

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
NÍVEL MESTRADO**

JOÃO HENRIQUE MOREIRA FURTADO

**MODELO PARA ESTIMAR O CONSUMO DE MADEIRA EM FORMAS DE
ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EM UNIDADES HABITACIONAIS
UNIFAMILIARES**

São Leopoldo

2023

JOÃO HENRIQUE MOREIRA FURTADO

**MODELO PARA ESTIMAR O CONSUMO DE MADEIRA EM FORMAS DE
ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EM UNIDADES HABITACIONAIS
UNIFAMILIARES**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientadora: Prof.^a Dra. Andrea Parisi Kern

São Leopoldo

2023

F992m

Furtado, João Henrique Moreira.

Modelo para estimar o consumo de madeira em formas de estrutura de concreto armado em unidades habitacionais unifamiliares / João Henrique Moreira Furtado – 2023.

123 f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, 2023.

“Orientadora: Prof.^a Dra. Andrea Parisi Kern.”

1. Construção civil. 2. Construção de madeira. 3. Construção de concreto armado. 4. Madeira serrada. 5. Habitação. I. Título.

CDU 624

JOÃO HENRIQUE MOREIRA FURTADO

**MODELO PARA ESTIMAR O CONSUMO DE MADEIRA EM FORMAS DE
ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EM UNIDADES HABITACIONAIS
UNIFAMILIARES**

Dissertação ou Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Aprovado em 27 de abril de 2023

BANCA EXAMINADORA

Dra. Andrea Parisi Kern – UNISINOS

Dr. Marco Aurélio Stumpf Gonzalez – UNISINOS

Dr. André Augusto Azevedo Montenegro Duarte – UFPA

AGRADECIMENTOS

Ao final desta longa caminhada (quatro anos e meio) encerra-se o maior desafio em minha vida. Agradeço primeiramente a Deus por ter colocado pessoas tão especiais na minha vida e por me manter de pé mesmo diante de momentos tão difíceis. Agradeço a minha orientadora Andrea Parisi Kern que desde o começo sempre esteve disponível e sempre me incentivou a continuar.

À minha esposa, que mesmo diante destes momentos mais difíceis sempre esteve ao meu lado e acreditando no meu potencial, tenho ao meu lado uma companheira e uma fonte de inspiração;

Ao meu pai, que nos deixou há dois anos, por sempre ser meu amigo e confidente e ter me ensinado viver a vida de uma forma mais leve e com mais amor;

À minha mãe, um exemplo de mãe, mulher forte, que sempre me inspirou a seguir meu caminho sem deixar meus valores de lado;

À minha família, por compreender minha ausência e distância que me coloquei para eu pudesse alcançar esse objetivo;

Aos meus tios, Nilson, Marcio e Milton que sempre foram esteios em minha vida desde meu nascimento até hoje;

Ao meu neurologista, Dr. Leandro Barbosa, que através de sua dedicação e carinho me tornou uma pessoa mais funcional, mesmo tendo TDAH.

Aos meus psicólogos Vinicius Silva e Lara d' Almeida, que me proporcionaram condições mentais saudáveis para vencer cada um dos desafios desta longa jornada.

“Eu, que sempre tive o que dizer
Hoje, ouço em silêncio
Levei tempo pra entender
Que só o tempo
Apenas o tempo nos ensina a viver”

(CHAVES, 2015)

RESUMO

A madeira tem grande relevância na geração de resíduos de construção, por ser um elemento de uso temporário. O conhecimento do parâmetro de consumo de madeira é de extrema importância ao uso racional do material, tanto do ponto de vista do construtor, por questões financeiras, ou pelo ponto de vista ambiental. Este trabalho tem como objetivo propor um modelo para estimar o consumo de madeira utilizada como forma de estruturas de concreto armado em obras residências isoladas, considerando o uso de tábuas de madeira serrada. Foi realizado a partir de dados de projetos arquitetônico e estrutural de casas residenciais, que foram analisados por regressão linear, gerando uma equação que expressa a quantidade de madeira necessária à confecção de formas, utilizando como variáveis área construída, altura da edificação e comprimento da platibanda. O modelo proposto foi elaborado em planilha eletrônica e expressa o consumo da madeira para cada elemento, considerando diferentes unidades de informação (área ou tábuas) e diferentes taxas de reuso. Os resultados indicam que em média o consumo de madeira (m^2) em relação à área construída (m^2) é de $2,00m^2/m^2$. Do total, em média, 43% são consumidos para formas de pilares, 24% para vigas de baldrame e 33% para vigas em geral.

Palavras-chave: construção, consumo de madeira, forma de madeira

ABSTRACT

Wood has great relevance in the generation of construction waste because it is an element of temporary use. The knowledge of the wood consumption parameter is of extreme importance to the rational use of the material, both from the constructor's point of view, for financial issues, or from the environmental point of view. This work aims to propose a model to estimate the consumption of wood used as a form of reinforced concrete structures in isolated residential constructions, considering the use of sawn wood boards. It was done from data from architectural and structural projects of residential houses, which were analyzed by linear regression, generating an equation that expresses the amount of wood needed to make forms, using as variables built area, building height and verge length. The proposed model was elaborated in an electronic spreadsheet and expresses the wood consumption for each element, considering different information units (area or boards) and different reuse rates. The results indicate that on average the wood consumption (m^2) in relation to the built area (m^2) is $2.00m^2/m^2$. Of the total, on average, 43% is consumed for column forms, 24% for baldran beams and 33% for beams in general.

Key-words: construction, wood consumption, wood formwork

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Unidades habitacionais financiadas com SBPE	22
Figura 2 - Gráfico de unidades habitacionais financiadas na modalidade CRMCA por instituição financeira	23
Figura 3 - As dez Áreas Protegidas com mais Ameaça	32
Figura 4 - Esquema genérico do fluxograma de produção de elementos de concreto	34
Figura 5 - Esquema da produção de estrutura de concreto armado moldado in loco	35
Figura 6 - Esquemas de corte das toras de madeira.....	36
Figura 7 - Sistema tradicional de formas de madeira para vigas e lajes em concreto	36
Figura 8 – Sistema de formas adotado para estimativa de consumo.....	39
Figura 9 - Delineamento da Pesquisa	42
Figura 10 – Sistema de forma de pilar considerado pela composição SINAPI	48
Figura 11 – Sistema de forma de viga considerada pela composição SINAPI.....	48
Figura 12 – Sistema de escora considerada pela composição SINAPI.....	48
Figura 13 – Fotos da UH03 obra concluída.....	51
Figura 14 – Fotos da UH91 com obra em andamento	52
Figura 15 – Fotos dos projetos da UH103.....	51
Figura 16 – Gráfico dos dados eliminados na triagem	53
Figura 17 – Exemplo de projeto estrutural eliminado	53
Figura 18 – Exemplo de projeto arquitetônico eliminado.....	53
Figura 19 – Poço de luz da UH1	55
Figura 20 – Corte da UH1	55
Figura 21 – Plantas de Forma do Edifício 1	55
Figura 22 – Construção de da estrutura complementar na UH01	56
Figura 23 – Cortes estrutura e arquitetura	56
Figura 24 – Estrutura e resultados de consumo de formas da UH58 no TQS	57

