

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**DOUGLAS SILVESTRO**

**ANÁLISE DA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE MADEIRA  
NO MUNICÍPIO DE FRANCISCO BELTRÃO - PR**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2023**

**DOUGLAS SILVESTRO**

**ANÁLISE DA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE MADEIRA  
NO MUNICÍPIO DE FRANCISCO BELTRÃO - PR**

**Analysis of the Disposal of Wood Waste in the Municipality of Francisco  
Beltrão - PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Volmir Sabbi.

**PATO BRANCO**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**DOUGLAS SILVESTRO**

**ANÁLISE DA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE MADEIRA  
NO MUNICÍPIO DE FRANCISCO BELTRÃO - PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentada como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Volmir Sabbi.

22 de junho de 2023

---

Volmir Sabbi  
Doutorado em Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco

---

Normelio Vitor Fracaro  
Mestrado em Ciências do Solo  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco

---

José Miguel Etchhalus  
Mestrado em Qualidade Ambiental  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco

**PATO BRANCO**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Volmir Sabbi, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Eu denomino meu campo de Gestão do Conhecimento, mas você não pode gerenciar conhecimento. Ninguém pode. O que você pode fazer, o que a empresa pode fazer é gerenciar o ambiente que otimize o conhecimento.

(DAVENPORT; PRUSAK, 2012).

## RESUMO

Através deste trabalho procuramos analisar a destinação dada aos resíduos de madeira no município de Francisco Beltrão – PR, desenvolvendo ao longo dele conceitos e informações pertinentes sobre os resíduos, madeira e a construção civil, esmiuçando sobre as características, classificações, aplicações e áreas de uso entre outros assuntos. A obtenção de informações foi realizada através de pesquisas em livros e artigos acadêmicos, além de entrevistas em obra com os profissionais que convivem diariamente com material e seus resíduos, a afim de entender mais sobre seu uso e posteriormente descarte. Foram abordados, também, quais métodos são utilizados para reaproveitamento da madeira e através destes qual o índice de reaproveitamento eles conseguem obter. Ao finalizar deste trabalho chega-se à conclusão que os trabalhadores acham de extrema importância a reutilização ou reciclagem do resíduo de madeira. E, devido a isso, utilizam muitas vezes mais de recurso para reaproveitar o mesmo, assim podendo ter a máxima utilização deste material.

**Palavras-chave:** Resíduos. Madeira. Construção Civil.

## **ABSTRACT**

Through this work we seek to analyze the destination given to wood waste in the municipality of Francisco Beltrão - PR, developing throughout it concepts and relevant information about waste, wood and civil construction, detailing the characteristics, classifications, applications and areas of use among other matters. Obtaining information was carried out through research in books and academic articles, as well as interviews on site with professionals who live daily with material and its waste, in order to understand more about its use and later disposal. Also discussed were which methods are used to reuse wood and through which the reuse rate they can obtain. At the end of this work, it is concluded that the workers find the reuse or recycling of wood waste extremely important. And, because of this, they use many times more resource to reuse it, thus being able to have the maximum use of this material.

**Keywords:** Waste. Wood. Construction.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figure 1 - Município de Francisco Beltrão localizado no estado no Paraná.....</b>	<b>38</b>
<b>Figure 2 - Fluxograma da metodologia.....</b>	<b>39</b>
<b>Figure 3 – Obra I.....</b>	<b>43</b>
<b>Figure 4 – Obra II.....</b>	<b>44</b>
<b>Figure 5 – Obra III.....</b>	<b>45</b>
<b>Figure 6 – Obra IV.....</b>	<b>46</b>
<b>Figure 7 – Obra V.....</b>	<b>48</b>
<b>Figure 8 – Obra VI.....</b>	<b>49</b>
<b>Figure 9 – Obra VII.....</b>	<b>50</b>
<b>Figure 10 – Obra VIII.....</b>	<b>52</b>
<b>Figure 11 – Obra IV.....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 12 – Obra X.....</b>	<b>54</b>
<b>Figure 13 - Obra XI.....</b>	<b>56</b>
<b>Figure 14 - Obra XII.....</b>	<b>57</b>
<b>Figure 15 - Obra XIII.....</b>	<b>58</b>
<b>Figure 16 - Obra XIV.....</b>	<b>60</b>
<b>Figure 17 - Obra XV.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 18 – Local provisório, antes da entrega dos resíduos.....</b>	<b>63</b>
<b>Figure 19 – Gráfico da importância da reciclagem ou reutilização.....</b>	<b>64</b>
<b>Figure 20 – Gráfico da reutilização das formas de concreto armado.....</b>	<b>65</b>
<b>Figure 21 – Gráfico das estratégias para reaproveitamento das formas.....</b>	<b>67</b>
<b>Figure 22 – Gráfico de quantas estratégias são utilizadas.....</b>	<b>68</b>
<b>Figure 23 – Gráfico do destino final dado aos resíduos.....</b>	<b>69</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Coef.	Coeficiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Normas Brasileiras
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
PIB	Produto Interno Bruto
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
SindusCon-MG	Sindicato da Indústria da Construção de Minas Gerais
APEAM	Associação Paranaense dos Engenheiros Ambientais
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RCC	Resíduos Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1	OBJETIVO .....	14
1.1.1	Objetivo Geral .....	14
1.1.2	Objetivos Específicos.....	14
1.2	JUSTIFICATIVA.....	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEORICO .....</b>	<b>16</b>
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	16
2.2	CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS .....	16
2.2.1	Resíduos classe II - Não perigosos .....	17
2.3	CONSTRUÇÃO CIVIL .....	17
2.3.1	Resíduos construção civil .....	18
2.3.1.1	Principais geradores de resíduos.....	20
2.3.1.1.1	Demolição .....	20
2.3.1.1.2	Construção.....	21
2.3.1.1.3	Reformas .....	21
2.3.1.1.4	Instalações Elétricas, Hidráulicas e Sanitárias .....	22
2.3.1.1.5	Acabamentos .....	23
2.3.1.1.6	Terraplanagem.....	23
2.3.1.1.7	Paisagismo .....	24
2.3.1.1.8	Infraestrutura Urbana .....	24
2.3.1.2	Transporte .....	25
2.4	MADEIRA .....	27
2.4.1	Na construção civil.....	27
2.4.2	Áreas de utilização.....	28
2.4.2.1	Formas para concreto armado.....	29
2.4.2.1.1	Estratégias para melhor reaproveitamento .....	30
2.4.3	Espécies mais utilizadas .....	31
2.5	RESÍDUOS DE MADEIRA.....	32
2.5.1	Impactos ambientais provenientes da geração de energia .....	34
2.6	PEGADA ECOLÓGICA.....	34

2.7	LEGISLAÇÃO E NORMAS REGENTES .....	36
2.8	MINICÍPIO DE ESTUDO.....	38
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
4.1	OBRA I.....	43
4.2	OBRA II.....	44
4.3	OBRA III.....	45
4.4	OBRA IV .....	46
4.5	OBRA V .....	48
4.6	OBRA VI .....	49
4.7	OBRA VII .....	50
4.8	OBRA VIII .....	52
4.9	OBRA IX .....	53
4.10	OBRA X .....	54
4.11	OBRA XI .....	56
4.12	OBRA XII .....	57
4.13	OBRA XIII .....	58
4.14	OBRA XIV.....	60
4.15	OBRA XV.....	61
4.16	EMPRESA DE RESÍDUOS.....	63
<b>5</b>	<b>ANÁLISES.....</b>	<b>64</b>
5.1	IMPORTÂNCIA .....	64
5.2	REAPROVEITAMENTO .....	65
5.3	ESTRATÉGIAS.....	67
5.4	DESTINAÇÃO.....	69
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A crise, ambiental em escalas globais, vem se acentuando muito nos últimos anos. Pode-se dizer que as primeiras modificações significativas realizadas no meio ambiente terrestre tenham iniciado por volta do período neolítico juntamente com a descoberta do fogo pelo *Homo erectus*.

Contudo, a questão ambiental começou a ser levantada somente no final da década de 1960 e início da de 1970, quase três séculos se passaram desde a Revolução Industrial que, por visar apenas a produtividade com foco no crescimento econômico, não zelou pela qualidade do meio ambiente (POTT; ESTRELA, 2017). Anteriormente, alguns episódios demonstravam a influência do crescimento desordenado na vida da população e na saúde do meio ambiente, tidos como mal necessário para o progresso (GOLDEMBERG; BARBOSA 2004).

Os danos gerados são mais presentes nas áreas urbanas, com grandes densidades demográficas, decorrente disso o meio ambiente está perdendo a capacidade de autolimpeza, o qual necessita a intervenção humana para que possa ser restaurada.

No Brasil, as políticas ambientais começaram a ser implementadas partir da década de 1980, onde Sousa (2005) identificou três diferentes momentos que marcaram essa evolução: em 1970 caracterizava-se por uma política corretiva; em 1980 passou a ser preventiva até que; após a década de 1990 a política ambiental passa ser integradora.

A construção civil é um dos setores mais importantes da economia no Brasil, isso porque ela é responsável tanto por impactar o Produto Interno Bruto (PIB) do país quanto por gerar milhares de empregos. Por outro lado, ela é uma grande geradora de impactos ambientais, devido ao consumo de recursos naturais, a modificação da paisagem e a geração de resíduos. Ficando clara a necessidade de uma mudança de postura da sociedade, da iniciativa privada e dos administradores públicos acerca dessa problemática. Os órgãos reguladores vêm modificando a cadeia produtiva, uma vez que a resolução Nº 448/2012 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) atribuíram responsabilidades compartilhadas aos gestores públicos, geradores e transportadores quanto ao gerenciamento dos resíduos gerados.

Os órgãos ou entidades municipais integram o Sistema Nacional do Meio Ambiente como órgãos locais, sendo responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental, como previsto pelo art. 6º, inciso VI, da Lei nº 6.938, de (BRASIL, 1998), com a redação dada pela Lei nº 7.804, de 18/07 (BRASIL, 1998). Entretanto se não existir uma fiscalização mais firme em torno dos responsáveis, os mesmos irão continuar negligenciando o assunto sem sofrer as devidas punições.

Na construção civil são muitos os recursos naturais utilizados. Dentre eles e talvez um dos mais impactantes na degradação do ambiente é a madeira que nem sempre é utilizada de forma renovável. A preocupação sobre este material na construção civil ganha foco neste trabalho, que tem como escopo responder o seguinte questionamento: “existe a viabilidade da separação adequada e reutilização da madeira na construção civil na cidade de Francisco Beltrão – PR?”.

Para o desenvolvimento desse trabalho e elucidação dos objetivos propostos o trabalho estará organizado da seguinte forma:

- i.* Na primeira etapa será apresentada a introdução, objetivos e justificativa.
- ii.* Na segunda etapa o referencial bibliográfico, que apresenta informações sobre a classificação dos resíduos, tendo enfoque os resíduos de madeira, fazendo certa análise sobre os principais meios de utilização deste material dentro da construção civil, além de como estes estão sendo descartados na cidade de Francisco Beltrão - PR.
- iii.* Metodologia, demonstrando a forma de obtenção de dados necessários para pesquisa possibilitando tal trabalho.
- iv.* Na sequência será apresentado os resultados obtidos e análise do mesmo.
- v.* Encerrando o trabalho no último capítulo serão feitas considerações finais.

## 1.1 OBJETIVO

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é analisar a destinação dada para os resíduos de madeira da construção civil, no município de Francisco Beltrão - PR.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Realizar questionários e entrevistas com profissionais que atuam diretamente com o material na construção civil.

Observar e analisar o uso do material em obra, e a destinação dada ao mesmo.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A construção civil tem apresentado grande crescimento nas últimas décadas, relacionado com a necessidade de moradia por conta do aumento populacional. Este crescimento da construção civil chegou a aproximadamente 74% nas últimas duas décadas conforme divulgado pelo Sindicato da Indústria da Construção de Minas Gerais (SindusCon-MG) e junto dele vem o crescimento dos resíduos (AMORIM, 2020). A significativa geração de RCDs (Resíduos da Construção e Demolição) e sua destinação final, quando feita de forma inadequada, podem resultar em impactos ambientais negativos, como: obstrução de vias e logradouros públicos, comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local, proliferação de vetores, assoreamento de córregos e rios, além dos custos com limpeza, entre outros (PINTO, 1999).

