



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Instituto de Ciência e Tecnologia Campus de Sorocaba
Graduação em Engenharia Ambiental

Suellen Tanani Kassagui Rodrigues

ESTUDO SOBRE REAPROVEITAMENTO DE MATERIAIS METÁLICOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL A PARTIR DE ESTUDO DE CASO

Sorocaba – SP

2021

Instituto de Ciência e Tecnologia Campus de Sorocaba
Graduação em Engenharia Ambiental

Suellen Tanani Kassagui Rodrigues

ESTUDO SOBRE REAPROVEITAMENTO DE MATERIAIS METÁLICOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL A PARTIR DE ESTUDO DE CASO

Trabalho de conclusão de curso de Graduação apresentado como parte dos pré-requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Ambiental, à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,

Orientador: Prof. Dr. Sandro Donnini Mancini

Sorocaba – SP

2021

R696e	<p>Rodrigues, Suellen Tanani Kassagui</p> <p>Estudo sobre reaproveitamento de materiais metálicos da construção civil a partir de estudo de caso / Suellen Tanani Kassagui Rodrigues. -- Sorocaba, 2022</p> <p>31 f. : tabs., fotos</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba</p> <p>Orientador: Sandro Donnini Mancini</p> <p>1. Reutilização de Materiais. 2. Desenvolvimento Sustentável. 3. Resíduos da Construção Metálica. 4. Reutilização de Materiais da Construção Civil. I. Título.</p>
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço ao meu orientador, Prof. Sandro, pelo interesse em me acompanhar neste trabalho, além de toda ajuda, paciência e ajuste de rotina para que pudéssemos concluir este trabalho. E também a todo o corpo docente do curso de Engenharia Ambiental da Unesp Sorocaba, que dedicam sua vida para a formação de grandes profissionais!

Gostaria de agradecer também às minhas amigas Carolina Miyano e Beatriz Capelo por todo apoio e incentivo durante a jornada de elaboração do presente estudo.

Também sou grata ao meu avô Antonio, por todo suporte que me deu com informações importantes para a elaboração deste trabalho.

E principalmente, ao meu pai João Paulo, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e encorajando, e oferecendo toda a ajuda para que eu pudesse concluir o meu processo de formação da melhor maneira possível!

Muito obrigada a todos!

RESUMO

O setor da construção civil é de extrema importância para a sociedade, inclusive pela sua considerável participação na economia. Por esses aspectos, destina-se a esse setor alta quantidade de recursos naturais, o que gera impacto significativo no meio ambiente. Outro ponto a ser considerado sobre os impactos ambientais do setor, é o fato de seus resíduos representarem grande parte do total dos resíduos sólidos urbanos. Isso se dá, pois a sociedade contemporânea adota um estilo de vida que visa cada vez mais o aumento da produtividade e maximização do lucro, o que gerou, há algumas décadas, o aparecimento de problemas ambientais, e a partir daí foi estabelecida a necessidade de mudanças de hábitos com o foco do desenvolvimento sustentável da sociedade. O objetivo desse trabalho, é analisar a reutilização de materiais metálicos da construção civil, uma vez que o aço vem ganhando espaço no setor e sendo utilizado de maneira crescente em diversas áreas, inclusive como alternativa favorável às questões ambientais. Para isso, foi analisado um estudo de caso que envolve a reutilização de peças estruturais metálicas de um edifício de 4 pavimentos que se situava na cidade de São Paulo e foi demolido. A análise foi feita a partir de fotos, dados de materiais utilizados, visitas técnicas e entrevista com os responsáveis pela empresa a qual realizou a construção do edifício e a reutilização das peças. O estudo permitiu a verificação da possibilidade de reutilização de aço e confirmação das ideias que estão atreladas ao crescimento do seu uso, em relação ao desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Construção civil, reutilização de materiais, resíduos, desenvolvimento sustentável, aço, construção metálica, meio ambiente.

ABSTRACT

The civil construction sector is extremely important to society, including for its large share in the economy. For these reasons, this sector uses a large amount of natural resources, which has a significant impact on the environment. Furthermore, its residues represent a large part of the total urban solid residues. This happens because contemporary society adopts a lifestyle that aims increasingly at increasing productivity and maximizing profit, which generated, a few decades ago, the appearance of environmental problems, and from then on the need for changes in habits was established with the focus on sustainable development of society. The objective of this work is to analyze the reuse of metallic materials in civil construction, since steel has been gaining space in the sector and is being increasingly used in several areas, including as a favorable alternative to environmental issues. For this, a case study was analyzed that involves the reuse of metallic structural parts of a 4-story building that was located in the city of São Paulo and was demolished. The analysis was based on photos, data on materials used, technical visits, and interviews with the people responsible for the company that constructed the building and reused the parts. The study allowed the verification of the possibility of steel reuse and confirmation of the ideas that are linked to the growth of its use, in relation to sustainable development.