- Figura 25 – Estrutura e resultados de consumo de formas da UH122 no TQS57
- Figura 26 – Estrutura e resultados de consumo de formas da UH131 no TQS ... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 27 – Estrutura e resultados de consumo de formas da UH84 no TQS58
- Figura 28 – Estrutura e resultados de consumo de formas da UH91 no TQS58
- Figura 29 – Amostras e variáveis após o tratamento estatístico60
- Figura 30 - Gráfico boxplot da variável dependente (área de forma)62
- Figura 31 - Gráfico de probabilidade normal Q-Q plot para área de forma **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 32 – Gráfico normal sem tendência da variável área de forma **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 33 – Gráfico de dispersão da variável área construída**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 34 - Gráfico de dispersão da variável altura do edifício.....**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 35 - Gráfico de dispersão da variável comprimento da platibanda..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 36 – Histograma de normalidade dos resíduos.**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 37 - Gráfico de dispersão dos resíduos padronizados**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 38 – Planilha eletrônica para quantificar a quantidade de peças de madeira 73
- Figura 39 – Gráfico comparativo de indicadores de consumo (m^3/m^2)..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 40 – Gráfico comparativo de área construída (m^2).....**Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais características do financiamento habitacional mundial.....	21
Tabela 2 – Usos da madeira na construção civil.....	29
Tabela 3 - Uso de madeira amazônica no Estado de São Paulo em 2001	30
Tabela 4 - Vantagens e desvantagens do uso da madeira	30
Tabela 5 – Dimensões das peças de madeira serrada	31
Tabela 6 - Taxas de geração de resíduos de madeira de construções de edifícios residenciais verticais	37
Tabela 7 - Taxas de geração de resíduos de madeira de forma de construções de edifícios residenciais verticais	38
Tabela 8 – Definição dos elementos para quantificação dos consumos dos materiais	39
Tabela 9 – Definição dos elementos para quantificação dos consumos dos materiais	40
Tabela 10 - Consumo de forma em m ³ por área construída (m ²)	41
Tabela 11 – Faixas dos dados sorteados.....	54
Tabela 12 - Estatística descritiva da amostra.....	61
Tabela 13 - Teste de normalidade da variável dependente (área de forma).....	62
Tabela 14 - Valores de correlação Pearson entre as variáveis independentes....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 15 - Resumo do Modelo	Erro! Indicador não definido.
Tabela 16 – Análise de Variância (ANOVA).....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 17 - Estatísticas de resíduos	67
Tabela 18 – Coeficientes do Modelo	Erro! Indicador não definido.
Tabela 19 - Comparação de forma do TQS com o resultado da equação	Erro! Indicador não definido.
Tabela 20 - Relação do quantitativo de forma do TQS por elemento..	Erro! Indicador não definido.
Tabela 21 – Composições orçamentárias adotadas para quantificação	Erro! Indicador não definido.

Tabela 22 – Indicadores de consumo de forma por área construída (m²)..... **Erro!**
Indicador não definido.

LISTA DE SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABECIP	Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CRMCA	Construção, Reforma, Melhoria e Conclusão, com ou sem Ampliação
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
IBA	Indústria Brasileira de Árvores
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PIB	Produto Interno Bruto
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua
RCC	Resíduos de Construção Civil
RCD	Resíduo de Construção e Demolição
RSU	Resíduo Sólido Urbano
SBPE	Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo
SFH	Sistema Financeiro Habitacional
UH	Unidade Habitacional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	TEMA	18
2.1	DELIMITAÇÃO DO TEMA	18
2.2	PROBLEMA	19
2.3	OBJETIVOS.....	19
2.3.1	Objetivo geral	19
2.3.2	Objetivos específicos	19
3	CONSTRUÇÃO CIVIL: UNIDADES HABITACIONAIS	21
3.1	FINANCIAMENTO HABITACIONAL	21
3.2	SISTEMA DE GESTÃO E PRODUÇÃO	23
3.3	SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL	25
3.4	A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	27
3.4.1	Madeira serrada	31
3.4.2	Os impactos do uso	32
3.5	SISTEMA DE FORMA PARA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO.....	33
3.6	CONSUMO DE MADEIRA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS	37
3.6.1	Edificações Residenciais Verticais	37
3.6.2	Edificações Residenciais Horizontais Isoladas	38
4	METODOLOGIA	42
4.1	COLETA DE DADOS	42
4.2	TRIAGEM DOS DADOS	43
4.2.1	Levantamento prévio e seleção dos dados	43
4.3	LEVANTAMENTO DOS DADOS	44
4.3.1	Variável dependente	44
4.3.2	Variáveis independentes	45
4.4	TRATAMENTO DOS DADOS: EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	46

4.5	VALIDAÇÃO DA EQUAÇÃO.....	47
4.6	PROPOSTA DE MODELO PARA ESTIMA CONSUMO DE PEÇAS PARA EXECUÇÃO DE FORMAS.....	49
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	51
5.1	COLETA DOS DADOS	51
5.2	TRIAGEM DOS DADOS	52
5.3	ORGANIZAÇÃO E SELEÇÃO DOS DADOS.....	54
5.4	LEVANTAMENTOS DA QUANTIDADE DE FORMAS PELO TQS.....	54
5.5	TRATAMENTO DOS DADOS POR REGRESSÃO	59
5.5.1	Análise descritivas dos dados.....	60
5.5.2	Análise da variável dependente.....	61
5.5.3	Análise das variáveis independentes.....	63
5.5.4	Análise de regressão.....	66
5.6	VALIDAÇÃO DA EQUAÇÃO: COMPARAÇÃO ENTRE RESULTADOS...69	
5.7	PROPOSTA DO MODELO PARA ESTIMATIVA DO CONSUMO DE MADERIA PARA FORMAS.....	70
5.8	MODELO PARA ESTIMATIVA PEÇAS DE MADEIRA	71
6	DISCUSSÃO.....	74
7	CONCLUSÃO.....	77
8	SUGESTÃO DE PARA TRABALHOS FUTUROS	78
	REFERÊNCIAS.....	79
	APÊNDICE A – LEVANTAMENTO PRÉVIO DOS DADOS	86
	APÊNDICE B – DADOS SELECIONADOS POR FAIXA DE ÁREA	87
	APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DE CONSUMO DE FORMA TQS	88
	APÊNDICE D – MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS CONSUMOS (SINAPI)	89
	ANEXO A – QUANTITATIVOS DE FORMAS DO TQS.....	90
	ANEXO B – PROJETOS DAS UNIDADES HABITACIONAIS	94