De acordo com a Associação Paranaense dos Engenheiros Ambientais (APEAM), apenas 21% dos resíduos gerados no Brasil são reaproveitados. Países como Holanda, Bélgica e Alemanha tem uma taxa acima dos 80% (ROSENBERGER; BERNARDES; CREA, 2019). Nesta comparação podemos perceber que essa taxa brasileira é extremamente baixa e deve ser melhorada.

Em matéria realizada por Rosenberger, Bernardes e Crea-PR (2019), verificou-se que o estado do Paraná apresentou quase 6 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição, dos quais cerca de 98% desse material (composto por entulho e madeira) poderiam ser reciclados, dentro do canteiro de obra ou em centrais externas especializadas.

Sendo que se a madeira for corretamente separada dos demais materiais, em quase 100% dos casos desde que não esteja contaminada é possível utilizar o resíduo em algum processo produtivo (FRANCISCON, 2021).

Desta forma este trabalho busca desenvolver análises e estudos referente à destinação do resíduo de madeira gerados pela construção civil no município de Francisco Beltrão - PR, analisando o uso do material e se o atual processo de descarte está atendendo as legislações ambientais.

O trabalho se torna viável uma vez que existe disponível o conhecimento, diversas obras em andamento no município, além de empresas especializadas que atuam na cidade, assim possibilitando o estudo o que está sendo proposto.

## 2 REFERENCIAL TEORICO

### 2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Resíduos Sólidos Urbanos por definição, segundo a NBR 10004 - Resíduos sólidos – Classificação (ABNT, 2004, p. 01), o seguinte parágrafo:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) como notado na definição acima são de alta complexidade e diversidade. Eles são provenientes de várias áreas da sociedade, sendo elas como de serviços de saúde, comercial, industrial, residencial, da limpeza pública, os agrícolas e da construção civil.

A classificação desses resíduos segundo a mesma norma, se dá pela atividade que lhe deu origem ou a identificação do processo, levando em consideração seus constituintes e características, também pela comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem, de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004).

### 2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

Os RSU são classificados segundo o Conama, em dois grupos:

- Resíduos classe I - Perigosos;
- Resíduos classe II – Não perigosos.

O segundo grupo, o dos resíduos de classe II – não perigosos são divididos em mais dois subgrupos:

- Resíduos classe II A – Não inertes;
- Resíduos classe II B – Inertes.

### 2.2.1 Resíduos classe II - Não perigosos

São por exemplo:

- Resíduo de madeira;
- Resíduo de materiais têxteis;
- Resíduos de minerais não-metálicos;
- Areia de fundição;
- Bagaço de cana;
- Outros resíduos não perigosos.

## 2.3 CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é um setor muito importante da economia, que engloba a construção de edifícios residenciais, comerciais, industriais, infraestrutura urbana, entre outros. É responsável por transformar projetos em realidade, criando espaços para habitação, trabalho e lazer. Se destacando na economia nacional, sendo responsável por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) do país. Tem grande relevância pelo contingente de mão-de-obra direta empregada (LEITE et al., 2017).

Embora seja um setor fundamental para a economia, a construção civil também enfrenta desafios significativos, como a falta de mão de obra qualificada, a alta concorrência, o aumento do custo dos materiais de construção e a burocracia na obtenção de licenças e autorizações. No entanto, a demanda por novas construções e por reformas e manutenção de edifícios existentes continuará a impulsionar o setor no futuro.

Este setor envolve uma grande quantidade de profissionais, desde engenheiros e arquitetos até pedreiros, eletricitas, encanadores e outros trabalhadores especializados. Esses profissionais trabalham juntos em equipe para

planejar, projetar, construir e manter edifícios e estruturas, garantindo que eles sejam seguros, eficientes e confortáveis.

Essa área que vem se modernizando e adotando novas tecnologias e práticas sustentáveis, visando reduzir o impacto ambiental e aumentar a eficiência energética dos edifícios. Isso inclui o uso de materiais de construção mais sustentáveis, como madeira certificada e concreto com baixo teor de CO<sub>2</sub>, bem como a adoção de técnicas construtivas mais eficientes e automatizadas, como a construção modular e a impressão 3D.

De acordo com Souza et al (2004) as discussões sobre as questões ambientais têm ganhado conotação no cenário nacional, uma vez que desperdiçar materiais, seja na forma de resíduo (mais comumente denominado entulho de construção) ou sob outra natureza, significa desperdiçar recursos naturais. Essa questão coloca a indústria da construção civil no centro das discussões na busca pelo desenvolvimento sustentável nas suas diversas dimensões.

### 2.3.1 Resíduos construção civil

A geração de resíduos na construção civil é um dos principais impactos ambientais causados pelo setor. Estima-se que a construção civil seja responsável por cerca de 50% dos resíduos sólidos gerados no mundo.

A gestão adequada dos resíduos é fundamental para minimizar os impactos ambientais e promover a sustentabilidade do setor. Algumas medidas que podem ser adotadas para a gestão incluem:

- redução na geração de resíduos, através do uso de materiais mais sustentáveis e da adoção de técnicas construtivas mais eficientes e menos desperdiçadoras;
- reutilização de materiais, como tijolos e telhas, em outras obras;
- reciclagem de materiais, como concreto e metais, para a produção de novos materiais de construção;
- destinação adequada dos resíduos, evitando o descarte em locais inadequados, como terrenos baldios, rios e lagos.

Além disso, é importante que as empresas do setor adotem práticas sustentáveis em todas as fases da construção, desde o planejamento até a

manutenção do edifício, visando reduzir a geração de resíduos e minimizar os impactos ambientais.

A gestão de resíduos sólidos se enquadra nas atividades de saneamento básico, pois existe a interdependência entre este, a saúde e o meio ambiente. Portanto, as ações de gerenciamento de resíduos da construção civil devem ser inter-relacionadas para contribuir com a melhoria da qualidade ambiental proporcionada a população (SILVA et al, 2015).

Os RCCs (Resíduos Construção Civil) foram inicialmente definidos na legislação brasileira como o conjunto dos produtos não aproveitados das atividades humanas nas atividades de implantação e transformação dos bens de consumo na construção civil (BRASIL, 2002). Posteriormente, o art. 13, inciso I, h da Lei n.º 12.305/2010 (BRASIL, 2010), ao estabelecer uma classificação para os vários tipos de resíduos também definiu estes como “[...] os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo-se os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”.

Por possuir uma grande viabilidade, os resíduos da construção apresentam um alto grau de complexidade em sua reciclagem. Para a obtenção de agregado reciclado, por exemplo, o entulho não pode conter resíduos oriundos de gesso, pois o mesmo reage quimicamente, sofrendo efeitos expansivos dentro de novas argamassas ou concretos que forem confeccionados com este resíduo (HOLDERBAUM, 2009).

Um fator de dificuldade é a falta de separação dos resíduos dentro da obra. O sistema construtivo convencional não se preocupa em separar os resíduos gerados em sua origem, o que causa um trabalho dobrado para sua posterior segregação. A existência de tubulação de descida de resíduos e de caçamba única faz com que as caçambas de resíduos de canteiros de obra misturem fases diferente, geradas de forma separada, o que dificulta a reciclabilidade. Problema similar ocorre durante a demolição de forma convencional no Brasil. Dessa forma, os resíduos de construção e demolição disponível é um resíduo misto de concreto, alvenarias, revestimentos e outros com menores possibilidades de utilização (JOHN, 2010).

### 2.3.1.1 Principais geradores de resíduos

Os principais geradores de resíduos na construção civil são os empreiteiros, construtores, subempreiteiros, fornecedores, arquitetos, engenheiros e outros profissionais envolvidos no processo construtivo.

Os RCCs normalmente são denominados de “entulhos” e, em termos técnicos, são todo o resíduo de material usado na realização de obras em atividades de construção civil (JOHN, 2010).

As principais atividades que geram resíduos na construção civil incluem:

- demolição de edificações;
- construção de edificações;
- reforma de edificações;
- instalações hidráulicas e sanitárias;
- instalações elétricas;
- acabamentos, como pintura e revestimentos;
- terraplanagem;
- paisagismo;
- infraestrutura urbana, como pavimentação e drenagem.

Além dos profissionais envolvidos na construção civil, os próprios usuários das edificações também podem gerar resíduos, como no caso da geração de resíduos sólidos urbanos em edifícios residenciais e comerciais.

#### 2.3.1.1.1 Demolição

A demolição é o processo de derrubar ou destruir uma estrutura, seja parcial ou totalmente. Essa atividade pode ser realizada por diferentes razões, como a necessidade de reforma ou de construção de uma nova edificação no local, a mudança de uso da área, a falta de segurança ou estabilidade da estrutura, entre outros motivos.

A demolição pode ser feita manualmente, com a utilização de ferramentas como marretas e picaretas; ou mecanicamente, com o uso de equipamentos específicos, como retroescavadeiras, escavadeiras hidráulicas, demolidores e outros. O método utilizado depende do tipo de estrutura, do tamanho e do local onde ela se encontra.

A mesma pode gerar uma grande quantidade de resíduos, sendo eles concreto, alvenaria, tijolos, argamassa, telhas, pisos, entre outros.

O processo de demolição deve ser planejado com antecedência, levando em consideração aspectos de segurança, meio ambiente e impacto social. É importante que sejam adotadas medidas de controle de poeira e ruído, a fim de minimizar os efeitos negativos sobre a saúde da população local e do meio ambiente.

#### 2.3.1.1.2 Construção

Construção é o processo de erguer uma estrutura física, como uma edificação, uma ponte, uma estrada, entre outros.

Novas obras geram uma grande quantidade de resíduos, que podem ser de diversas naturezas, tais como:

- resíduos de madeira, concreto, tijolos, argamassa, cerâmica, vidro, metais e plásticos, entre outros materiais de construção;
- resíduos de embalagens de materiais de construção;
- resíduos de alimentos, materiais de escritório, equipamentos e outros resíduos gerados durante o processo de construção.

#### 2.3.1.1.3 Reformas

Reformas são alterações feitas em uma edificação, visando melhorar ou modificar algum aspecto de sua estrutura, como por exemplo a pintura, a troca de revestimentos, a reforma de banheiros e cozinhas, a ampliação de cômodos, a instalação de novos equipamentos, entre outros.

As reformas podem ser realizadas em edifícios residenciais, comerciais e industriais, e têm como objetivo melhorar o conforto, a segurança e a funcionalidade das edificações.

As reformas podem ser planejadas e executadas por empresas especializadas, que possuem profissionais capacitados para realizar as diversas etapas do processo, desde a elaboração do projeto até a execução da obra. É importante que a reforma seja realizada seguindo as normas técnicas e as leis municipais, para garantir a segurança da estrutura e o cumprimento das regras estabelecidas.

Assim como na construção de novas obras, as reformas também geram resíduos recicláveis, como metais, vidros, plásticos e papéis; e resíduos não recicláveis, como os entulhos e os resíduos orgânicos, por exemplo.

#### 2.3.1.1.4 Instalações Elétricas, Hidráulicas e Sanitárias

As instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias são parte importante de qualquer obra. Essas instalações têm como objetivo garantir o fornecimento de energia elétrica, água e esgoto para a edificação, além de garantir a segurança e o conforto dos usuários.

As instalações elétricas envolvem a distribuição da energia elétrica por toda a edificação, através de fios e cabos, painéis elétricos, disjuntores e outros componentes elétricos. As instalações elétricas devem ser projetadas e executadas seguindo as normas técnicas e de segurança, para evitar acidentes e incêndios.

As instalações hidráulicas incluem a distribuição da água pela edificação, através de tubulações, válvulas, registros e outros componentes hidráulicos. As instalações hidráulicas também devem ser projetadas e executadas de acordo com as normas técnicas e de segurança, para evitar vazamentos e garantir o abastecimento de água.