Keywords: Civil construction, material reuse, waste, sustainable development, steel, metal construction, environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Projeto executivo do pavimento térreo.	16
Figura 2 - Projeto executivo do mezanino.	16
Figura 3 - Projeto executivo parcial do segundo pavimento.	17
Figura 4 - Processo de construção da estrutura do edifício com materiais metálicos.....	19
Figura 5 - Processo de construção da estrutura do edifício com pavimentos preenchidos. .	20
Figura 6 - Edificação com cobertura metálica concluída.	20
Figura 7 - Parte interna do último pavimento do edifício com fechamento lateral adicionado.	21
Figura 8 - Edifício de estrutura metálica.	21
Figura 9 - Peças metálicas pós demolição e pré revitalização.	23
Figura 10 - Peças metálicas pós demolição e pré revitalização.	24
Figura 11 - Galpão com estrutura metálica feita com materiais reutilizados.	25
Figura 12 - Peças metálicas provenientes de demolição reutilizadas em construção de galpão.....	26
Figura 13 - Galpão com estrutura metálica feita com materiais reutilizados.	26

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVO	9
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
4 METODOLOGIA	14
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
6 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

Reconhecidamente, o campo da construção civil é de extrema importância para a sociedade. Desde a construção de moradias até grandes obras de infraestrutura, que são extremamente necessárias para a forma de vida que temos hoje.

Mas vale ressaltar que até chegar na concepção atual, a construção civil foi se moldando e evoluindo com o tempo. Sabe-se que é aplicada desde a Pré-história com ferramentas e materiais rudimentares que eram descobertos e criados pelo homem do Neolítico, como pedras polidas e tijolos de argila. (Pinto, 2021)

De acordo com Hugon (2004), os materiais variam segundo as épocas, os recursos locais, os meios de transporte, etc. E Ballantyne (2012) comenta que cada construção reflete a cultura, o clima e as tecnologias da sociedade que a criou. Ou seja, os elementos da construção civil estão atrelados à evolução da sociedade.

O desenvolvimento da sociedade contemporânea é caracterizado pelo aumento da produtividade e maximização do lucro, que denotam um estilo de vida cada vez mais insustentável, e caso não haja uma mudança de cultura, os danos serão irreversíveis. (Costa et. al, 2006)

Há algumas décadas, os problemas ambientais foram aparecendo. A partir de alguns fenômenos fora do esperado, as questões ambientais começaram a ser ponto de atenção mundial e foram ganhando posição de destaque diante da crise social. Com isso, foi realizada a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, Estocolmo, Suécia, de 5 a 16 de junho de 1972, que foi o primeiro marco dessa era de atenção ao meio ambiente. (UNEP, 2021)

A partir disso, foi estabelecida a necessidade de um desenvolvimento sustentável das nações, que consiste em um desenvolvimento econômico da humanidade baseado na conservação dos recursos naturais. E para alcançar esse

objetivo, são necessárias mudanças nos hábitos de consumo e políticas ambientais, dentre outras ações sustentáveis que favoreçam a preservação do meio ambiente. Diante do exposto, dada a importância do setor da construção civil, e sua magnitude, bem como da preservação ambiental, deve-se fazer o necessário para que o impacto ambiental do mesmo seja o menor possível. Ou seja, deve-se avaliar os materiais utilizados, as técnicas e a destinação dos resíduos para garantir que se tenham obras cada vez mais sustentáveis.

Com isso, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar, a partir de um estudo de caso, a reutilização de materiais metálicos provenientes de demolição da construção civil, uma vez que o aço vem sendo utilizado como uma alternativa no setor e vem ganhando cada vez mais espaço nas construções, devido suas vantagens econômicas e ambientais.

2 OBJETIVO

Avaliar o reaproveitamento de resíduos da construção metálica, a partir de um estudo de caso: reutilização de estrutura metálica proveniente da demolição de um edifício localizado em um colégio na zona Oeste de São Paulo - SP.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O setor de Construção Civil é considerado, tradicionalmente, um “termômetro” da economia. Um período de otimismo por parte dos investidores brasileiros se reflete em aumento de atividade no setor. Se a economia vai bem, a construção civil vai bem. Segundo a PAIC – Pesquisa Anual da Indústria da Construção conduzida pelo IBGE, o setor fechou o ano de 2019 com 125.067 empresas registradas no setor, gerando 1.903.715 postos de trabalho diretos (IBGE, 2019). Representa nada menos que 6,2% do PIB brasileiro (FIGUERÊDO, 2017). Os números são significativos, mesmo sem considerarmos a possibilidade de serem menores que os reais, dada a notória existência de empregos informais no ramo. O percentual pode chegar a 40%, segundo Degani (2020).

O potencial impacto de uma atividade econômica sobre o meio ambiente é proporcional à sua magnitude. Varia também em função dos danos causados pelo tipo de atividade em si, com fatores definidos e regulados pela legislação ambiental. Além das questões ligadas ao impacto direto das atividades, a legislação define as responsabilidades pela boa gestão dos resíduos gerados. O chamado Marco Legal do Saneamento Básico é um conjunto de normas que vem evoluindo desde o ano 2000, com a Lei 9984, e que atualmente está respaldado na Lei 14026, de 15 de julho de 2020 que, além do saneamento em si e da questão das águas, trata da “disposição final ambientalmente adequada” de todo tipo de rejeitos (BRASIL, 2020). Esta Lei complementa também a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), promulgada em 2010 na Lei nº 12.305, que assim define os 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**)

O “Dictionary of Water and Waste Management” inclui, em sua definição de “resíduos sólidos”, os resíduos de construção e demolição (SMITH & SCOTT, 2005).