1 INTRODUÇÃO

A Construção Civil é uma atividade industrial que possui um papel muito importante, principalmente no Brasil, atuando direta e indiretamente no cenário socioeconômico. Sua amplitude fica evidente conforme demonstram os números: grande participação no PIB, geração de emprego, mercado imobiliário, mercado de serviços, infraestrutura das cidades e combate ao déficit habitacional.

Embora em constante retração desde 2000, a representatividade da Construção Civil no PIB nacional apresentou alta de 9,7% em 2021 em relação ao ano anterior. Em 2000 a Construção Civil tinha participação de 7% do PIB e no contexto geral vem em constante queda, sendo no ano de 2021 a taxa de apenas 2,6% (IBGE, 2021).

De 2012 a 2020 a construção civil foi responsável pela ocupação de aproximadamente 7,1 milhões de pessoas anualmente. Embora em queda nos últimos quatro anos, média de 6,5 milhões por ano, o setor ainda represente número expressivo na empregabilidade (CBIC, 2022).

O Brasil registrou em 2019 um déficit habitacional aproximadamente de 5,87 milhões, com média de crescimento de 1,3% ao ano, no período de 2016 a 2019. O déficit tem 52% de pessoas morando com ônus do aluguel que compromete mais de 30% da renda familiar, 25% em habitação precária e 23% de coabitação (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021). O programa habitacional Minha Casa Minha Vida teve um papel importante para o combate do déficit habitacional, de 2009 a 2018 o programa contratou a construção de 5.567.032 habitações. Foi responsável por grandes avanços de procedimentos ao segmento de habitação de interesse social, redução de burocracia e avanços tecnológicos em novos materiais (CEBIC, 2019).

Em relação à questão ambiental, a construção civil é tem grande participação nas emissões globais de gases de efeito estufa, utiliza 2% de toda água doce e é responsável por 40% do volume de resíduos sólidos. Sendo assim o setor passa a ser alvo na busca de medidas que tornem a utilização de recursos naturais de forma mais eficiente (RODE *et al.*, 2011).

Na Europa muitos países têm se preocupado com a quantidade de dióxido de carbono emitida chegando a adotar medidas legais, e já é possível observar a substituição de materiais estruturais convencionais de concreto e aço por madeira (JONSSON, 2009).

A geração de resíduos na execução de obras novas e principalmente na fase de demolição é um fator muito preocupante nas áreas urbanas, pela grande quantidade de resíduos gerada, tendo em vista o alto índice de perdas e desperdícios decorrentes de processos construtivos obsoletos, poucos industrializados, ainda preponderante em muitos canteiros. Estes impactos ambientais ocorrem em grande parte pelas decisões tomadas em fase de projeto, como localização, requisitos do produto a ser construído, arquitetura e especificação dos materiais e componentes (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Existe numerosa quantidade de leis, regulamentações e certificações que devem ser seguidos visando à minimização desses impactos. Apesar de dificuldades, as empresas de maior porte, ou melhor estrutura gerencial da construção possuem capacidade para esse atendimento. Por outro lado, por contar com número reduzido de profissionais, e outros entraves, as pequenas empresas, que são muitas em número, acabam não atendendo a implementação de práticas necessárias para a gestão ambiental, e esses problemas se tornam recorrentes (BIANCO, 2012).

Uma importante regulamentação nacional voltada à construção é a RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Resíduo sólido pode ser definido como um material sólido com baixo valor econômico, onde o descarte é mais barato que seu uso (PICHTEL, 1957). Os Resíduos da Construção Civil (RCC):

“são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha” (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (BRASIL), 2002).

O Resíduo de Construção Civil (RCC) ou Resíduo de Construção e Demolição (RCD) pode ser denominado como entulho. O entulho é constituído de restos de praticamente todos os materiais de construção (argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas etc.). No entanto a maior fração de sua massa é formada por material não mineral (madeira, papel, plásticos, metais e matéria orgânica). (ZORDAN, 1997).

Segundo a PNAD, pesquisa realizada pelo IBGE, a coleta de lixo teve um aumento relevante de 82,7% (2016) para 84,4% (2019) restando 15,6% da quantidade do lixo distribuída nas modalidades: caçamba de serviço de limpeza (7,0%), queima de lixo na propriedade (7,4%) e outro destino (1,2%) (IBGE, 2019). No ano de 2020 no Brasil foram coletadas pelos municípios aproximadamente 47 milhões de toneladas de RCD, aumento de 5,5% em relação ao ano anterior. Embora a região Sudeste seja responsável por 52% da quantidade coletada no país, 221,2 kg por habitante/ano, o Centro-Oeste lidera a quantidade per capita 319 kg por habitante/ano. Na região Norte a publicação de 2021 apresentou 97,09 kg por habitante/ano, 2,67% de aumento em comparação a publicação anterior referente ao ano de 2019 que apresentou 94,5 kg por habitante/ano (ABRELPE, 2020) e (ABRELPE, 2021).

Em bora muito comum, a prática do “bota fora”, é proibida pela Resolução nº 307 depositar RCD em áreas de encosta, terrenos baldios e demais áreas protegidas por lei. Essa prática pode ser a maior causadora dos impactos ambientais pois o RCDR pode acabar causando obstrução em vias, corpos d’água e degradando o meio ambiente. O impacto secundário desta prática é ônus para remoção e recuperação dos locais atingidos (GEHRKE, 2012).

Desde o início do vigor da Resolução 307, do CONAMA, era esperado que dentro do prazo de um ano o setor privado e o setor público providenciassem as medidas necessárias para seu devido enquadramento. As ações por parte dos municípios e órgãos sociais foram pífias, e mesmo assim, foram responsáveis por diversos conflitos de interesses (VEIGA, 2007).