As instalações sanitárias incluem a rede de esgoto e a drenagem pluvial da edificação, através de tubulações e dispositivos sanitários, como pias, chuveiros, vasos sanitários, entre outros. As instalações sanitárias também devem ser projetadas e executadas de acordo com as normas técnicas e de segurança, para garantir o correto funcionamento do sistema de esgoto e evitar problemas de saúde pública.

Essas atividades relacionadas à construção e reforma das instalações hidrossanitárias e elétricas geram uma quantidade significativa de resíduos, que podem ser classificados como resíduos sólidos, líquidos e gasosos.

Entre os resíduos sólidos gerados destacam-se os pedaços de tubos, cabos, fios e outros materiais que são cortados ou retirados durante a instalação. Esses resíduos devem ser separados e encaminhados para a destinação correta, de acordo com a sua classificação.

Já os resíduos líquidos incluem os efluentes das tubulações de esgoto e de drenagem pluvial, bem como os líquidos usados na limpeza dos dispositivos sanitários. Esses resíduos devem ser tratados antes do descarte, para evitar a contaminação do meio ambiente.

Os resíduos gasosos incluem os gases provenientes da queima de combustíveis fósseis, como gás natural e GLP, e devem ser tratados antes do descarte, de acordo com as normas ambientais.

#### 2.3.1.1.5 Acabamentos

Os acabamentos referem-se às atividades realizadas na fase final da obra, que incluem a instalação de revestimentos de piso e parede, pintura, instalação de esquadrias, entre outros elementos que conferem acabamento e estética ao projeto.

Dentre os resíduos gerados durante a fase de acabamentos, podemos destacar os restos de materiais como argamassa, cerâmica, gesso, madeira, entre outros. Além disso, o acabamento também envolve o uso de produtos químicos como tintas, solventes e vernizes, que geram resíduos líquidos que podem ser tóxicos ou inflamáveis.

#### 2.3.1.1.6 Terraplanagem

A terraplanagem é uma atividade realizada que tem como objetivo preparar o terreno para receber uma obra, nivelando e compactando o solo. Essa atividade é essencial para garantir a estabilidade e a segurança da construção, além de possibilitar o escoamento adequado das águas pluviais.

Durante a terraplanagem, são gerados diversos resíduos, como terra, rochas, pedras e entulhos. Os resíduos de terra, por exemplo, podem ser reutilizados na própria obra, em atividades como aterramento ou criação de taludes. Já os resíduos

de rochas e pedras podem ser utilizados como agregados em concreto ou na pavimentação de estradas.

#### 2.3.1.1.7 Paisagismo

Paisagismo é toda e qualquer atividade que modifica visualmente uma área, um ambiente, uma paisagem. Pode ser feito com plantas, também recebendo a denominação de jardinagem. Pode ser feito também pela formatação de uma área de terra: elevações, cortes de terra, platôs e suas respectivas construções físicas: prédios, casas, parques, piscinas, cercas. Pode ainda ser realizado com recursos de iluminação e sons diversos, naturais ou não. Toda e qualquer intervenção realizada numa determinada área, usando os recursos acima mencionados pode ser considerada como uma forma de paisagismo (LIMA, 2012).

No processo de implantação de um projeto de paisagismo, podem ser gerados diversos tipos de resíduos, como galhos e folhas de árvores, terra e restos de plantas.

Uma das principais práticas utilizadas no reaproveitamento de resíduos de paisagismo é a compostagem, que consiste em transformar os resíduos orgânicos em adubo, por meio da decomposição controlada dos materiais. O adubo produzido pode ser utilizado para a fertilização do solo e das plantas, reduzindo a necessidade de adubos químicos e contribuindo para a conservação do meio ambiente.

Além da compostagem, outras práticas que podem ser adotadas na gestão de resíduos em projetos de paisagismo incluem a separação e o armazenamento adequado dos materiais, a contratação de empresas especializadas na coleta e destinação correta dos resíduos gerados, e o reuso de materiais, como a utilização de pedras e troncos de árvores em caminhos e mobiliários.

#### 2.3.1.1.8 Infraestrutura Urbana

Infraestrutura urbana é o conjunto de elementos que compõem a cidade e são necessários para garantir o bem-estar e a qualidade de vida da população. Moraes, Sobreira e Lima (2018) classificam infraestrutura urbana em:

- econômica (transporte, energia e telecomunicações);

- social (sistema de água potável e esgotamento sanitário, educação, saúde, dentre outros);
- ambiental;
- acesso ao conhecimento.

A gestão da infraestrutura urbana é uma atividade essencial para as cidades, pois permite o planejamento e a execução de obras e serviços que atendam às necessidades da população.

Os resíduos gerados na infraestrutura urbana podem ser diversos, dependendo do tipo de atividade realizada. Por exemplo, a construção de uma nova via pública pode gerar resíduos de terra, asfalto e outros materiais de construção. Já a manutenção da rede de esgoto pode gerar resíduos líquidos.

#### 2.3.1.2 Transporte

O transporte de resíduos na construção civil deve ser realizado de acordo com as normas e regulamentações ambientais aplicáveis. Existem muitos espaços entre essas palavras, provendo acessos adequados, horários e controle de entrada e saída dos veículos que irão retirar os resíduos devidamente acondicionados, de modo a combater o acúmulo excessivo de resíduos, melhorando a organização local. As empresas transportadoras devem possuir licença ambiental para esta atividade específica, a ser emitida pelo órgão competente (SILVA et al., 2015), garantindo a segurança e a adequação do transporte dos resíduos.

As empresas de transporte de resíduos devem estar devidamente equipadas e habilitadas para a realização do transporte, garantindo a segurança dos trabalhadores e a preservação do meio ambiente. Os veículos utilizados para o transporte de resíduos devem ser adequados para esse fim, com carrocerias, caçambas e outros dispositivos específicos para a carga transportada.

Os resíduos devem ser acondicionados de forma adequada, evitando vazamentos, derramamentos e outros problemas durante o transporte. É importante que os resíduos sejam transportados para locais de destino autorizados, como aterros sanitários, usinas de reciclagem, entre outros, de acordo com as normas e regulamentações ambientais.

Além disso, é importante que o transporte de resíduos seja planejado de forma a minimizar os impactos ambientais, como a emissão de gases poluentes e a geração de ruídos.

A etapa de transporte é dividida em duas: interna e externa. Transporte interno de acordo com Lima e Lima (2009, p. 28), é a transferência de resíduos do acondicionamento inicial para o final. As descidas vazias desses equipamentos devem ser aproveitadas para esse tipo de atividade. Blumenschein (2007, p. 33 - 34) evidencia que o transporte interno dos resíduos, quando feito pelo próprio trabalhador que o gerou, é mais eficiente e facilita o trabalho e a organização do canteiro de obras. Já o transporte externo é a remoção dos resíduos do canteiro de obra para o seu destino final.

O transporte pode ser realizado de diferentes formas, dependendo da quantidade e do tipo de resíduo gerado, bem como das condições do local de geração e do destino dos resíduos. Entre as principais formas de transporte de resíduos na construção civil, podemos destacar:

- Caminhões basculantes: são utilizados para o transporte de grandes quantidades de resíduos, como entulhos e terra. Possuem uma caçamba basculante que facilita o descarregamento dos resíduos no destino final.
- Caçambas estacionárias: são recipientes fixos instalados em obras ou em locais de grande geração de resíduos. Podem ser transportadas por caminhões com guindastes ou muncks para locais de destino autorizados.
- Contêineres: são utilizados para o transporte de resíduos volumosos e pesados, como madeira, metais e plásticos. Podem ser carregados com equipamentos de movimentação, como empilhadeiras, e transportados por caminhões até o local de destino.
- Sacos e big bags: são utilizados para o transporte de resíduos de pequeno volume e peso, como restos de obra e materiais de demolição. Podem ser coletados por caminhões ou veículos menores e transportados até o local de destino.

## 2.4 MADEIRA

A madeira é um recurso natural renovável e amplamente utilizado na construção civil, na fabricação de móveis, na produção de papel e celulose, entre outras aplicações. Em termos comerciais, a madeira somente é encontrada em árvores com altura superior a 6 metros. A madeira é uma matéria-prima muito versátil, pois apresenta diversas propriedades físicas e mecânicas que a tornam adequada para diferentes usos.

No entanto, a exploração excessiva da madeira pode levar ao desmatamento, à perda de biodiversidade e a outros impactos ambientais negativos. Por isso, é importante que o manejo florestal seja feito de forma sustentável, ou seja, de maneira a garantir a conservação dos ecossistemas florestais e a promoção do desenvolvimento socioeconômico.

### 2.4.1 Na construção civil

A madeira é um material amplamente utilizado na construção civil, sendo um dos materiais mais antigos e tradicionais da história da humanidade. Além da sua versatilidade e beleza, a madeira apresenta diversas vantagens como material de construção, tais como:

- Baixo impacto ambiental: A madeira é um recurso natural renovável e sua utilização pode ser feita de forma sustentável, garantindo a conservação dos ecossistemas florestais e a redução da emissão de gases de efeito estufa.
- Facilidade de manuseio: A madeira é um material fácil de ser trabalhado e cortado, o que permite a sua utilização em diferentes formas e aplicações na construção civil.
- Durabilidade: A madeira é um material resistente e durável, desde que seja utilizado de forma adequada e esteja sujeito a manutenção preventiva.
- Isolamento térmico e acústico: A madeira apresenta uma boa capacidade de isolamento térmico e acústico, o que pode contribuir para o conforto ambiental e redução de custos com energia.

- Aparência estética: A madeira apresenta uma grande variedade de texturas, cores e padrões, o que a torna um material muito valorizado para fins estéticos, como citado no “Guia básico para instalação de pisos de madeira” da ANPM Brasil.

#### 2.4.2 Áreas de utilização

A madeira é um material amplamente utilizado na construção civil, sendo empregada em diversas áreas e aplicações. Algumas das principais áreas de utilização da madeira na construção civil incluem:

- Formas para concreto armado: uma das maiores utilizações da madeira na construção civil é utilizada para criar as formas temporárias usadas no processo de concretagem. As formas de madeira são usadas para delimitar e moldar o concreto até que ele endureça. Essas formas são removidas após o endurecimento do concreto, deixando a estrutura de concreto armado.
- Escoras: as escoras de madeira são elementos temporários que permitem que os trabalhadores realizem as etapas de construção com maior segurança, uma vez que proporcionam um suporte estável e resistente, devem ser removidas após a conclusão da construção ou quando não são mais necessárias.
- Estruturas de telhados: a madeira é frequentemente utilizada na construção de estruturas de telhados, sendo um material resistente e durável que pode suportar cargas de peso.
- Revestimentos e painéis: a madeira pode ser utilizada para revestir paredes, tetos e pisos, e também para a fabricação de painéis decorativos e divisórias internas.
- Portas e janelas: a madeira é um material tradicional para portas e janelas, oferecendo isolamento térmico e acústico e um acabamento estético elegante.
- Escadas: a madeira é frequentemente utilizada na fabricação de escadas, oferecendo resistência e durabilidade, além de um acabamento estético atraente.
- Móveis e decoração: a madeira é amplamente utilizada na fabricação de móveis e peças de decoração, oferecendo uma grande variedade de opções de design e acabamento. Considerando a *Cadeia de Processamento*

*Mecânico*, Gonçalves (2000) classifica os processos de usinagem da madeira em: abate, descascamento, desdobro, laminação, produção de partículas e beneficiamento. Cada um desses processos é formado por diversas operações, as quais definem o trabalho de transformação da forma da madeira num determinado processo, como por exemplo, as operações de corte, seja com uma serra de fita na serraria ou com uma seccionadora na indústria de móveis seriados. Moraes (2002) cita que a indústria moveleira pode ser segmentada tanto em função dos materiais com os quais os móveis são confeccionados, como também de acordo com os usos a que se destinam. Quanto aos usos, existem os móveis de madeira para residência - que contemplam os móveis retilíneos seriados, os móveis torneados seriados e móveis sob medida - e os móveis para escritório - móveis sob encomenda e móveis seriados -.