Pela característica da indústria, e por sua importante participação na atividade econômica do país, é grande a quantidade de recursos naturais destinados à construção. Segundo relatório do IPEA, os chamados RCC (Resíduos da Construção Civil) podem representar mais de 60% do total dos resíduos sólidos urbanos (DEGANI, 2020). Assim, não se pode negar a importância do bom direcionamento do material de reformas, construções e demolições, seja sob aspectos legais, ambientais ou econômicos. Uma seleção de materiais construtivos que leve em conta sua possibilidade de reciclagem e reaproveitamento torna-se necessária e muito positiva.

A partir desta premissa, o uso do aço traz inúmeras vantagens. Sua durabilidade é grande, assim como sua versatilidade. Segundo Machado (2010), a construção com estrutura em aço alia velocidade, qualidade e racionalização, e seu formato de montagem permite que se evite a realização de atividades precárias e artesanais no canteiro de obra, trazendo mais segurança.

Machado ainda cita que as vantagens podem ser enumeradas por categoria, a saber: benefícios sociais (menor poluição ambiental e sonora, baixo nível de emissões atmosféricas), ambientais (obra mais limpa, facilidade de desmonte e destinação, balanço ecológico positivo no gasto energético), econômicos (prazo mais curto de execução, antecipação do ganho de ocupação do imóvel, racionalização dos materiais e mão-de-obra, menor impacto e menor custo nas fundações), qualidade (maior precisão técnica na pré-fabricação, controle de qualidade no processo industrial, maior confiabilidade dos materiais), projeto (maior liberdade nos projetos arquitetônicos, reabilitação e adaptação de edifícios a novas funções), construção e montagem (maior facilidade de transporte, manuseio e montagem, compatibilidade com outros materiais), e, finalmente, manutenção, vida útil e possibilidade de reciclagem (resistência à corrosão, longa vida útil, menor necessidade de manutenção, 100% reciclável, facilidade de desmontagem e reaproveitamento).

De acordo com GERVÁSIO (2008), os custos para desmontagem e reconstrução de edificações em aço são mais baixos que os custos de uma nova

construção. Isso se dá, pois as estruturas e componentes podem ser reaproveitados, o que além da vantagem de não necessitar de nova matéria prima, há uma menor geração de rejeitos.

Dessa forma, está totalmente adequado à metodologia de gestão de resíduos, por poder ser totalmente reutilizado ou até mesmo reciclado, sem perda de suas características técnicas. O reaproveitamento (seja a partir da reutilização de peças, seja a partir da reciclagem) de materiais metálicos em geral, e do aço em particular, é um exemplo claro da chamada “economia circular”. Estima-se que 30% do aço hoje utilizado em construção tenha origem em reciclagem, e o percentual poderia ser ainda maior, uma vez vencidas dificuldades ligadas a impurezas, oriundas de má separação no canteiro, e a logística (MICHELE, 2017). Ao final da vida útil da edificação, a quase totalidade do aço nela empregado é reciclada. O aço é considerado um dos materiais mais reciclados ao redor do mundo.

Segundo Blander (2019), cerca de 98% de todo o aço estrutural e aproximadamente 71% do aço de armação e reforço são reaproveitados, não sendo encaminhados a aterros sanitários. Os diferentes percentuais refletem a necessidade de uma melhor separação, segundo este autor, confirmando o já exposto anteriormente. Blander explica em mais detalhe a circularidade e sustentabilidade de toda a cadeia de construção metálica alegando que os benefícios do produto:

“[...] se devem em grande parte à natureza da produção de aço em si, que se baseia principalmente em fundir aço já existente, e às condições econômicas das cadeias de suprimento, que incentivam sua reutilização; [...] aço feito de sucata – obtido como material pós-consumo ou como subproduto da manufatura – economiza ferro, carvão e calcário (para não mencionar emissão de carbono)”.

Um ponto importante a ser destacado em relação às vantagens da reutilização do aço no Brasil está relacionado ao combustível utilizado no processo de redução do minério de ferro: o carvão. Neto (2014) destaca que a qualidade do carvão brasileiro não é adequada para que seja utilizado como carvão coqueificante,

e por esse motivo toda a demanda desse item vem sendo suprida pelo mercado externo. Por ser totalmente importado, o mesmo tem sido o elemento de maior impacto no custo do aço produzido no país.

O segmento de construção metálica tornou-se o mais industrializado no setor de construção civil. Segundo Imianowsky e Walendowsky, até 5% das edificações brasileiras com mais de quatro andares têm estrutura de aço, contra 70% na Inglaterra. A comparação de índices nacionais de consumo de aço por habitante (5 kg/habitante/ano) com os de países mais desenvolvidos (20 kg/habitante/ano na citada Inglaterra e 30 kg/habitante/ano nos Estados Unidos) também aponta para uma tendência de crescimento deste mercado (EECA 2021).

4 METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa em questão, optou-se pelo método de estudo de caso, considerando uma demolição que teve seus materiais metálicos reutilizados pela própria empresa responsável pela construção do imóvel demolido.

O imóvel inicial consistia em um prédio de esqueleto estrutural metálico com quatro pavimentos, que fazia parte da área útil de um colégio localizado no bairro Pinheiros na cidade de São Paulo - SP.

Primeiramente, foi feito contato com a empresa, a qual forneceu dados da execução da obra inicial, como: projeto executivo, fotos, e lista de materiais metálicos utilizados.