Porém, por mais que a Construção Civil tenha grande importância no desenvolvimento econômico e social de um país, é responsável por significativos impactos ao meio ambiente, consumindo recursos naturais, modificando a paisagem e gerando grande parte de resíduos. Esta dualidade traz um grande desafio: O desenvolvimento da Construção Civil em harmonia com a redução de danos ambientais, ou seja, um desenvolvimento sustentável. Questões culturais e de conscientização acabam sendo os grandes responsáveis por este dilema (PINTO, 2005).

Embora a reciclagem e o reaproveitamento seja tecnicamente e ambientalmente viável é preciso que haja o investimento em pesquisas para sua consolidação. A resolução 307 do CONAMA adotou como foco da gestão do RCD a

prevenção da geração. Para a prevenção e redução dos desperdícios nas construções, a conscientização dos grandes e pequenos construtores é de fundamental importância para redução dos impactos ambientais. Através de pesquisas de diversos tipos de construção, inclusive as informais, é possível se obter consistentes índices de perdas. Estes índices são fundamentais para a gestão sustentável do RCD. (DE AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006).

2 TEMA

A madeira, material de construção alvo deste estudo, tem grande relevância na geração de resíduos sólidos. A madeira está inserida na Classe B, “resíduos recicláveis para outras destinações” e tem maior parte do uso de forma temporária, na confecção do sistema de formas de concreto, sistemas de proteção e instalações provisórias no canteiro de obras. Seu uso não possui planejamento e tampouco racionamento, gerando grande volume de resíduo ao final das obras.

O principal gerador de resíduos de madeira no canteiro de obras é a forma e escoramento empregados nas construções de concreto armado. A reutilização do conjunto de formas é drasticamente reduzida na prática, quando comparamos a quantidade teórica de reuso, quebras na desforma e armazenamento inadequado tornam o material, a madeira, precocemente resíduo (LU *et al.*, 2011). Em obras menores, como nas residenciais isoladas, toda madeira empregada vira resíduo. A percepção da madeira com material de baixo valor agregado, falta de interesse dos envolvidos na construção na reutilização ou outra destinação também corroboram para o seu total descarte (PUNHAGUI *et al.*, 2022).

Sendo assim, esse trabalho tem como objetivo propor uma ferramenta com a capacidade de estimar o consumo de madeira como forma, para de estruturas de concreto armado, em obras residências isoladas. Trata-se de um segmento de grande volume de construção, que possui como características baixo grau de industrialização e predominância de construção convencional. Segundo a CBIC (2022), nos últimos 20 anos dos 6,3 milhões de imóveis financiados através do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE), 55% foram no regime de construção ou reforma, onde o proponente é responsável pela gestão de sua própria obra.

2.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O objeto de estudo deste trabalho se restringe à construção de imóveis residências unifamiliares horizontais com até dois pavimentos, propostos para construção em terrenos isolados ou em condomínios residenciais, com a utilização de sistema construtivo conhecido como tradicional, composto por alvenaria de vedação e estrutura independentes de elementos de concreto armado moldado no local.

2.2 PROBLEMA

A quantificação do consumo de madeira para a execução de formas é se torna uma tarefa complexa por diferentes fatores, tais como pela dificuldade de cálculo da área de forma propriamente dita, ou pela variedade de unidades com que se trabalha com madeira, que pode ser por unidade (tábuas, chapas), comprimento (m), área (m^2) ou volume (m^3).

Porém, o conhecimento do parâmetro de consumo é de extrema importância ao uso racional do material, tanto do ponto de vista do construtor, por questões financeiras, ou pelo ponto de vista ambiental, tendo em vista que se trata de um recurso natural de uso temporário – quanto maior a racionalização, menor o impacto ao meio ambiente.

Assim, a questão de pesquisa que orientou esse trabalho, partiu do segmento investigado e a prática de uso de tábuas serradas consiste em “qual a quantidade necessária de madeira para a confecção de formas para a construção de residências unifamiliares com sistema construtivo convencional?” Considerando práticas de reuso do material, a questão de pesquisa secundária consistiu em “qual o impacto do reuso das formas na quantidade de material necessário?”

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo geral

Propor um modelo para estimar o consumo de madeira utilizada como forma de estruturas de concreto armado em obras residências isoladas.

2.3.2 Objetivos específicos

- Levantar o quantitativo teórico de consumo de madeira necessário à confecção de formas de elementos de concreto a partir de projetos (arquitetônico e estrutural) de casas;
- Analisar características de projeto que possam influenciar no consumo de madeira;
- Correlacionar as variáveis com a quantidade de madeira estimado;

- Relacionar o consumo teórico obtido pela equação de regressão com uma composição orçamentária oficial.
- Estabelecer um modelo matemático capaz de prever o consumo de forma de madeira;

3 CONSTRUÇÃO CIVIL: UNIDADES HABITACIONAIS

A construção civil em 2022 gerou 194.444 postos de trabalho (formal), 8,42% em relação a 2021, só a construção de edifícios foi responsável por 84.878 (43,6%) novas vagas, seguido pelos serviços especializados para a Construção, com 80.486 (41,4%) e 29.080 (15%) por obras de infraestrutura (CBIC, 2023).

3.1 FINANCIAMENTO HABITACIONAL

O sonho da casa própria seria praticamente impossível no Brasil se não fosse o financiamento imobiliário habitacional, o alto custo dos imóveis torna imprescindível o acesso de fontes geradoras de créditos, a aquisição de um imóvel é constituída como o maior ou no único grande investimento realizado durante toda a vida de um indivíduo (PINTO, 2016).

Tabela 1 - Principais características do financiamento habitacional mundial.

