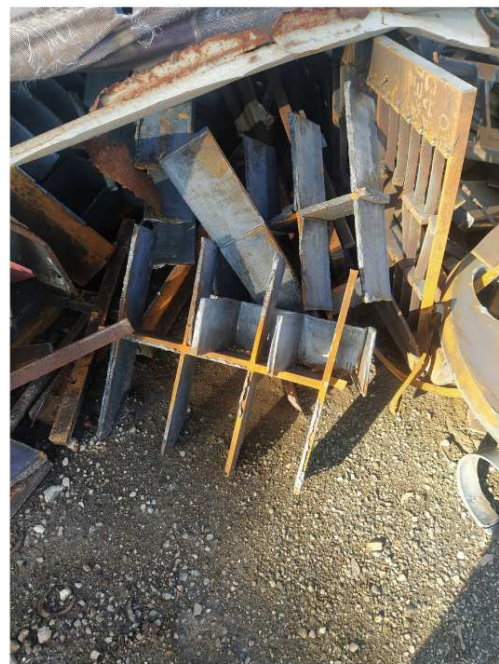
Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (40) - Aparas de chapa no galpão do Entrevistado 4



Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (41) - Aparas de chapa no pátio do Entrevistado 4



Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (42) - Aparas de chapa no pátio do Entrevistado 4



Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (43) - Aparas de chapa no pátio do Entrevistado 4



Fonte: Acervo da autora, 2023.

Figura (44) - Rolos de aparas de chapa para talheres



Fonte: Acervo da autora, 2023.