As fotos foram avaliadas junto ao projeto estrutural, para um melhor entendimento do processo como um todo, com o intuito de se obter mais elementos e clareza na conclusão final da pesquisa.

A lista de materiais constituídos por ferro utilizados na construção inicial, foi material imprescindível para os dados quantitativos sobre a reutilização dos mesmos, e posterior avaliação da quantidade de matéria prima poupada e consequente impacto causado no meio ambiente.

Na sequência, foi realizada uma visita à fábrica da empresa onde as peças estavam dispostas para serem destinadas ao processo de revitalização, a fim de reforçar o entendimento sobre o processo.

Posteriormente, uma nova visita foi realizada, cujo local foi um galpão onde o material do estudo (revitalizado), foi utilizado na construção. Foi avaliada a situação e alocação das peças, pontos cruciais para a confirmação e conclusão final sobre o processo de reaproveitamento.

Ao final, foi feita uma entrevista com um dos sócios proprietários da empresa e as perguntas elaboradas na mesma foram relacionadas ao aspecto geral da

empresa, como: crescimento ao longo dos anos, interesse ambiental por parte dos contratantes, e estilo de obras realizadas - para entender se o campo de construções metálicas vem ganhando força em diferentes segmentos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As imagens referentes ao projeto executivo da obra inicial fornecidas estão apresentadas nas Figuras 1, 2, e 3.

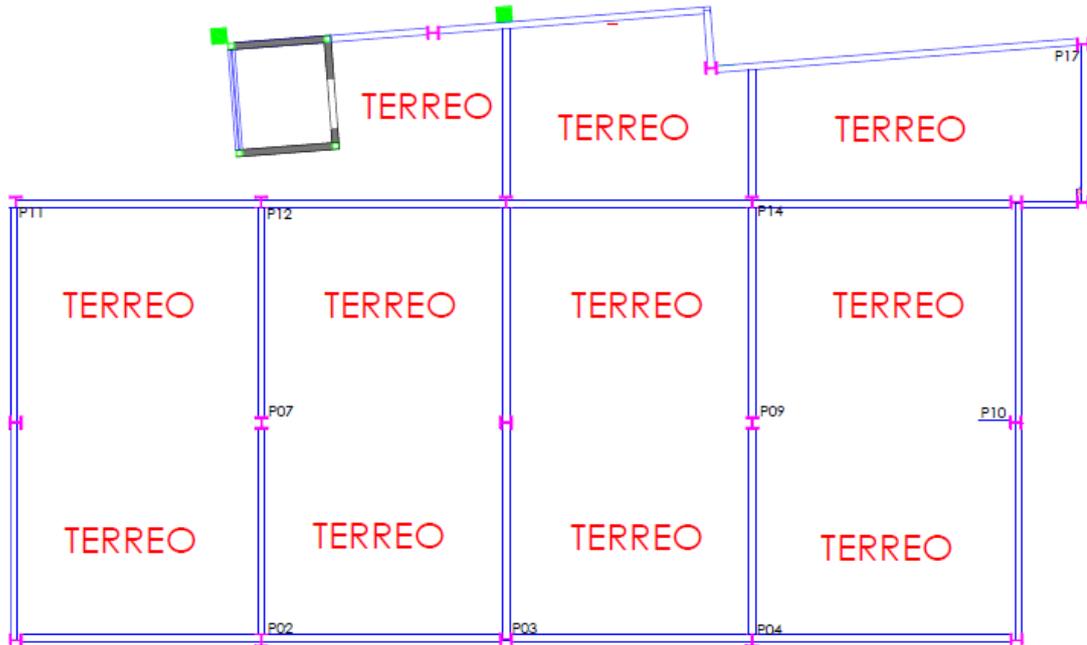


Figura 1 - Projeto executivo do pavimento térreo.