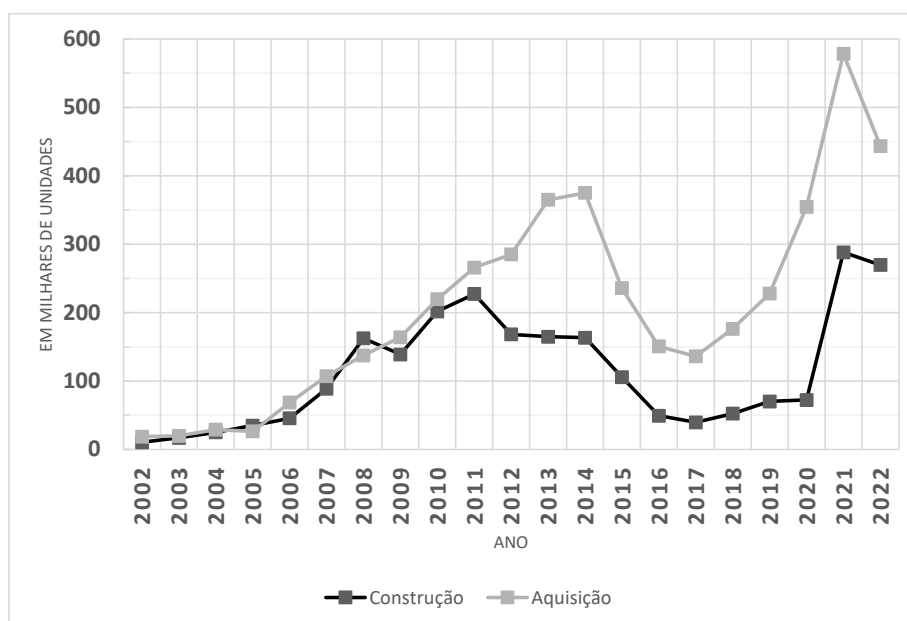
Requisitos	Chile	Coreia do sul	Espanha	EUA	Brasil
Fonte de recursos	renda das famílias através da transferência de recursos: de governo, companhias de seguro de vida e fundos de pensão.	operações: lançamento de títulos de habitação nacional, empréstimos orçamentários e hipotecas.	bancos e caixas de poupança; cooperativas e entidades específicas de crédito hipotecário.	agências de regulamentação de hipotecas, com o objetivo de atrair novos investidores e recursos financeiros.	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), ou o Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE).
Taxas de juros (12/2017)	2,50%	1,50%	Não se aplica	1,50%	7,00%
Prazo do Financiamento	30 anos	10-19 anos (carência: 1-3)	30 anos	30 anos	30 anos
Déficit habitacional	Redução pelo crescimento econômico e à expansão do crédito imobiliário. (9,9% em 1992)	não registra	não registra	não registra	6,068 milhões de famílias em 2014

Fonte: adaptado de (SILVA; JÚNIOR, 2022)

Na Tabela 1 é observado o mercado imobiliário em comparação com outros países. O Brasil é o país com a maior taxa de juros nos financiamento habitacional, mesmo possuindo uma situação financeira estável como os demais deste estudo (SILVA; JÚNIOR, 2022).

Segundo a Caixa Econômica Federal (2022) o SFH – Sistema Financeiro de Habitação, criado pela lei 4.380/64, regulamenta o financiamento imobiliário no Brasil, estabelecendo para as operações de crédito a utilização dos recursos do SBPE e FGTS. Nos últimos 20 anos foram financiadas mais de 6,8 milhões de unidades habitacionais, 35% (2,4 milhões) através da modalidade de CRMCA - Construção, Reforma, Melhoria e Conclusão, com ou sem Ampliação (ABECIP, 2023). Na Figura 1 é observada a comparação da quantidade de unidades habitacionais financiadas com recurso do SBPE entre a modalidade de aquisição (imóvel pronto) e a modalidade de construção, reforma, melhoria e conclusão. Em 2021 ambas as modalidades atingiram recorde histórico, 578.285 para aquisição e 288.046 para CRMCA.

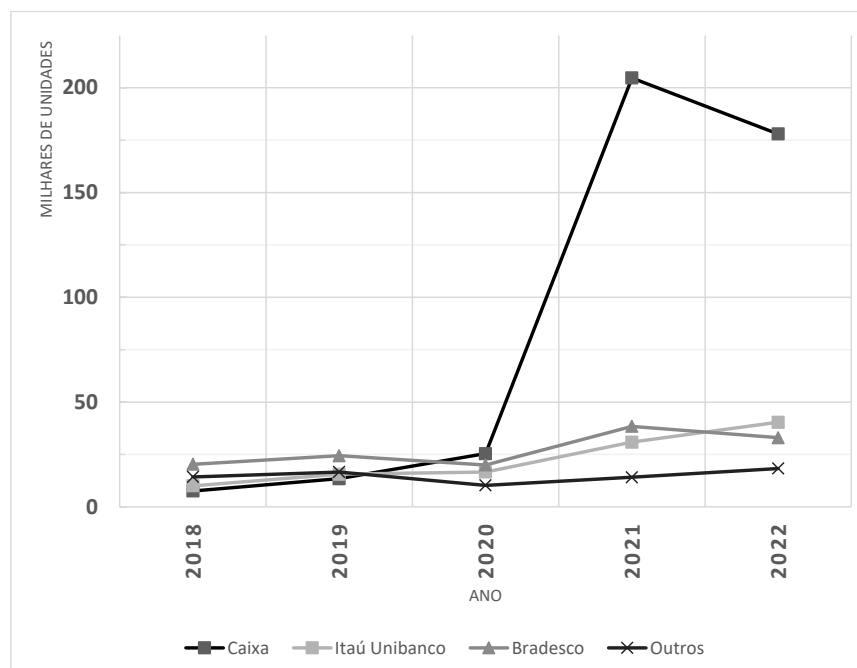
Figura 1 – Unidades habitacionais financiadas com SBPE



Adaptado de ABECIP, 2023

No mercado de financiamento habitacional, na modalidade CRMCA, três instituições financeiras foram responsáveis por 93% das unidades, a Caixa Econômica Federal (66%), Itaú Unibanco (15%) e Bradesco (12%). Na Figura 2 é observado que nos últimos dois anos a Caixa teve um crescimento exponencial em relação aos anos anteriores, 800% de aumento de unidades de 2020 para 2021.

Figura 2 - Gráfico de unidades habitacionais financiadas na modalidade CRMCA por instituição financeira



Adaptado de ABECIP, 2023

Através de seus normativos a Caixa Econômica Federal define como um sistema construtivo convencional:

sistema construtivo, executado por processos tradicionais no país e nos quais os componentes e os materiais são conformes às normas técnicas brasileiras elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro - de acordo com diretrizes e critérios determinados por este Conselho, em sua Resolução nº 01/92 (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2023).

Embora a Caixa Econômica Considere convencional qualquer sistema construtivo preconizado pelas normas vigentes, o que se observa no Brasil, principalmente em obras residenciais isoladas e populares é a utilização do sistema construtivo com estrutura de concreto armado, moldado in-locu, e alvenaria de vedação com blocos cerâmicos.