- Construções rurais: a madeira é frequentemente utilizada em construções rurais, como celeiros, galpões e estruturas de apoio a atividades agropecuárias.
- Pontes e passarelas: Provavelmente a madeira foi o primeiro material utilizado em pontes. As características desejáveis da madeira para esta utilização estrutural são, basicamente, sua elevada relação resistência peso, baixo custo tecnológico, estética e capacidade de absorção de cargas de curta duração, (OKIMOTO, 2001).

Essas são apenas algumas das áreas de utilização da madeira na construção civil, e a sua aplicação pode variar amplamente dependendo das necessidades e especificidades de cada projeto. A escolha da espécie de madeira e do tipo de tratamento também pode variar de acordo com as necessidades específicas de cada aplicação.

#### 2.4.2.1 Formas para concreto armado

As formas de madeira utilizadas no concreto armado podem ter uma vida útil variável, dependendo de vários fatores, como o tipo de madeira, o cuidado na desmontagem, a qualidade da construção das formas e as condições de uso. Não há um número fixo de reutilizações universalmente aceito, pois cada caso pode ser diferente.

No entanto, algumas referências e práticas comuns na indústria da construção sugerem que as formas de madeira podem ser reaproveitadas de cinco a dez vezes, desde que estejam em boas condições. Essa faixa de reutilização é amplamente citada em manuais de construção e guias práticos, como o "Manual de Construção em Concreto" de Araújo (2013), publicado pelo Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON).

É importante ressaltar que a durabilidade das formas de madeira também depende do tipo de madeira utilizada. Algumas madeiras mais resistentes, como a compensada de alta qualidade, podem ter uma vida útil maior em comparação com madeiras comuns.

No entanto, é crucial realizar uma inspeção adequada das formas antes de cada reutilização para garantir que não haja danos significativos, como deformações, rachaduras ou apodrecimento. Além disso, é essencial cuidar do armazenamento adequado das formas quando não estiverem em uso, protegendo-as da umidade e de condições ambientais adversas.

Lembre-se de que essas informações são baseadas em referências gerais e práticas comuns, mas a vida útil real das formas de madeira pode variar dependendo de vários fatores específicos do projeto e das formas utilizadas.

#### 2.4.2.1.1 Estratégias para melhor reaproveitamento

Existem algumas estratégias que podem ser adotadas para melhorar o reaproveitamento das formas de concreto armado. Aqui estão algumas delas:

- Cuidado durante a desmoldagem: ao desmontar as formas após a cura do concreto, tome cuidado para evitar danos excessivos às peças. Use ferramentas adequadas e evite golpes bruscos que possam danificar as formas.
- Limpeza e manutenção adequadas: após o uso, limpe bem as formas para remover resíduos de concreto, evitando a aderência de materiais indesejados. Realize inspeções regulares para identificar e reparar quaisquer danos ou desgastes nas formas antes de reutilizá-las.
- Armazenamento adequado: armazene as formas em locais adequados, protegendo-as da umidade, luz solar direta e condições ambientais adversas.

Empilhe as formas de maneira segura, garantindo que não sofram deformações ou danos durante o armazenamento.

- Uso de desmoldantes: utilize desmoldantes adequados durante o processo de concretagem para facilitar a remoção do concreto das formas. Isso reduzirá o atrito e a aderência do concreto às superfícies das formas, facilitando a desmoldagem e evitando danos.
- Pregos duas cabeças: aplicado em fechamento de fôrmas, fixação dos aprumadores, escoramento de lajes, estruturas de bandejas e estruturas temporárias. Com isso não danifica a madeira, é de fácil arranque, ajuda na rapidez na hora da desforma e elimina etapas no fechamento das fôrmas, (VALADÃO; PARDIM, 2017).
- Travamento metálico: funciona através de combinação de barras de ancoragem, vigas gatilho, travamento de fundo de viga e aprumadores, que uma vez travados, permitem um fechamento das formas para recebimento do concreto sem permitir vazamentos, como apontado pela empresa Metroform (2021), a qual faz venda desses materiais. Esses dispositivos ajudam a manter a integridade estrutural das formas, reduzindo a deformação ou o deslocamento causado pela pressão do concreto.

#### 2.4.3 Espécies mais utilizadas

Existem diversas espécies de madeira que são utilizadas na construção civil, cada uma com suas características e propriedades específicas. Algumas das espécies de madeira mais utilizadas na construção civil incluem:

- Pinheiro (*Araucária Augustifolia*): popularmente conhecida como pinheiro-brasileiro, é uma árvore nativa da Mata Atlântica do Brasil. Ela é conhecida por suas características marcantes, como a forma de pinha de suas sementes e suas folhas longas e pontiagudas, além de ser a madeira mais utilizada para confecção de formas na construção civil.
- Pinus: os pinus apesar de pouco utilizados na construção civil, podem ser usados para fabricação de paredes. É uma madeira de rápido crescimento, com textura uniforme e fácil de ser trabalhada.

- Eucalipto: o eucalipto é uma madeira resistente e durável, frequentemente utilizada em estruturas de telhados, postes, estacas e cercas. É uma madeira de crescimento rápido e com grande disponibilidade no Brasil.
- Cedro: o cedro é uma madeira nobre, com aparência estética atraente e alta resistência a pragas e fungos. É frequentemente utilizada na fabricação de móveis, portas e janelas.
- Ipê: o ipê é uma madeira extremamente resistente e durável, com alta resistência a cupins e umidade. É frequentemente utilizada na fabricação de decks, pisos e revestimentos externos.
- Cumaru: o cumaru é uma madeira resistente e durável, com alta resistência a pragas e umidade. É frequentemente utilizada na fabricação de decks, pisos e revestimentos externos.
- Garapeira: a garapeira é uma madeira resistente e durável, com alta resistência a pragas e umidade.

Essas são apenas algumas das espécies de madeira mais utilizadas na construção civil, e a escolha da espécie adequada pode variar de acordo com as necessidades específicas de cada projeto.

## 2.5 RESÍDUOS DE MADEIRA

Os resíduos de madeira são gerados a partir de diversas atividades que envolvem o uso da madeira na indústria e na construção civil. Alguns exemplos de resíduos de madeira incluem serragem, cavaco, aparas, sobras de madeira de obras, pallets, entre outros. Esses resíduos podem ser tratados e destinados de forma adequada, contribuindo para a preservação do meio ambiente e para a geração de novos produtos.

Inicialmente o resíduo de madeira pode ser considerado como bastante heterogêneo devido às muitas variedades apresentadas, às diversas granulometrias da serragem e às diversas condições de armazenamento, que alteram suas características físicas, e à dispersão geográfica que dificulta seu transporte. São de baixa densidade e não são tóxicos se no seu volume não houver outros materiais, principalmente produtos químicos tais como conservantes, fungicidas, inseticidas,

vernizes, tintas, dentre outros, que possam emitir gases ou vapores tóxicos durante processos de reciclagem ou de queima (QUIRINO, 1988).

Entre as principais formas de tratamento e destinação de resíduos de madeira, destacam-se.

- Reciclagem: a reciclagem de resíduos de madeira consiste no processo de transformação desses resíduos em novos produtos, como aglomerados, MDF, papel, celulose, briquetes e pellets. De acordo com o art. 2., da Resolução n. 307 do (BRASIL. CONAMA, 2002, Art. 2º) " [...] reciclagem é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação." Esta prática na indústria da construção civil vem se difundindo como uma ação relevante para a sustentabilidade, pois proporciona significativa redução dos impactos ambientais gerados pelo setor" (ÂNGULO et al, 2001).
- Reutilização: a reutilização de resíduos de madeira consiste no reaproveitamento desses resíduos para a fabricação de novos produtos, como móveis, artesanato e decoração.
- Compostagem: segundo o *Manual Prático para a Compostagem de Biossólidos*, (ABES, 1999) " [...] compostagem pode ser definida como uma biooxidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de CO<sub>2</sub>, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável". Na prática, isto significa que a partir de resíduos orgânicos com características desagradáveis (odor, aspecto, contaminação por microrganismos patogênicos...), o processo transforma estes resíduos em composto, que é um insumo agrícola, de odor agradável, fácil de manipular e livre de microrganismos. Os componentes orgânicos biodegradáveis passam por etapas sucessivas de transformação sob a ação de diversos grupos de microrganismos, resultando num processo bioquímico altamente complexo.
- Destinação para a geração de energia: os resíduos de madeira também podem ser utilizados como combustível para a geração de energia elétrica e térmica. Lenha, cavaco e serragem, são reaproveitados de maneira comum, havendo apenas os processos de retirada de umidade, que pode ser ao ambiente, e queimados geralmente em caldeira e termoelétricas.

A destinação adequada de resíduos de madeira contribui para a redução do impacto ambiental e para a conservação dos recursos naturais. Além disso, a reutilização e reciclagem desses resíduos pode gerar novas oportunidades de negócio e contribuir para o desenvolvimento econômico.

### 2.5.1 Impactos ambientais provenientes da geração de energia

Os resíduos de madeira que são utilizados para geração de energia podem causar impactos ambientais. A queima de madeira libera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e outros poluentes na atmosfera, contribuindo para as emissões de gases de efeito estufa e a poluição do ar.

No pior dos casos os resíduos de madeira podem conter impurezas, como tintas e desmoldantes. Essas impurezas podem conter substâncias químicas tóxicas, metais pesados ou outros compostos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente quando liberados durante a queima.

A queima de resíduos de madeira com impurezas pode resultar na emissão de poluentes atmosféricos perigosos, como óxidos de nitrogênio, dióxido de enxofre, compostos orgânicos voláteis e material particulado. Além disso, as substâncias químicas presentes nas tintas e desmoldantes podem produzir gases tóxicos, como monóxido de carbono (CO) o qual segundo artigo publicado no site (<https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentáveis>) do ministério do meio ambiente tem alta afinidade com a hemoglobina no sangue, substituindo o oxigênio e reduzindo a alimentação deste ao cérebro, coração e para o resto do corpo, durante o processo de respiração. Em baixa concentração causa fadiga e dor no peito, em alta concentração pode levar a asfixia e morte. Além de óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e compostos orgânicos voláteis (COV), que são prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente.

## 2.6 PEGADA ECOLÓGICA

Quando se estuda do uso da madeira várias questões ambientais vem à tona, sendo um importante pauta a pegada ecológica, a qual busca quantificar e monitorar

os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de uma construção, levando em consideração diferentes aspectos, tais como:

- **Uso de materiais sustentáveis:** A escolha de materiais de construção sustentáveis, como madeira certificada, concreto com baixo teor de emissão de carbono, isolantes naturais, entre outros, pode reduzir a pegada ecológica da construção.
- **Eficiência energética:** A adoção de medidas para melhorar a eficiência energética dos edifícios, como isolamento térmico, iluminação eficiente, sistemas de ventilação e climatização, contribui para reduzir o consumo de energia ao longo do tempo.
- **Uso responsável da água:** A implementação de sistemas de captação e reuso de água, além de equipamentos eficientes em termos de consumo hídrico, contribui para a redução do impacto ambiental relacionado ao uso da água na construção civil.
- **Gestão de resíduos:** A aplicação de práticas adequadas de gerenciamento de resíduos, como a reciclagem de materiais de construção e a redução do desperdício, pode diminuir a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários e minimizar a pegada ecológica da construção.
- **Energias renováveis:** A incorporação de fontes de energia renovável, como a energia solar fotovoltaica ou eólica, na construção e operação de edifícios contribui para a redução da dependência de combustíveis fósseis e a emissão de gases de efeito estufa, como citado por Sousa em matéria “Fontes alternativas de energia” publicada no site UOL.

O consumo de recursos naturais de uma pessoa pode ser convertido em área, a chamada pegada ecológica, termo criado na década de 1990 pelos pesquisadores Mathis Wackernagel e William Rees (1996). Recursos como a água que usamos no banho, a comida que colocamos no prato, a luz acesa, todas estas atividades dependem dos recursos naturais, seja para a produção dos alimentos, obtenção de água e de outras matérias-primas e produção de energia elétrica.

A adoção de práticas sustentáveis na construção civil é essencial para reduzir a pegada ecológica, promover a preservação dos recursos naturais e contribuir para um futuro mais sustentável.