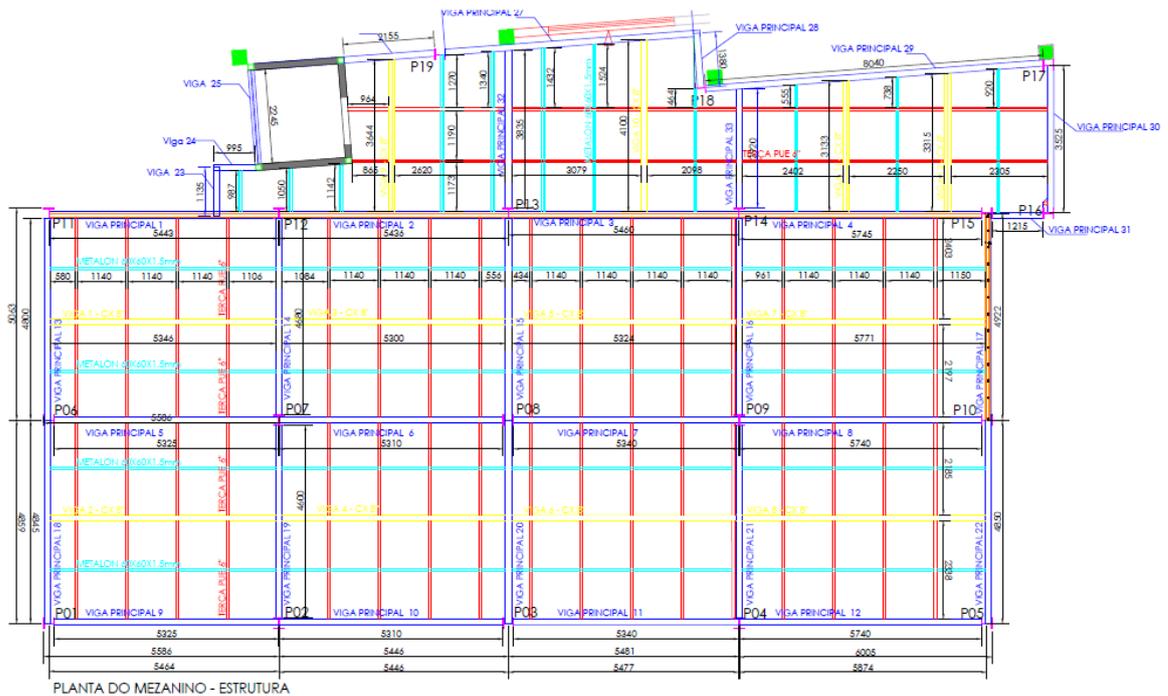


Figura 2 - Projeto executivo do mezanino.

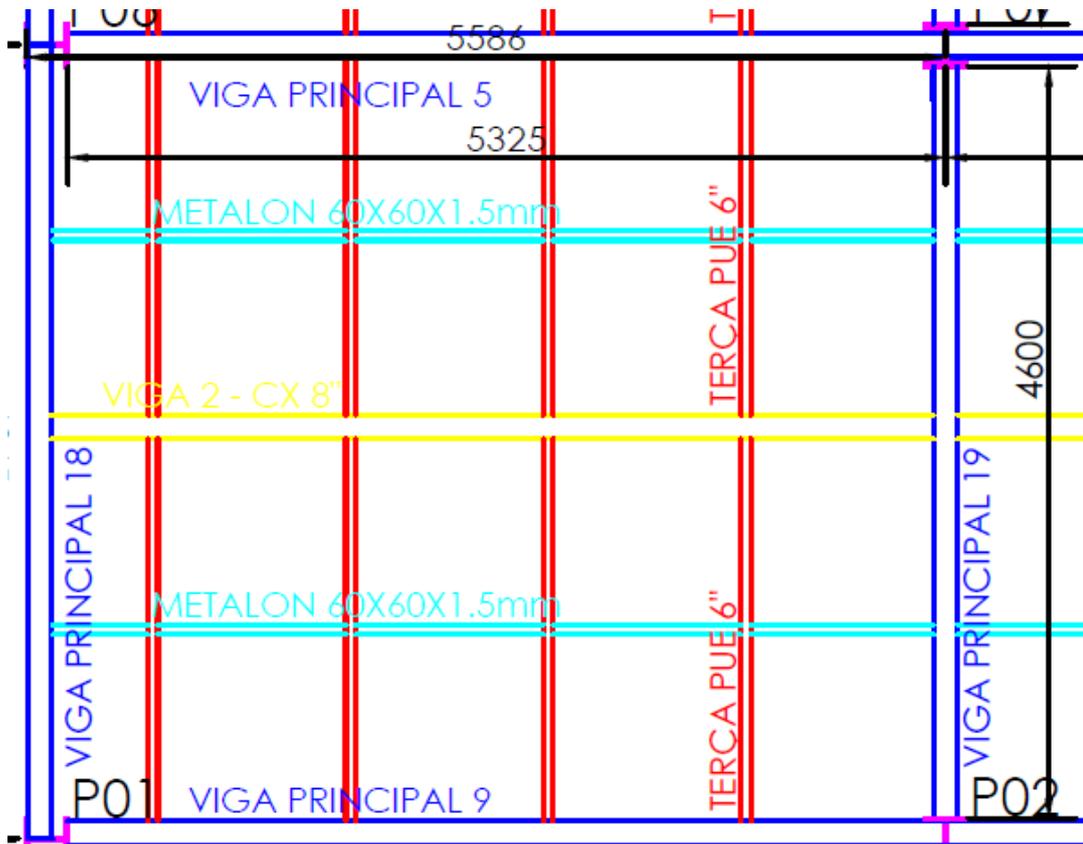


Figura 3 - Projeto executivo parcial do segundo pavimento.

A partir de tais figuras, é possível analisar que as construções feitas com materiais estruturais metálicos, possuem projetos precisos, que evitam que ocorram desperdícios de matéria prima. Isso ocorre, pois os materiais são dimensionados de acordo com a necessidade do uso e as peças são previamente fabricadas para montagem no local.

Na figura 1, temos elementos desenhados na cor rosa, denominados como Pxx, que representam os pilares metálicos a serem fixados, os quais serão as colunas da estrutura.

Na figura 2, é possível visualizar a indicação das vigas principais e secundárias, que são pilares posicionados na horizontal e que se conectam aos pilares verticais (colunas), formando o “esqueleto metálico” principal de toda a estrutura do edifício. Nota-se também a presença de outras peças, as quais: metalon (peça de ferro com formato de paralelepípedo) e terça (peça de ferro em formato de

“C”), que são peças que se conectam às vigas para serem a base do piso, ou telhas, e contribuem no travamento da estrutura principal.