3.2 SISTEMA DE GESTÃO E PRODUÇÃO

O cenário da construção civil no Brasil pode ser caracterizado pelo sistema produtivo, gestão, produto e cliente. Para Cardoso e Freschi (2022) a produção de morarias no Brasil é dividida em quatro tipos de construção civil:

- **Construção tradicional:** a maioria dos elementos são produzidos no canteiro de obras, através do processamento de materiais naturais (areia, pedra, argila, madeira etc.), de forma artesanal. Tipo construtivo com uso intenso de mão de obra e atualmente raro.
- **Construção convencional:** os elementos são produzidos através de insumos industrializados para a construção civil. Tipo construtivo com uso intenso de mão obra, porém com discreto auxílio de máquinas, equipamentos e elementos pré-fabricados.
- **Construção convencional racionalizada/racionalizada:** os elementos são produzidos através de projeto e procedimentos que visam aumento eficácia em comparação à construção convencional, com redução das perdas e desperdícios. Por exemplo o uso de formas de madeira racionalizadas para estruturas de concreto armado no local, elas são projetadas e tem seu consumo reduzido através da reutilização. Uso intenso de mão de obra, porém com mais qualificada. Maior emprego de componentes pré-fabricados e industrializados, como: aço cortado/ dobrado, *drywall*, argamassas e revestimentos. Mecanização mais presente com uso de concreto usinado e bombeado, ferramentas elétricas e hidráulicas. O uso de andaimes tubulares e locação de instalações provisórias (containers) aumentam a segurança e ergonomia deste tipo.
- **Construção industrializada:** os principais elementos são produzidos fora do canteiro, tipologia baseada predominantemente nas operações de montagem. Redução significativa de mão de obra e intenso uso de equipamentos. Alta produtividade e velocidade de execução.

Segundo Cardoso e Freschi (2022) as moradias no país são construídas predominantemente com o tipo convencional, e a convencional racionalizada apenas em grandes centros entre as principais empresas do setor. No estado de Rondônia a tipologia convencional é a mais observada, principalmente nas obras residenciais populares isoladas.

Para Abiko *et al.* (2003) a produção de unidades habitacionais no Brasil é segmentada através da associação do estilo da gestão, do tipo do produto e o cliente a ser atendido, são eles:

- **Produção própria/ preço de custo:** individualizada, formal, alto padrão, construção por administração, venda a preço de custo ou mercado;
- **Produção privada imobiliária:** condomínio, incorporação, construção e venda a preço fechado, no mercado imobiliário;
- **Produção e gestão estatal:** o estado é o gestor da produção ou gestor do financiamento à produção ou aquisição, com objetivos sociais;
- **Autoconstrução/autogestão:** construção de baixa renda para uso próprio ou para venda; construção individualizada (formal ou informal), realizada por familiares ou por mão de obra pouco qualificada.

Para Bonduki, 1994 a autoconstrução é caracterizada por ser edificada pela gerência direta do seu proprietário e morador, desde da escolha do terreno (ocupação ou compra) e define, sem apoio técnico, os trâmites da construção, compra dos materiais e contratação da mão de obra (informal).

Através de entrevistas com proponentes de construções populares financiadas, foi obtida informações que os responsáveis técnicos não ofereceram o apoio técnico e nem acompanhamento necessário na construção. Grande parte informou que realizou a contratação apenas dos projetos. Embora as instituições de financiamento exijam a emissão de ART e RRT de execução, é possível que os emissores não tenham participação efetiva na obra.

Sendo assim pode-se afirmar que a construção unidades habitacionais populares financiadas é realizada de certa forma por autogestão como foi definido por Abiko *et al.* (2003). A única divergência em relação a definição feita por Bonduki, 1994 é no “apoio técnico”, já que os trâmites formais de financiamento obrigam a apresentação do projeto legal. Embora apenas do projeto legal seja insuficiente para todo o processo de uma construção, não deixa de ser uma ferramenta técnica.

3.3 SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL

A construção civil brasileira é um dos poucos grandes setores que a industrialização não foi amplamente implementada, o país possui um dos menores usos de tecnologias como Big Data, Inteligência Artificial e modelagem 3D (IDC,

2020). A alta carga tributária do Brasil é uma das principais causas do aumento do custo das tecnologias industrializadas, tornando mais viável a utilização de sistemas construtivos tradicionais. Por exemplo, sistemas construtivos com uso de estruturas de aço e concreto pré-moldado são significativamente mais altos que estruturas de concreto armado moldado no local (CARDOSO; FRESCHI, 2022). A industrialização é um fator a ser considerado no setor da construção civil, embora tenha sido popularizado pelas mídias sistemas construtivos com uso de pré fabricação para o atendimento de mandas da COVID-19, essa tecnologia se demonstra arcaica com poucos avanços tecnológicos e com potencial em ganhos de execução com pouca exploração (VIANA, 2021).

No Brasil o sistema construtivo tido como convencional, alvenaria convencional, é caracterizado pelo uso de blocos cerâmicos com função de única de vedação. Neste sistema as cargas são totalmente absorvidas pela laje, vigas, pilares e finalmente à fundação. Os blocos(tijolos) são assentados com argamassa e depois revestidos com chapisco, emboço e reboco. A consolidação desta técnica Brasil embora possibilite a construção de diversos tipos de edificações ela usa recursos não renováveis para sua construção.

A alvenaria é um elemento monolítico vertical, formado pela união de blocos(tijolos) com elemento de ligação (argamassa de assentamento), que tem a função de dividir os ambientes além de isolá-los de intempéries e ruídos. É um sistema caracterizado pelo elevado índice de quebras, retrabalho, desperdícios, falta de padronização e de compatibilização com os demais projetos consequentemente acabam comprometendo o desempenho (SALGADO, 2018).

Desde o século XVIII, por influência dos imigrantes europeus, tem se conhecimento da utilização do sistema construtivo com blocos cerâmicos (tijolo) queimado no Brasil. Esse sistema foi consolidado por atender as demandas de conforto térmico em todas as estações do ano, no país. Entretanto o desperdício de material por variar de 15% a 30% segundos estudos. A utilização de formas de madeira para construção dos elementos estruturais que são descartadas depois do uso, aplicação de chapiscos e instalações. A permanência deste sistema construtivo se deve graças à baixa qualidade e baixo preço da mão de obra da construção civil, que exerce um papel compensador para desemprego no país (CAMPOS; LARA, 2012).