## 2.7 LEGISLAÇÃO E NORMAS REGENTES

Existem diversas legislações e normas que regem o manejo e o descarte de resíduos de madeira no Brasil. Algumas delas são:

- Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Lei nº 12.305/2010): essa lei estabelece diretrizes e normas para o manejo de resíduos sólidos, incluindo os resíduos de madeira. Ela prevê a redução na geração de resíduos, a reutilização e a reciclagem de materiais, bem como a destinação adequada dos resíduos, visando a proteção da saúde pública e do meio ambiente.
- Norma ABNT NBR 10004:2017 - Resíduos sólidos - Classificação: essa norma estabelece critérios para a classificação de resíduos sólidos, incluindo os resíduos de madeira, de acordo com as suas características e perigosidade.
- Norma ABNT NBR 15112:2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação: essa norma estabelece diretrizes para o gerenciamento de resíduos de madeira e outros resíduos da construção civil em áreas de reciclagem, incluindo a coleta, transporte, armazenamento, processamento e destinação final dos resíduos.
- Norma ABNT NBR 15114:2004 - Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação: essa norma estabelece diretrizes para o gerenciamento de resíduos da construção civil em áreas de transbordo e triagem, incluindo os resíduos de madeira. Ela define critérios para a identificação, segregação, armazenamento, transporte e destinação adequada dos resíduos.
- Norma ABNT NBR 10005:2004 - Resíduos sólidos - Amostragem: essa norma estabelece diretrizes para a amostragem de resíduos sólidos, incluindo os resíduos de madeira.
- Resolução Conama nº 307/2002: essa resolução estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para o manejo de resíduos da construção civil, incluindo os resíduos de madeira. Ela prevê a obrigatoriedade da elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), que deve contemplar a identificação, segregação, transporte e destinação adequada dos

resíduos. Esta resolução foi tida como base para elaboração para a Resolução CONAMA nº 448/2012 que está atualmente em vigor;

- Resolução CONAMA nº 448/2012: As alterações apresentadas na resolução 448 vão desde a alteração e inclusão de novas definições a Resolução 307/2002, além da mudança do prazo para os municípios e Distrito Federal se ajustarem à nova regulamentação.
- Resolução CONAMA nº 468/2014, que dispõe sobre o gerenciamento de resíduos de madeira;
- Decreto nº 7.404/2010, que regulamenta a PNRS;

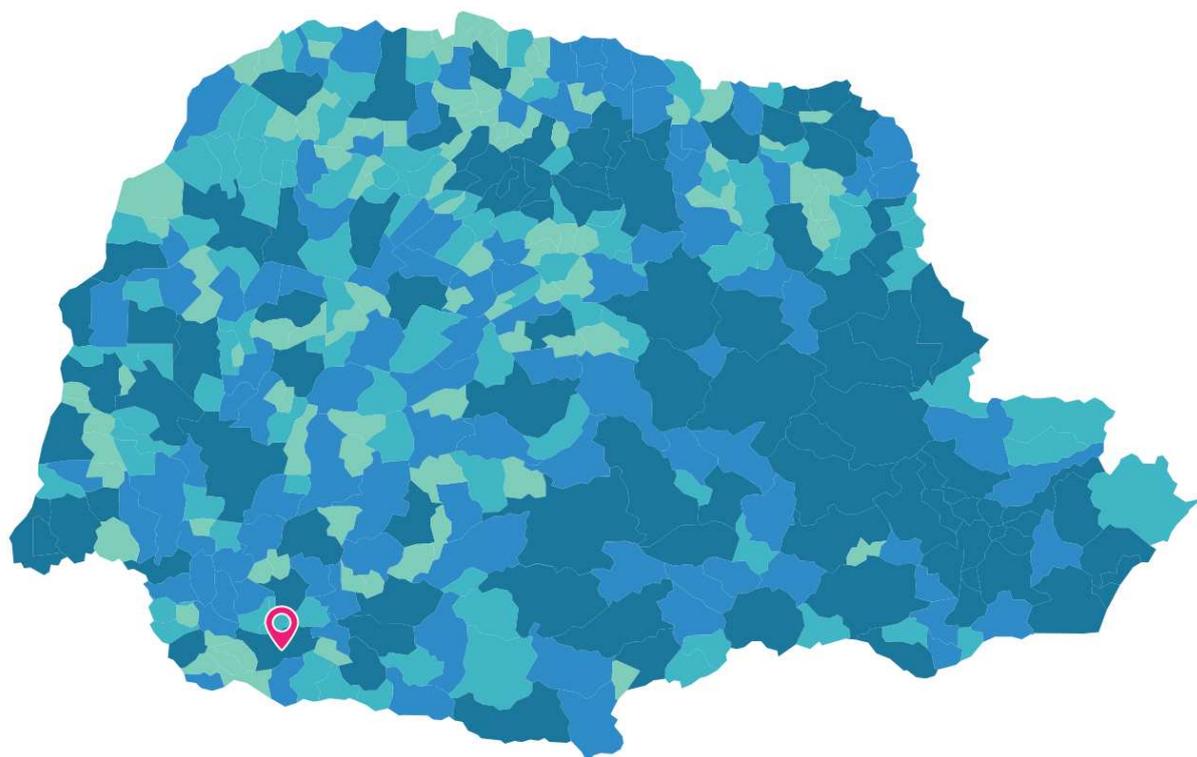
Essas são algumas das principais legislações e normas que regem o manejo e o descarte de resíduos de madeira no Brasil. É importante que as empresas e os profissionais envolvidos com a geração e a gestão desses resíduos estejam em conformidade com as normas e regulamentações aplicáveis, visando a proteção do meio ambiente e da saúde pública.

## 2.8 MINICÍPIO DE ESTUDO

Francisco Beltrão está localizado no sudoeste paranaense, a mesorregião onde se situa o município é composto por 37 municípios (conforme regionalização do IBGE), abrangendo uma área de fronteira à Oeste com a República Argentina e ao Sul com o estado de Santa Catarina (ANGNES; ICHIKAWA, 2019), a cerca de 500 km da capital Curitiba.

Fundada em 1952, sua população estimada, conforme a prévia do Censo do IBGE para 2021, era de 93.308 habitantes, sendo a mais populosa do sudoeste paranaense. O município tem uma área territorial de aproximadamente 735,111km<sup>2</sup> (IBGE, 2017).

A economia de Francisco Beltrão é diversificada, com destaque para os setores de comércio, serviços, agropecuária e indústria. A cidade é um importante polo comercial da região, com uma grande variedade de lojas, restaurantes e serviços. A agropecuária também tem um papel significativo na economia local, com a produção de grãos, leite e carne.



**Figure 1 - Município de Francisco Beltrão localizado no estado no Paraná.  
Fonte: IBGE, 2017.**

### 3 METODOLOGIA

O presente estudo tem como propósito essencial analisar a destinação dada para os resíduos de madeira provenientes da construção civil na cidade de Francisco Beltrão - PR.

Esta pesquisa apresenta uma abordagem que pode ser classificada como quantitativa-qualitativa, na qual a pesquisa quantitativa é uma maneira de atribuir números a propriedades, objetos, acontecimentos, materiais, proporcionando informações úteis, enquanto a qualitativa relaciona aspectos não somente mensuráveis como também definidos descritivamente (FACHIN, 2001). O trabalho tem caráter quantitativo devido aos questionários os quais possuem perguntas objetivas, entretanto também se torna qualitativa pela análise e comparação entres os mesmos, as entrevistas realizadas e também será observado os fatos relacionados ao objetivo de estudo por ocasião das visitas às obras e às empresas de resíduos, afim de uma melhor visão sobre os dados obtidos.

Quanto à classificação dos objetivos podemos classificar em exploratória, pois esta pesquisa não requer a formulação de hipóteses para serem testadas. Ela se restringe por definir objetivos e buscar mais informações sobre determinado assunto de estudo.

Partindo da metodologia de pesquisa proposta, o trabalho realizado seguiu o fluxograma a seguir explicado, na figura a seguir:



Figure 2 - Fluxograma da metodologia.  
Fonte: Silvestro, 2023.

Inicialmente foi realizado o desenvolvimento do referencial teórico que deu base a este trabalho.

Na sequência foram realizadas visitas *in loco* em obras na cidade de Francisco Beltrão - PR para observar como é feito o descarte ou reutilização dos resíduos provenientes dos processos construtivos e produtivos. Nas mesmas visitas, acompanhado dos engenheiros civis responsáveis, foram realizadas entrevistas para coleta de dados mais específicos com trabalhadores (engenheiro, carpinteiros, mestres de obras) a respeito da utilização, desperdício e descarte dos resíduos. Encerrando a coleta de dados, foram realizadas visitas às empresas de resíduos presentes na cidade, observando os fatos relacionados ao objetivo de estudo por ocasião das visitas as obras e as empresas de resíduos.

Como última etapa, foram feitas análises dos dados obtidos com a metodologia e apresentação dos resultados, juntamente com as considerações finais.

## 4 RESULTADOS

Foram realizadas visitas em diferentes obras, em variadas etapas de construção e entrevistados alguns funcionários, indiferente do cargo e função que executavam nestas obras, podendo ser eles:

- Arquiteto;
- Carpinteiro;
- Engenheiro civil;
- Mestre de obra;
- Pedreiro;
- Servente;
- Técnico em construção civil.

Em entrevista foram incorporadas 7 perguntas principais durante o diálogo, sendo a primeira delas referente a função do funcionário naquela obra, em seguida perguntas de âmbito geral como quanto tempo de experiência o mesmo tinha na construção civil e em que etapa a obra em questão se encontrava. Chegando então nos principais questionamentos que este trabalho visa obter informações, sendo eles:

### **1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**

Tendo 6 opções de resposta variando uma escala de 0 a 5, o qual 0 (zero) seria que a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira não tem importância alguma e 5 (cinco) sendo de extrema importância.

### **2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**

Tendo 4 opções de múltipla escolha de seleção única, sendo elas:

- Uso uma única vez;
- Reaproveitamento 2x;
- Reaproveitamento 3x;

- Reaproveitamento 4x ou mais.

### **3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**

Tendo 5 opções de múltipla escolha de seleção múltipla, sendo elas:

- Nenhuma estratégia;
- Uso de prego duas cabeças;
- Sistema de travamento metálico para fixar os painéis de forma;
- Uso de desmoldante;
- Desmonte, limpeza e armazenagem adequada das formas desmontadas;
- Outros (caso tivesse alguma estratégia utilizada que não estivesse entre as opções).

### **4. O que é feito com os resíduos de madeira?**

Tendo 6 opções de múltipla escolha de seleção múltipla, sendo elas:

- Reciclados;
- Reutilizados;
- Queimados na obra;
- Descartados na caçamba de entulhos;
- Doados para trabalhadores ou alguma entidade para fazer fogo para churrasco;
- Outros (caso tivesse alguma forma de descarte utilizada que não estivesse entre as opções).

Para fins de conhecimento, além das 15 obras visitadas em diversos bairros da cidade de Francisco Beltrão, também foi realizada visita a uma empresa especializada na remoção dos resíduos e a empresa responsável pela reciclagem, a fim de desmistificar o processo de recolhimento até o processo final de descarte, reutilização ou reciclagem do resíduo.

## 4.1 OBRA I



**Figure 3 – Obra I.**  
**Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra I a qual estava na etapa de alvenaria, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo pedreiro, que possuía 16 (dezesseis) a 20 (vinte) anos de experiencia na área da construção civil.

Dados obtidos:

- 1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**
  - 5 – Extrema importância.
- 2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**
  - Reaproveitamento 4x ou mais.
- 3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**
  - Uso de prego duas cabeças;

#### 4. O que é feito com os resíduos de madeira?

- Descartados na caçamba de entulhos;

#### 4.2 OBRA II



**Figure 4 – Obra II.**  
**Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra II a qual estava na etapa de alvenaria, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo engenheiro civil, que possuía 6 (seis) a 10 (dez) anos de experiência na área da construção civil.