O detalhamento das dimensões das peças mencionadas será destacado na tabela de pedido de material, que será apresentada após a figura 8 na Tabela 1. Porém, ainda na figura 2, observa-se que as medidas do comprimento das peças também se encontram indicadas.

A figura 3 mostra detalhes como na figura 2, porém com maior aproximação, a fim de facilitar a visualização.

A fabricação das peças metálicas segue rigorosamente as dimensões projetadas, o que é uma vantagem em relação às estruturas de concreto feitas no local da obra, uma vez que o concreto preenche valas ou caixarias de madeira feitas no local, e na maioria dos casos sua montagem não é precisa, geralmente resultando em uma utilização de material a mais do que realmente necessário.

As fotos referentes à execução da obra fornecidas estão apresentadas nas Figuras 4, 5, 6, 7 e 8.



Figura 4 - Processo de construção da estrutura do edifício com materiais metálicos.



Figura 5 - Processo de construção da estrutura do edifício com pavimentos preenchidos.



Figura 6 - Edificação com cobertura metálica concluída.



Figura 7 - Parte interna do último pavimento do edifício com fechamento lateral adicionado.



Figura 8 - Edifício de estrutura metálica.

A partir das fotos da execução da obra, é possível observar a montagem das peças definidas em projeto estrutural, confirmando o mencionado anteriormente sobre o dimensionamento preciso do material.

Além disso, a montagem de uma edificação baseada em estrutura metálica é mais rápida e limpa do que a construção de obras de alvenaria estrutural. Isso porque na primeira o material chega ao local já pronto e é apenas montado de acordo com o projeto, evitando a necessidade de elaboração e espera de secagem, como na utilização do concreto, por exemplo. Adicionalmente, devido à rapidez do processo de construção, ocorre redução de poluição sonora, visual e atmosférica.

A lista de insumos metálicos utilizados na construção inicial fornecida está apresentada na Tabela 1.

PLANILHA DE INSUMOS					
PROJETO: <i>Edifício do Colégio</i>					Data: 23/11/2016
DESCRIÇÃO DO MATERIAL	QTD.	UNI.	PESO UNIT. (kg)	EMPREGO	PESO TOTAL (kg)
Perfil W 250x62mm – <i>viga de 12 metros</i>	30	Barra	744	Colunas	22320
Perfil W 250x38,5mm – <i>viga de 12 metros</i>	51	Barra	462	Laterais ext. e principal	22638
Perfil U enrijecido 8"x75x1/8"x20mm	55	Barra	52,7	Vigas intermediárias	2898,5
Perfil U enrijecido 6"x60x1/8"x20mm	105	Barra	24,1	Terças	2530,5
Metalon 60x60x1,5mm	84	Barra	15	Apoio da chapa Wall	1260
Metalon 80x40x0,9mm	155	Barra	13,6	Fechamento	2108
TOTAL					54679

Tabela 1 - Lista de insumos metálicos utilizados na construção do edifício.

Segundo Imianowsky e Walendowsky (2017), e dados informados pela própria empresa estudada, para se obter uma tonelada de aço, são necessárias 1,5 toneladas de minério de ferro. Segundo os autores, o aço típico da construção civil é constituído de 98% de ferro além de 0,2 a 1% de Carbono e aproximadamente 1% de outros minérios.

Considerando que todo o material constituído por aço utilizado na obra inicial foi reutilizado, a partir da lista de insumos apresentada na tabela 1, têm-se que 54, toneladas foram reaproveitadas, evitando a necessidade de produção e consequente gasto de 82,16 toneladas de minério de ferro, além dos outros materiais constituintes.

A produção do aço passa pela importante etapa de redução do minério de ferro, cujo combustível para esse processo é o carvão coqueificante, e conforme mencionado por Neto (2014), o carvão disponível no Brasil é de baixa qualidade, o que o torna inadequado para este uso. Dessa forma, todo esse insumo consumido pelas empresas siderúrgicas brasileiras é proveniente de importação, o que faz com que o mesmo seja item de maior impacto no custo da produção de aço no país.

Com isso, nota-se que a reutilização de materiais de aço se justifica tanto pelas questões ligadas aos consideráveis benefícios ambientais, quanto pelas questões econômicas.

Em relação ao caso estudado, a empresa informou que com a reutilização houve uma economia de aproximadamente 30% em relação ao valor da utilização de novos materiais.

Nas Figuras 9 e 10, são apresentadas as fotos tiradas na visita à fábrica da empresa.



Figura 9 - Peças metálicas pós demolição e pré revitalização.



Figura 10 - Peças metálicas pós demolição e pré revitalização.

Durante a visita, foi observado que o material proveniente da demolição estava separado e armazenado em um galpão, e era parcialmente retirado para revitalização, à medida que seria utilizado em novas obras.

O processo de revitalização consiste em: escovar as peças, para retirar a camada de tinta, verificar se há algum buraco, e caso haja solda-se uma pequena chapa de ferro no local, e por fim pintar na cor do novo empreendimento onde será utilizada.

As peças em questão estavam inteiras, conforme foram produzidas. Durante o desmonte, apenas a solda entre elas foi quebrada, mantendo suas dimensões originais, o que facilitou o processo de sua utilização em novas obras, pois conhecendo-se as dimensões, o engenheiro da empresa considerava as peças já existentes nos projetos dos novos empreendimentos a serem construídos.