A ABNT NBR 8445 (1984), norma que trata sobre a execução de alvenaria de vedação (sem função estrutural) com uso de blocos cerâmicos, para as obras com estrutura de concreto armado a alvenaria deve ser interrompida abaixo dos elementos estruturais (vigas ou lajes). A ligação entre a alvenaria e a estrutura deve ser realizada através de materiais e componentes específicos. este espaço dever ser preenchido com o uso de argamassa com expansor ou encunhamento. A mesma norma ainda prevê, para os casos que não exijam a estrutura de concreto armado, o uso da cinta de amarração apoiada na alvenaria. Cinta é um “componente estrutural apoiado continuamente sobre a parede, com a função de travamento, amarração e distribuição de cargas”. Essa prática pode trazer inúmeras manifestações patológica para a edificação, a razão é a incompatibilidade das deformações da estrutura em comparação com a capacidade de acomodar deformações e a resistência das paredes de vedação, pois a única forma encontrada para o alívio destas tensões se dá através de trincas e fissuras (SABBATINI; FRANCO; BARROS, 2020)

A utilização da alvenaria como parte do sistema de forma na maioria das vezes causa uma redução na seção dos elementos estruturais, não prevista em projeto, pois os elementos tendem a acompanhar a dimensão da alvenaria. Outro agravante é que interação da estrutura com a alvenaria degrada severamente o desempenho da alvenaria de vedação(MONTES; SANTOS; CAVALCANTE, 2020).

3.4 A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil foi a atividade mais demandante de produtos de madeira no ano de 2.020, 27% da produção. Estão compreendidos nesta quantidade desdobramento de madeira, estruturas de madeira e produtos de carpintaria para construção (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2021). A madeira é empregada em larga escala na construção civil, nos mais diversos tipos de obras: residências, edifícios, pontes, viadutos, escolas, hospitais e demais obras institucionais. A construção civil é o setor responsável pelo maior consumo de madeira tropical nativa, na produção de: estruturas de telhado, formas e escoramento de estruturas de concreto, esquadrias e pisos (ADEODATO *et al.*, 2011). Para Zenid (2009) os produtos de madeira utilizados na construção civil tem variação em sua apresentação e grau de processamento (industrialização), são adotadas desde a forma bruta como

a madeira roliça até peças de madeira obtidas através de processos industriais com tratamento químico.

- **Madeira roliça:** madeira com menor grau de processamento. Obtida através de um seguimento do fuste da árvore. Apresentadas em formato de varas e na maioria dos casos ainda com casca. São utilizadas na forma temporária para cimbramento e construção de andaimes. De forma permanente em estruturas de telhados rústicos e em maiores diâmetros como poste de rede elétrica.
- **Madeira serrada:** produzida em unidades industriais (serrarias), onde as toras são transformadas em peças quadrangulares ou retangulares, de menor dimensão. Os processos de industrialização deste tipo de madeira passam geralmente pelas etapas do desdobro, o esquadrejamento, o destopo das peças e o pré-tratamento. As peças são apresentadas como: pranchas, pranchões, blocos, tábuas, caibros, vigas, vigotas, sarrafos, pontaletes, ripas e outros.
- **Madeira beneficiada:** obtida por um processo mais avançado de industrialização, a usinagem das peças serradas, através de equipamentos que proporcionam melhor acabamento às peças. As peças são apresentadas como: assoalhos e forros (macho-fêmea), rodapés, molduras de diferentes desenhos, madeira torneada e furada com respigas.
- **Madeira em lâminas:** processo industrial obtido pelo cozimento das toras de madeira e seu posterior corte em lâminas. As lâminas obtidas pelo processo de torneamento são destinadas à produção de compensados e as obtidas pelo faqueamento, são madeiras decorativas de boa qualidade, com maior valor comercial, são utilizadas para revestimento de divisórias, com fins decorativos.
- **Painéis:** São muito utilizados na construção civil e na indústria de móveis, sua variação se dá conforme as espécies e a cola utilizadas, com a qualidade das faces e com o número de lâminas. São apresentados como compensado, chapas de fibra (chapa dura e chapa de densidade média) e chapa de partículas (aglomerado, chapa de partículas de média densidade, painéis de partículas orientadas).

Na Tabela 2 é possível observar os setores da construção civil e os respectivos usos da madeira.

Tabela 2 – Usos da madeira na construção civil

Construção Civil	Tipo	Uso
pesada externa	serrada	estacas marítimas, trapiches, pontes, obras imersas, postes, cruzetas, estacas, escoras e dormentes ferroviários, estruturas pesadas, torres de observação, vigamentos
pesada interna	serrada	estruturas de cobertura
leve externa e leve interna estrutural	serrada	Temporários: (andaimos, escoramento e formas para concreto)
		partes secundárias de estruturas de cobertura
leve interna decorativa	serrada e beneficiada	forros, painéis, lambris e guarnições
leve interna de utilidade geral		
leve em esquadrias	serrada e beneficiada	portas, venezianas, caixilhos
assoalhos domésticos	serrada e beneficiada	tábuas corridas, tacos, tacões e parquetes

Adaptado de Zenid, (2009)

Considerada como um material de construção excepcional, a madeira, permite seu uso tanto na forma natural quanto como matéria prima para a indústria. Este material tem fundamental importância desde o início da civilização. Para Jean Campredon e Harry Uhl, renomados projetistas estruturais internacionais, o material é insubstituível ao ponto que caso não existisse, deveria ter sido inventado pela ciência (BAUER, 2022).

Em estudo feito no ano de 2001, em depósitos de madeira em São Paulo, constatou-se que cerca de 44% de madeira é vendida para o consumidor final: Proprietários das obras, pedreiros, mestre de obras, engenheiro, arquitetos e demais autônomos envolvidos. Na sequência construtoras 23%, indústrias em geral 18%, outros depósitos 9% e obras públicas 6% (SOBRAL *et al.*, 2002).

Na construção civil, a madeira tem uso de modo temporário (provisório) e definitivo. De forma temporária é destinada principalmente na confecção de formas e

escoramento para estrutura de concreto (pilares, vigas e papatas) (FILHO *et al.*, 2018). De forma definitiva, é empregada na estrutura de coberturas, na fabricação de esquadrias (portas e janelas), forros e pisos. Na obra algumas medidas devem ser adotadas de forma que se evite desperdícios, uma vez que a madeira acabará como entulho de alguma forma. Utilizar peças conforme o projeto, na falta do mesmo evitar perda com cortes desnecessários e possibilitar a viabilidade do reuso das peças significa economia de dinheiro e matéria-prima (ZENID, 2009).

Segundo Sobral *et al.* (2002) no mercado de São Paulo a destinação da madeira na construção civil se dá conforme apresentado na Tabela 3:

Tabela 3 - Uso de madeira amazônica no Estado de São Paulo em 2001

Estrutura de telhados de casas	42%
Andaimes e formas para concreto	28%
Móveis populares	15%
Forros, pisos e esquadrias	11%
Casas pré-fabricadas de madeira	3%
Móveis finos e peças de decoração	1%

Fonte: (SOBRAL *et al.*, 2002)

Quando comparada a outros materiais de construção, a madeira pode ter algumas vantagens e desvantagens que incorporam características técnicas, econômicas e estéticas (BAUER, 2022). Na Tabela 4 abaixo, são mostradas algumas delas.