Dados obtidos:

**1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**

- 4;

**2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**

- Reaproveitamento 3x;

**3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**

- Uso de prego duas cabeças;

**4. O que é feito com os resíduos de madeira?**

- Doados para trabalhadores ou alguma entidade para fazer fogo para churrasco;

**4.3 OBRA III**



**Figure 5 – Obra III.  
Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra III a qual estava na etapa de cobertura, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo mestre de obras, que possuía 16 (dezesesseis) a 20 (vinte) anos de experiencia na área da construção civil.

Dados obtidos:

**1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**

- 5 – Extrema importância.

**2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**

- Reaproveitamento 3x;

**3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**

- Uso de desmoldante;
- Uso de prego duas cabeças;
- Desmonte, limpeza e armazenagem adequada das formas desmontadas;

**4. O que é feito com os resíduos de madeira?**

- Doados para trabalhadores ou alguma entidade para fazer fogo para churrasco;

**4.4 OBRA IV**



**Figure 6 – Obra IV.  
Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra IV a qual estava na etapa de acabamento, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo mestre de obras, que possuía 11 (onze) a 15 (quinze) anos de experiência na área da construção civil.

Dados obtidos:

- 1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**
  - 5 – Extrema importância.
  
- 2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**
  - Reaproveitamento 2x;
  
- 3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**
  - Desmonte, limpeza e armazenagem adequada das formas desmontadas;
  
- 4. O que é feito com os resíduos de madeira?**
  - Doados para trabalhadores ou alguma entidade para fazer fogo para churrasco;

## 4.5 OBRA V



**Figure 7 – Obra V.**  
**Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra V a qual estava na etapa de estrutura, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo mestre de obra, que possuía 6 (seis) a 10 (dez) anos de experiência na área da construção civil.

Dados obtidos:

- 1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**
  - 5 – Extrema importância.
- 2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**
  - Reaproveitamento 4x ou mais.
- 3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**
  - Uso de desmoldante;

#### 4. O que é feito com os resíduos de madeira?

- Reutilizados;

#### 4.6 OBRA VI



**Figure 8 – Obra VI.**  
**Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra VI a qual estava na etapa de acabamento, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo mestre de obras, que 6 (seis) a 10 (dez) anos de experiencia na área da construção civil.

Dados obtidos:

- 1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**
  - 5 – Extrema importância.
- 2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**
  - Reaproveitamento 2x;

**3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**

- Uso de prego duas cabeças;

**4. O que é feito com os resíduos de madeira?**

- Reutilizados;

**4.7 OBRA VII**



**Figure 9 – Obra VII.  
Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra VII a qual estava na etapa de acabamento, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo mestre de obras, que possuía 20 (vinte) anos ou mais de experiência na área da construção civil.

Dados obtidos:

**1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**

- 4;

**2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**

- Reaproveitamento 3x;

**3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**

- Uso de desmoldante;
- Uso de prego duas cabeças;
- Desmonte, limpeza e armazenagem adequada das formas desmontadas;

**4. O que é feito com os resíduos de madeira?**

- Reutilizados;
- Doados para trabalhadores ou alguma entidade para fazer fogo para churrasco;

#### 4.8 OBRA VIII



**Figure 10 – Obra VIII.  
Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra VIII a qual estava na etapa de acabamento, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo engenheiro civil, que possuía entre 3 (três) a 5 (cinco) anos de experiência na área da construção civil.

Dados obtidos:

- 1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**
  - 4;
- 2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**
  - Reaproveitamento 2x;

**3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**

- Sistema de travamento metálico para fixar os painéis de forma;

**4. O que é feito com os resíduos de madeira?**

- Reutilizados;
- Doados para trabalhadores ou alguma entidade para fazer fogo para churrasco;

**4.9 OBRA IX**



**Figure 11 – Obra IV.  
Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra IX a qual estava na etapa de acabamento, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo pedreiro, que possuía entre 6 (seis) a 10 (dez) anos de experiência na área da construção civil.

Dados obtidos:

**1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**

- 4;

**2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**

- Reaproveitamento 2x;

**3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**

- Uso de desmoldante;
- Desmonte, limpeza e armazenagem adequada das formas desmontadas;

**4. O que é feito com os resíduos de madeira?**

- Reutilizados;

4.10 OBRA X



**Figure 12 – Obra X.  
Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra X a qual estava na etapa de acabamento, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo engenheiro civil, que possuía entre 11 (onze) a 15 (quinze) anos de experiência na área da construção civil.

Dados obtidos:

- 1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**
  - 5 – Extrema importância.
  
- 2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**
  - Reaproveitamento 4x ou mais.
  
- 3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**
  - Uso de desmoldante;
  - Uso de prego duas cabeças;
  
- 4. O que é feito com os resíduos de madeira?**
  - Reutilizados;
  - Doados para trabalhadores ou alguma entidade para fazer fogo para churrasco;

#### 4.11 OBRA XI



**Figure 13 - Obra XI.**  
**Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra XI a qual estava na etapa de acabamento, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo mestre de obras, que possuía entre 6 (seis) a 10 (dez) anos de experiência na área da construção civil.

Dados obtidos:

- 1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**
  - 5 – Extrema importância.
- 2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**
  - Reaproveitamento 3x;

**3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**

- Uso de desmoldante;
- Desmonte, limpeza e armazenagem adequada das formas desmontadas;

**4. O que é feito com os resíduos de madeira?**

- Reutilizados;
- Descartados na caçamba de entulhos;

4.12 OBRA XII



**Figure 14 - Obra XII.  
Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra XII a qual estava na etapa de estrutura, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo mestre de obras, que possuía entre 11 (onze) a 15 (quinze) anos de experiência na área da construção civil.

Dados obtidos:

1. **Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**
  - 4;
2. **Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**
  - Reaproveitamento 4x ou mais.
3. **Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**
  - Uso de prego duas cabeças;
4. **O que é feito com os resíduos de madeira?**
  - Reutilizados;
  - Doados para trabalhadores ou alguma entidade para fazer fogo para churrasco;

#### 4.13 OBRA XIII



**Figure 15 - Obra XIII.  
Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra XIII a qual estava na etapa de acabamento, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo mestre de obras, que possuía entre 16 (dezesesseis) a 20 (vinte) anos de experiência na área da construção civil.

Dados obtidos:

**1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**

- 4;

**2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**

- Reaproveitamento 3x;

**3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**

- Uso de desmoldante;
- Uso de prego duas cabeças;

**4. O que é feito com os resíduos de madeira?**

- Reutilizados;

#### 4.14 OBRA XIV



**Figure 16 - Obra XIV.  
Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra XIV a qual estava na etapa de acabamento, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo mestre de obras, que possuía entre 6 (seis) a 10 (dez) anos de experiência na área da construção civil.

Dados obtidos:

- 1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?**
  - 5 – Extrema importância.
- 2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**
  - Reaproveitamento 2x.
- 3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**
  - Uso de prego duas cabeças;

#### 4. O que é feito com os resíduos de madeira?

- Descartados na caçamba de entulhos;
- Doados para trabalhadores ou alguma entidade para fazer fogo para churrasco;

#### 4.15 OBRA XV



**Figure 17 - Obra XV.  
Fonte: Silvestro, 2023.**

Em visita a obra XV a qual estava na etapa de estrutura e vedação, foi realizada uma conversa com o funcionário de cargo pedreiro, que possuía entre 6 (seis) a 10 (dez) anos de experiencia na área da construção civil.

Dados obtidos:

#### 1. Quanto o funcionário acha importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira em uma escala de 0 a 5?

- 4;

**2. Qual o índice de reaproveitamento da madeira na execução das formas de concreto armado?**

- Reaproveitamento 2x;

**3. Que estratégias a equipe utiliza para reduzir o consumo ou reutilizar mais vezes as madeiras nas obras?**

- Uso de desmoldante;
- Desmonte, limpeza e armazenagem adequada das formas desmontadas;

**4. O que é feito com os resíduos de madeira?**

- Descartados na caçamba de entulhos;

#### 4.16 EMPRESA DE RESÍDUOS

Primeiramente visitamos local temporário dos resíduos os quais são recolhidos pelas empresas especializadas neste serviço através das caçambas de entulho para que posteriormente os mesmos sejam levados para empresa que dá o destino final a eles.



**Figure 18 – Local provisório, antes da entrega dos resíduos**  
**Fonte: Silvestro, 2023**

Em seguida, visita a empresa de resíduos na qual foi realizada uma conversa com funcionário e obtivemos as seguintes informações sobre o processo.

Os resíduos chegam nas caçambas de entulho todos misturados, havendo então primeiramente a separação dos resíduos entre si, os resíduos de madeira mais especificamente escoras e tabuas são utilizadas para fabricação de cavaco reciclado que posteriormente é entregue as industriais que possuem caldeiras. Resíduos de madeira com impurezas como tinta, não são reciclados e os com pregos os mesmos são retirados antes do processo.

## 5 ANÁLISES

### 5.1 IMPORTÂNCIA

Analisando os dados obtidos podemos observar que a grande maioria dos profissionais acham importante a reciclagem ou reutilização dos resíduos de madeira, tendo em uma escala de 0 a 5:

- 53,33% - Dando pontuação máxima;
- 46,67% - Atribuíram nota 4;
- 0,00% - Aos demais.

A seguir, podemos observar o gráfico que expressa esses valores.

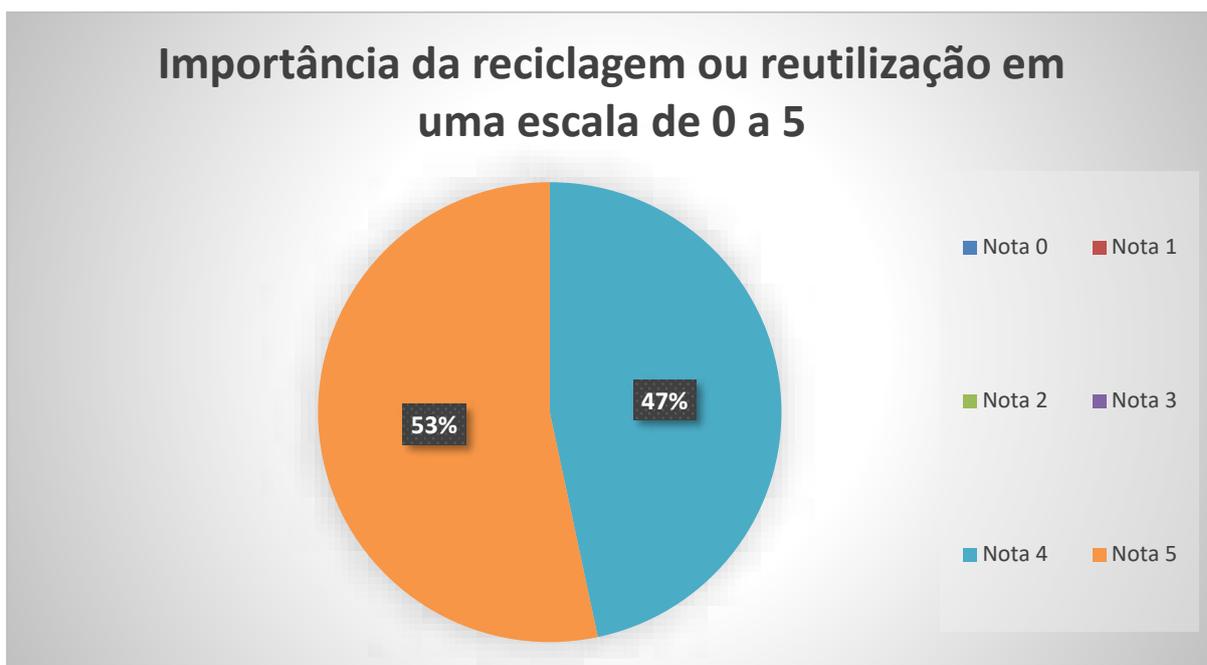


Figure 19 – Gráfico da importância da reciclagem ou reutilização.  
Fonte: Silvestro, 2023.

## 5.2 REAPROVEITAMENTO

Já para o índice de reaproveitamento das formas do concreto armado, observamos que elas são reutilizadas pelo menos 2 vezes, assim obtivemos os seguintes dados:

- 40,00% - Reutilizam 2x;
- 33,33% - Reutilizam 3x;
- 26,67% - Reutilizam 4x ou mais.
- 0,00% - Utilizam apenas uma vez.