Também existem casos em que as peças são conectadas umas às outras com a utilização de parafusos. Há uma chapa com os furos necessários posicionada próximas às extremidades de cada peça, e então o encaixe é feito entre as duas chapas. Nesses casos, o desmonte pode ser feito com a retirada de cada parafuso, ou então a quebra pode ser feita na solda da chapa.

A reutilização se dá da mesma forma, inclusive, se o desmonte for feito da primeira forma mencionada, os parafusos também podem ser reutilizados. Mas se for da segunda, deve-se soldar uma nova chapa com os furos necessários, ou até utilizar as peças para montagem somente com solda na nova construção.

Na visita a um galpão que foi construído com parte do material do estudo, foram obtidas as fotos que se encontram nas Figuras 11, 12, e 13.



Figura 11 - Galpão com estrutura metálica feita com materiais reutilizados.



Figura 12 - Peças metálicas provenientes de demolição reutilizadas em construção de galpão.

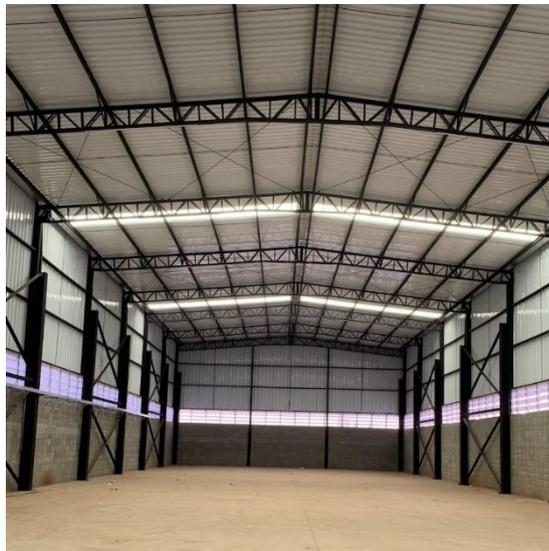


Figura 13 - Galpão com estrutura metálica feita com materiais reutilizados.

A visualização da construção realizada com as peças metálicas reutilizadas proporcionada pela visita, foi de extrema importância para entendimento e confirmação do processo. Validando o que menciona GERVÁSIO, 2008:

Quando as edificações em aço não são mais necessárias em sua locação, elas podem ser desmontadas e reconstruídas em outro lugar. Os custos para

desmontagem e reconstrução são normalmente mais baixos que aqueles de uma nova construção. As estruturas podem ser reaproveitadas com menor geração de rejeitos, através da reutilização dos componentes sem necessidade de qualquer reprocessamento.

Após finalização do processo de análise do estudo de caso, foi realizada uma breve entrevista com um dos sócios proprietários da empresa. As perguntas e respostas elaboradas encontram-se listadas abaixo:

- 1) Quais os tipos de obras já realizadas pela empresa? Houve modificação ao longo dos anos?

R: “No início, fazíamos apenas toldos e tendas. Depois passamos a fazer coberturas de quadras de escolas, de piscinas de clubes e na sequência coberturas de galpões industriais. Com o passar dos anos não trabalhamos mais com toldos e tendas e ficamos apenas com estruturas e coberturas de áreas maiores. E mais recentemente fomos contratados para a construção de casas com estrutura metálica, mas ainda é um mercado de baixa demanda no Brasil. Porém, o que também começamos a construir a poucos anos, que vêm mostrando um crescimento considerável, são os edifícios metálicos de poucos pavimentos, para escolas, lojas, padarias, escritórios e etc.”

- 2) Em relação aos contratantes, os mesmos demonstram buscar a alternativa de materiais metálicos pelas vantagens ambientais?

R: “O que mais traz os clientes para a construção metálica é a rapidez e a limpeza da obra, em relação às construções de estrutura de alvenaria. Sobre a questão ambiental, antigamente nunca houve essa preocupação por parte dos clientes, mas hoje em dia, boa parte dos contratantes cita as vantagens ambientais como algo que interessa. Inclusive, fomos chamados para construir uma casa, toda projetada para ser uma construção sustentável, e por esse motivo, a estrutura metálica foi a considerada no planejamento. E de modo geral, os solicitantes de construções de casas optam por essa alternativa metálica pela questão ambiental mesmo.”

- 3) Os clientes sabem que as peças, inclusive estruturais, serão reaproveitadas? O que dizem? Há um preconceito em relação ao reaproveitamento, quando se fala em segurança?

R: Sim, os clientes são informados. E há sim uma preocupação com a questão da segurança. Mas nós damos todas as informações, mostramos tudo que está envolvido, para tranquilizar os clientes. Garantimos que não há problema em reutilizar peças desse tipo. Inclusive, temos alguns casos em que a contratação envolve demolição e nova construção no local, e o próprio cliente solicita a reutilização do que for possível dos materiais que tinham em sua estrutura antiga, para redução de custos.

- 4) Considerando o histórico de trabalho da empresa, e o contato com os diferentes tipos de clientes, você acredita que a construção metálica tem espaço para crescimento no Brasil? E em relação às questões ambientais, acha que a crescente busca por alternativas mais sustentáveis pode ser um fator positivo para esse crescimento?

R: “Com certeza! Acredito que sim para as duas perguntas. Pois trabalhando diretamente com os clientes, vejo o quanto a busca tem sido maior, em diferentes segmentos, e o quanto as pessoas se apresentam mais abertas e confiantes em relação à estrutura metálica. Além de notar que a busca por construções mais sustentáveis vem nitidamente aumentando, aos poucos, mas é notório.”

6 CONCLUSÃO

Estabelecida a informação da importância da construção civil para a humanidade e necessidade de um desenvolvimento sustentável a partir de mudanças nos hábitos de consumo, o desenvolvimento do presente trabalho possibilitou a verificação da reutilização de materiais metálicos dentro do setor da construção civil, que está entre os principais geradores de resíduos na atualidade. O presente trabalho consistiu em avaliar um estudo de caso de reaproveitamento de materiais metálicos da construção civil provenientes de demolição. O estudo de caso envolveu reutilização de peças da demolição de um edifício metálico de 4 pavimentos que fazia parte da área de um colégio localizado no bairro Pinheiros na cidade de São Paulo-SP. Todas as peças desse edifício puderam ser reutilizadas, e com isso houve um reaproveitamento de 54,679 toneladas de aço e estima-se que de 82,16 toneladas de minério de ferro. As peças foram revitalizadas e utilizadas em obras de novos galpões comerciais. No âmbito econômico, a empresa informou que a reutilização gerou uma economia de aproximadamente 30% em relação ao valor que seria gasto se fossem utilizados novos materiais. A partir da elaboração deste trabalho, pôde-se concluir que a reutilização de materiais de aço da construção civil é um processo viável e traz resultados satisfatórios, tanto no aspecto ambiental, como também no aspecto econômico. Com isso, confirma-se a crescente utilização deste tipo de material como alternativa no setor da construção civil, para a contribuição de um desenvolvimento sustentável necessário para a manutenção da vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLANDER, A. When a building comes down, where do its materials go? Disponível em: <https://metropolismag.com/viewpoints/recycling-demolition-building-materials/#:~:text=After%20a%20building%20is%20demolished,of%20structural%20steel%20avoiding%20landfills>. 30 jan. 2019. Acesso em: 03 nov. 2021

BRASIL (2010) Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências Brasília: Diário Oficial da União. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 25 out. 2021.

CABRAL, L. Perdas e Indicadores dos Materiais de Construção Civil nas etapas da obra. UNIP. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/40054875/perdas-e-indicadores-dos-materiais-da-construcao-civil-nas-etapas-da-obra>. Acesso em: 30 out. 2021.

DEGANI, J. O impacto e a importância da construção civil no país. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/construcao-civil-no-pais/>, 4 de março de 2020. Acesso em 22 out. 2021.

DEUS, R.M.; Battistelle, R.A.G.; Silva, G.H.R. **Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências**. Eng Sanit Ambient, v.20 n.4, out/dez 2015, p. 685-698.

EECA. UFG. Construção metálica. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/n/24584-construcao-metalica>. Acesso em: 05 nov. 2021

FIGUERÊDO, P. Construção civil representa 6,2% do PIB Brasil. Assessoria de Comunicação Social do Sinduscon-DF. Disponível em: <https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil>. Acesso em: 28 out. 2021.

IBGE, PAIC, Tabela 3a - Emprego e salário das empresas de construção, segundo as divisões, os grupos e as classes de atividades - Brasil – 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 30 out. 2021.

INSTITUTO AÇO BRASIL, Aço Novo de Novo. Disponível em: <https://acobrasil.org.br/site/reciclagem-do-aco-nova/>. Acesso em: 30 out. 2021.

GERVÁSIO, H. **A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas**. Trabalho apresentado no Congresso Latino-Americano da Construção Metálica, São Paulo, 2008b. Disponível em: <http://www.cbca-ibs.org.br>. Acesso em: 02 out. 2021.

GOV, 2021 Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/transito-e-transportes/2021/09/governo-federal-promove-debate-sobre-gestao-de-residuos-solidos-urbanos-em-mato-grosso-do-sul>. Acesso em: 12 out. 2021.

MACHADO, R. C.. **Aspectos da sustentabilidade ambiental nos edifícios estruturados em aço** [manuscrito] / Roberta Carvalho Machado - 2010.

MICHELE Os ganhos da reciclagem do aço da construção civil. 01 DE MAIO DE 2017. Disponível em: <https://www.temsustentavel.com.br/ganhos-reciclagem-aco-da-construcao/>. Acesso em: 29 out. 2021.

PLANALTO, 2020 Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 12 out. 2021.

SMITH, P.G. & SCOTT, J.S. (2005) **Dictionary of water and waste management** 2. ed. Amsterdam: Elsevier. 486 p.

Imianowsky, G. W., Walendowsky, M. A. OS PRINCIPAIS AÇOS CARBONO UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. UNIFEBE. Brusque-SC. Disponível em: <http://www.crea-sc.org.br/portal/arquivosSGC/a%C3%A7os%20carbono%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil.pdf>. Acesso em: 29 out. 2021.

NETO, T. R. SELEÇÃO DE FORNECEDORES DE CARVÃO PARA A SIDERURGIA BRASILEIRA – UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO. Departamento de Estatística UFMG. Belo Horizonte. 2014. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9UNG5P/1/monografia_final.pdf. Acesso em: 29 out. 2021.