A seguir, podemos observar o gráfico que expressa esses valores.

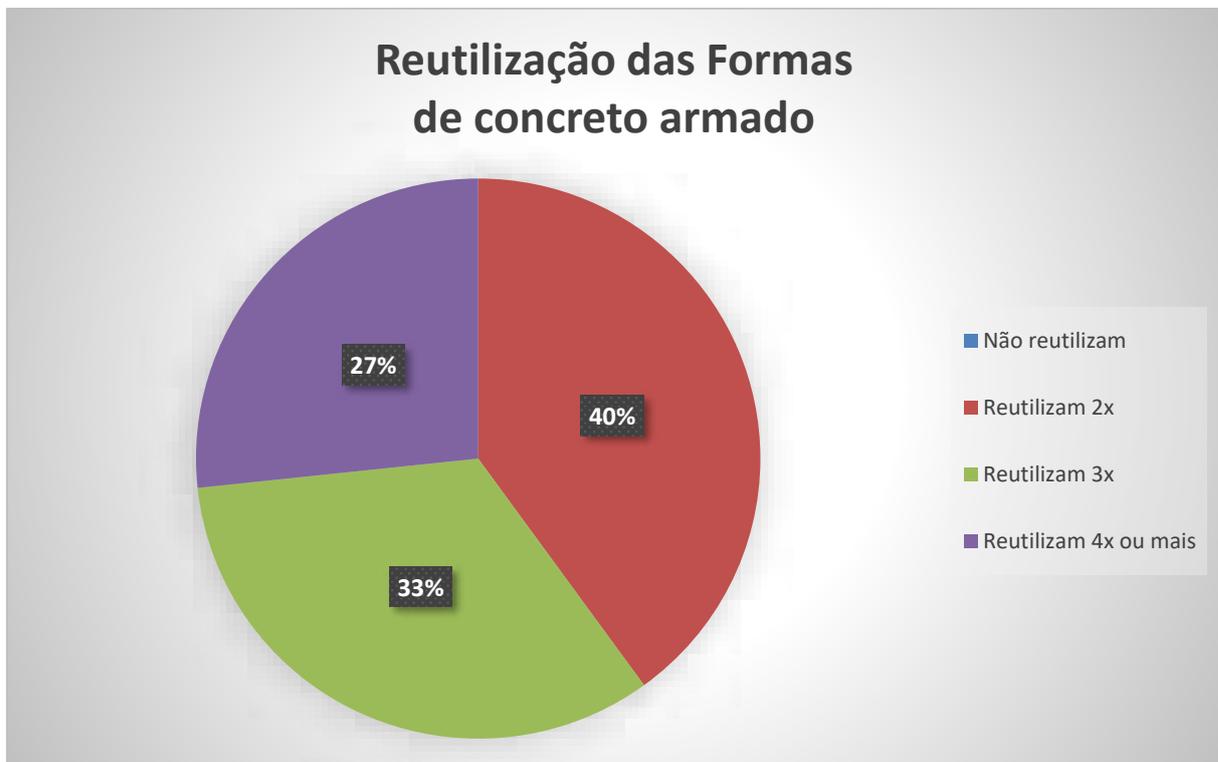


Figure 20 – Gráfico da reutilização das formas de concreto armado.  
Fonte: Silvestro, 2023.

Analisando os dados obtidos na pesquisa de campo com os dados estudados em teoria no "Manual de Construção em Concreto", publicado pelo Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), podemos observar que a taxa de reutilização está a baixo da média citada por de Araújo (2013), que diz q as madeiras utilizadas para formas de concreto armado são usadas de 5 a 10 vezes dependendo dos cuidados e estratégias utilizadas para um menor desgaste da madeira, em nosso estudo apenas 26,67% das obras visitadas tem taxa de aproveitamento dentro do que a teoria nos mostra. Isto pode ser explicado de algumas maneiras sendo elas:

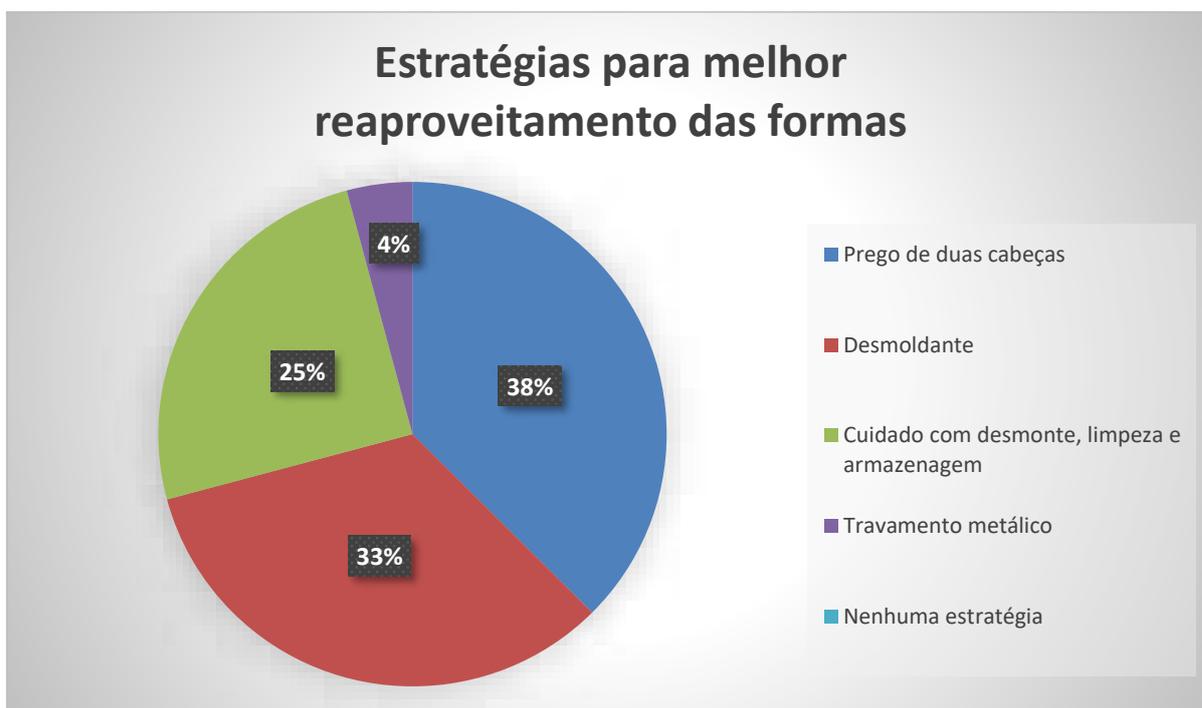
- Baixa qualificação da mão de obra, que é um problema recorrente no setor;
- Falta de estratégias para melhor reaproveitamento das formas;
- Qualidade dos matérias, pois diferentes espécies de madeira têm resultados distintos em relação a sua qualidade.

### 5.3 ESTRATÉGIAS

Percebemos que todos os profissionais utilizam métodos para facilitar a remoção e reutilização das formas para concreto armado, tendo alguns utilizando mais do que um método. Dados:

- 37,50% - Utilizam pregos de duas cabeças;
- 33,33% - Utilizam desmoldantes;
- 25,00% - Cuidam para que o desmonte, limpeza e armazenagem sejam de forma adequada;
- 4,17% - Utilizam sistema de travamento metálico para fixar os painéis de forma;
- 0,00% - Não utilizam nenhuma estratégia.

A seguir, podemos observar o gráfico que expressa esses valores.



**Figure 21 – Gráfico das estratégias para reaproveitamento das formas.**  
Fonte: Silvestro, 2023.

Na pesquisa de campo percebemos que a estratégia que aparece com mais frequência para melhor reaproveitamento do material é a utilização do prego de duas cabeças o qual substitui o prego normal, tendo com essa troca um menor dano a forma quando o retirado, assim possibilitando que a forma seja reutilizada mais vezes.

Em segundo lugar vem o uso dos desmoldantes, como já citado anteriormente, ele tem o a finalidade de reduzir a aderência do concreto as formas. Vale ressaltar que ao empregar o uso do desmoldante os resíduos da madeira em questão estarão contaminados, como observado em entrevista com a empresa que recicla os resíduos tal impureza impossibilita a reciclagem do produto, diferentemente do prego de duas cabeças o qual pode ser retirado.

Em seguida vem o cuidado com a retirada, armazenamento e limpeza das formas, em geral este processo é executado em todas as obras o que muda é o grau de cuidado em que esta etapa e feita, tal estratégia depende muito mais do funcionário que a realiza do que qualquer outra coisa, estando correlacionado a qualidade da mão de obra, que em âmbito nacional sofre com esse aspecto.

Por fim o menos utilizado são os travamentos metálicos, o qual sua baixa utilização pode ser explicada pelo seu custo inicial, mas em contra partida é uma ótima estratégia para menor desgaste das formas.

A seguir temos, podemos observar no gráfico que todas as obras visitadas utilizavam de pelo menos uma estratégia para melhore reaproveitamento das formas de concreto armado, tendo em 33,33% das obras a utilização de duas estratégias e em 13,33% chegam a utilizar de três.



**Figure 22 – Gráfico de quantas estratégias são utilizadas.**  
Fonte: Silvestro, 2023.

## 5.4 DESTINAÇÃO

O estudo da destinação dos resíduos de madeira da construção civil, mostrou que os resíduos em grande parte são reutilizados ou doados para fazer fogo, em seguida vem o descarte na caçamba de entulho e por fim sem nenhum registro as atividades de reciclagem e queima em obra dos mesmos.

- 42,86% - Os resíduos são reutilizados;
- 38,10% - São doados para trabalhadores, vizinhos ou instituições para a realização de fogo para churrasco;
- 19,04% - São descartados nas caçambas de entulho;
- 0,00% - São queimados em obra;
- 0,00% - São reciclados.

A seguir, podemos observar o gráfico que expressa esses valores.



**Figure 23 – Gráfico do destino final dado aos resíduos.**  
Fonte: Silvestro, 2023.

Dentre as opções de destinação para os resíduos de madeira a mais aplicada é a reutilização, um exemplo de reutilização é a utilização da madeira como estacas, igual foi citado por um mestre de obras em uma das obras visitadas.

Em seguida vem a doação para trabalhadores, vizinhos ou instituições os quais usam estes resíduos para a queima, este processo deveria se ter um certo cuidado

que na prática não é realizado, a queima dos resíduos de madeira contaminados por exemplo, devido a tinta ou desmoldantes acaba sendo prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente pois como citado anteriormente no site do ministério do meio ambiente o mesmo emite gases tóxicos.

Com 19,04% vem o descarte na caçamba de entulhos que posteriormente chegara à empresa especializada a qual irá fazer a separação dos resíduos e em seguida a reciclagem dos mesmos.

Por fim, a queima e a reciclagem em obra não obtiveram dados. A reciclagem em obra não acontece pois ela é realizada posteriormente, e a queima em obra não chega ser realizada pois o resíduo ou é reutilizado, doado ou descartado antes que isso possa ocorrer.

## 6 CONCLUSÃO

O setor da construção civil no Brasil é amplamente vasto, tendo como exemplo a cidade de Francisco Beltrão – PR, local que foi realizado este estudo. Identificamos ao percorrer pelo município várias obras, sendo elas de construção, reformar ou até mesmo demolição, o que foi de fundamental ajuda para este estudo. Ao decorrer das visitas as 15 obras e a empresa de reciclagem de resíduos, muito conhecimento foi adquirido.

Foi identificado que os funcionários deste setor independente do cargo que ocupam, podendo ser eles pedreiros, carpinteiros, mestre de obras, engenheiros entre outros, todos tem a consciência e a preocupação com os resíduos provenientes da construção civil, tanto pelo fato econômico que a reutilização por exemplo dos resíduos de madeira beneficia, por ser necessário uma quantidade menor de material a ser comprado a cada nova obra, e tanto com a questões ambientais as quais os resíduos tanto afetam.

A destinação dos resíduos de madeira vem em sua grande maioria na reutilização deles, através do aproveitamento de formas de concreto armado por exemplo, no uso de tabuas para utilização como estacas entre outras aplicações. Tal reaproveitamento das formas está atrelado as táticas que a equipe utiliza para facilitar na hora de desenformar elas, havendo menor dano possível e além disso cuidado na sua limpeza e armazenamento para que seja possível aproveitar desde material máximo possível.

Algumas estratégias além dos cuidados citados acima, sendo ela a mais utilizada segundo a pesquisa de campo, são a utilização de pregos de duas cabeças seguido pelo uso de desmoldantes. Outro método que existe, mas ainda é pouco usado, são os escoramentos metálicos, talvez seu baixo índice de uso seja devido ao seu valor inicial. Podemos identificar a importância dessas estratégias pelos dados obtidos no trabalho, que apontam que todas as obras visitadas utilizam de pelo menos um método dos citados, tendo obras que chegar a fazer uso de até três deles.

Todos os métodos e estratégias utilizadas tem a função de aumentar a taxa de reutilização das formas de concreto, que algumas citações apontam valores entre 5 a 10 vezes, mas como visto anteriormente, apenas uma pequena parcela chegou a essa

taxa apontada em livros e artigos. O que pode explicar esse dado, seria possivelmente a qualidade da mão de obra, atrelado a qualidade dos matérias e produtos usados.

A destinação final dada aos resíduos de madeira, como já citado vem primeiramente na reutilização, seguido posteriormente pela doação dos mesmos a funcionários, vizinho ou instituições para a queima, a qual serve de fonte de calor para o famoso churrasco. Por fim a destinação menos dada a eles é descarte na caçamba de entulhos.

Concluindo então, que existe a viabilidade da separação adequada e reutilização da madeira na construção civil na cidade de Francisco Beltrão – PR, na verdade sua reutilização já esta presente no cotidiano das obras e sua separação não é inicialmente feita em obra pois os entulhos são despejados nas caçambas aleatoriamente e tudo forma misturada, mas ao chegar na empresa especializada na reciclagem os mesmos são separados e uma parcela deles que atendem a alguns critérios são reciclados.

## 7 REFERÊNCIAS

ABES, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Programa de pesquisa em saneamento básico**: Manual prático para a compostagem de bio sólidos, pp. 16, Rio de Janeiro RJ, 1999. [http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro\\_Compostagem.pdf](http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf).

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004/2004**: Resíduos sólidos: Classificação. NORMA BRASILEIRA, [S. l.], p. 01-71, 31 maio 2004. <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>.

ABREU, Paulo Henrique Fernandes de. **Formas de Aproveitamento dos Resíduos da Madeira**. Universidade Estadual de Maringá, [s. l.], 14 dez. 2005. [https://www.engwhere.com.br/empregueiros/formas\\_ aproveitamento\\_residuos\\_madeira.pdf](https://www.engwhere.com.br/empregueiros/formas_ aproveitamento_residuos_madeira.pdf).

AMORIM, Kelly. **Construção civil cresceu 74,25% nos últimos 20 anos, revela estudo do SindusCon-MG**. [S. l.], 11 ago. 2020. Disponível em: <http://www.quimicryl.com.br/construcao-civil-cresceu-7425-nos-ultimos-20-anos-revela-estudo-do-sinduscon-mg/>. Acesso em: 7 fev. 2023.

ANGNES, Juliane Sachser; ICHIKAWA, Elisa Yoshie. Feira agroecológica de Francisco Beltrão (Paraná). **Revista Organizações & Sociedade**, [s. l.], 1 dez. 2019. <https://www.scielo.br/j/osoc/a/RWRrjdDBnx8vxWYgkQzSStN/?format=pdf&lang=pt>.

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E; JOHN, V. M. Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil. In: **Seminário desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil - Materiais reciclados e suas aplicações**, 4., 2001, São Paulo. Anais... São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto. 2001. p. 43-56. <http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/rdc.pdf>.

ANPM BRASIL, Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira. **Guia Básico para Instalação de Pisos de Madeira**. [S. l.], 1 jan. 2020. Disponível em: <https://www.anpm.org.br/conheca-caracteristicas-da-madeira/>. Acesso em: 27 jun. 2023.

ARAÚJO, José Milton de. **Manual de Construção em Concreto**. Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), [s. l.], 1 jan. 2013. Disponível em: <https://concreteoconstrucoes.org.br/index.php/revista>. Acesso em: 25 jun. 2023.

BRASIL. CONAMA. **Resolução n.º 307**, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acessado em 13 fev. 2023.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305**, de 02 de agosto Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras

providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 ago. 2010. [http://www.https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)

BLUMENSCHNEIDER, R. N. **Manual técnico: gestão de resíduos sólidos em canteiros de obras**. Brasília: Sebrae-DF, 2007. <https://pt.scribd.com/document/163823103/Manual-Tecnico-Gestao-de-Residuos-Solidos-em-Canteiros-de-Obras>.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. São Paulo: Saraiva, 2001. <http://maratavarepsictics.pbworks.com/w/file/attach/74302802/FACHIN-Odilia-fundamentos-de-Metodologia.pdf>.

FRANCISCON, João. **Madeira na construção** [S. l.], 15 fev. 2021. Disponível em: <https://acoi.com.br/madeira-na-construcao/> Acesso em: 10 mar. 2023.

GOLDEMBERG, J.; BARBOSA, L. M. A legislação ambiental no Brasil e em São Paulo. **Revista Eco 21**, Rio de Janeiro, n.96, nov. 2004. Disponível em: <http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=954> Acesso em: 13 fev. 2023.

GONÇALVES, M. T. T. **Processamento da madeira**. Bauru: SP, 2000. 242 p. <https://koha.inpa.gov.br/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=7714>.

HOLDERBAUM, Mauricio. **Gestão de resíduos da construção civil: análise da cidade de Porto Alegre**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 1 dez. 2009. <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28552/000769486.pdf>.

IBGE - **Cidades**. [S. l.], 1 dez. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/francisco-beltrao/panorama>. Acesso em: 13 fev. 2023.

JOHN, V. M.; ÂNGULO, S.C. Metodologia para desenvolvimento de reciclagem de resíduos. **Utilização de Resíduos na Construção Habitacional**. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Coletânea Habitare. <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/134.pdf>.

JOHN, Vanderley Moacyr. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2010. 102p. Tese livre docência – Escola Politécnica, Universidade de SP. [https://ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV\\_Vanderley\\_John\\_-\\_Reciclagem\\_Residuos\\_Construcao\\_Civil.pdf](https://ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV_Vanderley_John_-_Reciclagem_Residuos_Construcao_Civil.pdf).

LEITE, Izabella Caroline de Almeida; DAMASCENO, João Luís Corrêa; REIS, Alexandre Magrineli dos; ALVIM, Marina. Gestão de resíduos na construção civil: um estudo em Belo Horizonte e região metropolitana. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil** Vol. 14 – nº 1 (2018), [s. l.], 7 out. 2017. <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/44439>.

LIMA, MARIA DAS GRAÇAS SILVA. PAISAGISMO NA ESCOLA. **UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL - UAB**, [s. l.], 1 maio 2012.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Curitiba: CREA-PR, 2009. [https://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos\\_web2012.pdf](https://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf).

METROFORM, Sistemas de Proteção. **Exemplos de usos de escoramento metálico e travamento**. [S. l.], 1 jan. 2021. Disponível em: <https://metroform.com.br/blog/exemplos-de-usos-de-escoramento-metalico-e-travamento/>. Acesso em: 27 jun. 2023.

MORAES, M. A. F. D. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio**. Cadeia: Madeira e Móveis. Nota Técnica Final. UNICAMP-IE-NEIT, Campinas, 2002. 102 p. <https://docplayer.com.br/15532983-Estudo-da-competitividade-de-cadeias-integradas-no-brasil-impactos-das-zonas-de-livre-comercio-cadeia-plasticos-nota-tecnica-final.html>.

MORAIS, SOBREIRA e LIMA. MORAIS, Gabriel Alves de Sampaio; SOBREIRA, Diogo Brito; LIMA, João Eustáquio de. **PADRÃO E DETERMINANTES DA INFRAESTRUTURA URBANA DAS MICRORREGIÕES BRASILEIRAS**. **Geosul**, [s. l.], 5 fev. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2018v33n66p262/36060>. Acesso em: 27 abr. 2023.

OKIMOTO, FERNANDO SÉRGIO. **ANÁLISE DA PERDA DE PROTENSÃO EM PONTES PROTENDIDAS DE MADEIRA**. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ESTRUTURAS, [s. l.], 1 jan. 2001. Disponível em: [https://www.academia.edu/84351318/An%C3%A1lise\\_da\\_perda\\_de\\_protens%C3%A3o\\_em\\_pontes\\_protendidas\\_de\\_madeira](https://www.academia.edu/84351318/An%C3%A1lise_da_perda_de_protens%C3%A3o_em_pontes_protendidas_de_madeira). Acesso em: 27 jun. 2023.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Departamento de Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1999. <http://casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>.

POTT, Crisla Maciel; ESTRELA, Carina Costa. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Dilemas ambientais e fronteiras do conhecimento II**, [s. l.], 1 abr. 2017. <https://www.scielo.br/j/ea/a/pL9zbDbZCwW68Z7PMF5fCdp/?format=pdf&lang=pt>.

QUIRINO, Waldir Ferreira. **Utilização Energética de Resíduos Vegetais**. Laboratório de Produtos Florestais - LPF/IBAMA (1988). Disponível no site: <<https://www.mundoflorestal.com.br/arquivos/aproveitamento.pdf>>. Acessado em fevereiro de 2023.

ROSENBERGER, Samara; BERNARDES, Flavio; CREA-PR. Crea. **Paraná gera quase 5,9 milhões de toneladas de entulho por ano**. [S. l.], 14 nov. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/especial-publicitario/crea-pr/engenharias-geociencias-e-voce/noticia/2019/11/14/parana-gera-quase-59-milhoes-de-toneladas-de-entulho-por-ano.ghtml>. Acesso em: 14 fev. 2023.

SILVA, Otavio Henrique Da; UMADA, Murilo Keith; POLASTRI, Paula; NETO, GenerosoDe Angelis; ANGELIS, BrunoLuiz Domingos De; MIOTTO, José Luiz. Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [s. l.], 1 jan. 2015. Disponível em: <http://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/20558/pdf>. Acesso em: 27 abr. 2023.

SILVA, Roberto Bernardo da; RODRIGUES, Evaldo Cesar Cavalcante; ZAU, Flavia Garcia; TRINDADE, Gabriela Pereira da. Panorama do projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil (PGRCC) – estudo de caso na construção do centro administrativo do distrito federal (CADF). In: **IV SINVEP Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade**. Anais do IV SINGEP – São Paulo – SP – Brasil – 08, 09 e 10 de novembro de 2015. <http://www.singep.org.br/4singep/resultado/656.pdf>.

SOUSA, Ana Cristina de Augusto. **A evolução da política ambiental no Brasil do século XX**. [S. l.], 1 abr. 2005. Disponível em: [http://www.achegas.net/numero/vinteeseis/ana\\_sousa\\_26.htm](http://www.achegas.net/numero/vinteeseis/ana_sousa_26.htm). Acesso em: 13 fev. 2023.

SOUSA, Rafaela. **Fontes alternativas de energia**. [S. l.], 3 out. 2022. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/fontes-alternativas-energia.htm#:~:text=Fontes%20alternativas%20de%20energia%20representam,impacto%20negativo%20no%20meio%20ambiente>. Acesso em: 27 jun. 2023.

SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V.; ANDRADE, A. C. De. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out./Dez. 2004. <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3573>.

VALADÃO, Matheus; PARDIM, Wellington. **A EVOLUÇÃO DO PREGO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Encontro de iniciação científica, [s. l.], 1 jan. 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/80579049-A-evolucao-do-prego-na-construcao-civil.html>. Acesso em: 27 jun. 2023.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint: reducing human impact on the earth**. Gabriola Island, Colúmbia Britânica-Canadá: New Society Publishers, 1996. 167 p. <https://faculty.washington.edu/stevehar/footprint.pdf>