Tabela 4 - Vantagens e desvantagens do uso da madeira

VANTAGENS	DESVANTAGENS
É obtida em grandes quantidades e a um preço relativamente baixo;	É diretamente afetada pela umidade presente, que degrada suas propriedades e gera tensões internas;
É um material muito fácil de ser trabalhado com ferramentas manuais simples ou máquinas;	Sua natureza biológica a submete aos diversos mecanismos de deterioração existentes na natureza;
Pode ser reempregada várias vezes;	Altamente susceptível ao fogo;

Resiste bem a esforços de compressão e tração de flexão;	É um material heterogêneo e anisótropo;
Resistência mecânica superior ao concreto e peso próprio reduzido;	Bastante vulnerável aos agentes externos;
Permite fáceis ligações e emendas;	Quando desprotegida, sua durabilidade é limitada;
Possui resiliência que permite absorver choques que romperiam ou fendilhariam outro material;	Possui formas limitadas, de seção transversal reduzida;
Possui grande variedade de padrões devido ao seu aspecto natural;	Aumenta e diminui suas dimensões de acordo com a variação da umidade, mesmo depois de transformada.
Possui baixo consumo de energia para seu processamento.	

Fonte: (AMOR, 2017)

3.4.1 Madeira serrada

A ABNT NBR 14807 (2002) especifica as dimensões das peças de madeira serrada, para uso geral, conforme ilustrado através da Tabela 5.

Tabela 5 – Dimensões das peças de madeira serrada

Nome da peça	Espessura (mm)	Largura (mm)
Pranchão	de 71 a 161	161 e acima
Prancha	de 30 a 70	161 e acima
Pranchinha	38	100 e acima
Viga	de 40 a 80	de 81 a 160
Caibro	de 40 a 80	de 50 a 80
Tábua	de 10 a 37	100 e acima
Sarrafo	de 21 a 39	de 20 a 99
Ripa	de 10 a 20	de 20 a 50
Ripão	de 15 a 20	de 51 a 70
Pontalete	de 70 a 80	de 70 a 80
Quadrado	de 70 a 80	de 70 a 80
Quadrado	100 acima	100 acima

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 14807 (2002)

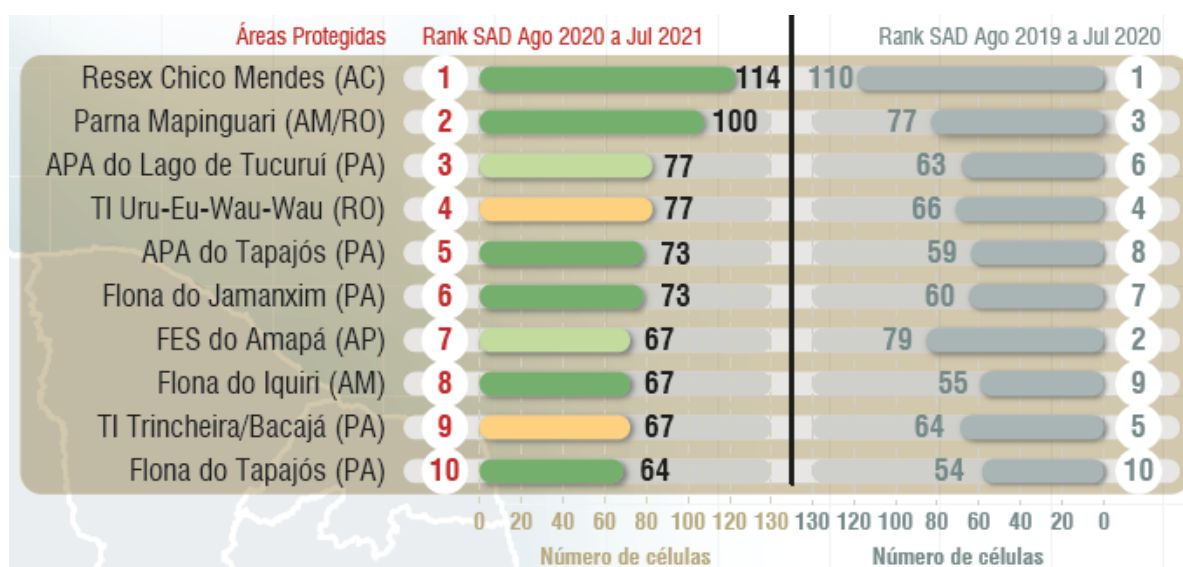
Existe um outro tipo de madeira bastante utilizada, os painéis. Os painéis são peças de madeiras obtidos através um processo de industrialização que se deu pela necessidade das melhorias das propriedades físicas das peças e redução no uso da madeira serrada (ZENID, 2009).

3.4.2 Os impactos do uso

A utilização da madeira gera resíduos sólidos, mas estes são orgânicos e não se comparam em tempo de decomposição com os resíduos sólidos gerados pelo método construtivo que utiliza concreto e alvenaria. Um fator ambiental importante da utilização da madeira, é que em seu crescimento, a árvore absorve impurezas e quantidades de carbono consideráveis. Sendo um impacto positivo gerado conhecido como aprisionamento de carbono. A maior diferença entre as matérias-primas é o ciclo de vida do material. (HABOWSKI, 2018).

Na região amazônica entre 43% e 80% da produção de madeira é ilegal, segundo as estimativas. Oriunda de exploração predatória, 75% da madeira atende do mercado interno. Desta forma podemos afirmar que grande parte das empresas locais, da região amazônica, alimentam esta prática ilegal e insustentável (ZENID, 2009).

Figura 3 - As dez Áreas Protegidas com mais Ameaça



Fonte:(FONSECA *et al.*, 2020)

Entre agosto de 2020 e julho de 2021 foi detectado 10.476 km² de área desmatada na Amazônia. Entre as cinco áreas mais ameaçadas três estão próximas ou dentro do estado de Rondônia. A Figura 3 quantifica por células, área 10 km x 10 km (100 km²), o ranking das áreas protegidas mais ameaçadas no período (FONSECA *et al.*, 2020).

Em estudo feito no ano de 2001, em depósitos de madeira em São Paulo, constatou-se que cerca de 44% de madeira é vendida para o consumidor final: proprietários das obras, pedreiros, mestre de obras, engenheiro, arquitetos e demais autônomos envolvidos. Na sequência construtoras 23%, indústrias em geral 18%, outros depósitos 9% e obras públicas 6% (SOBRAL *et al.*, 2002).

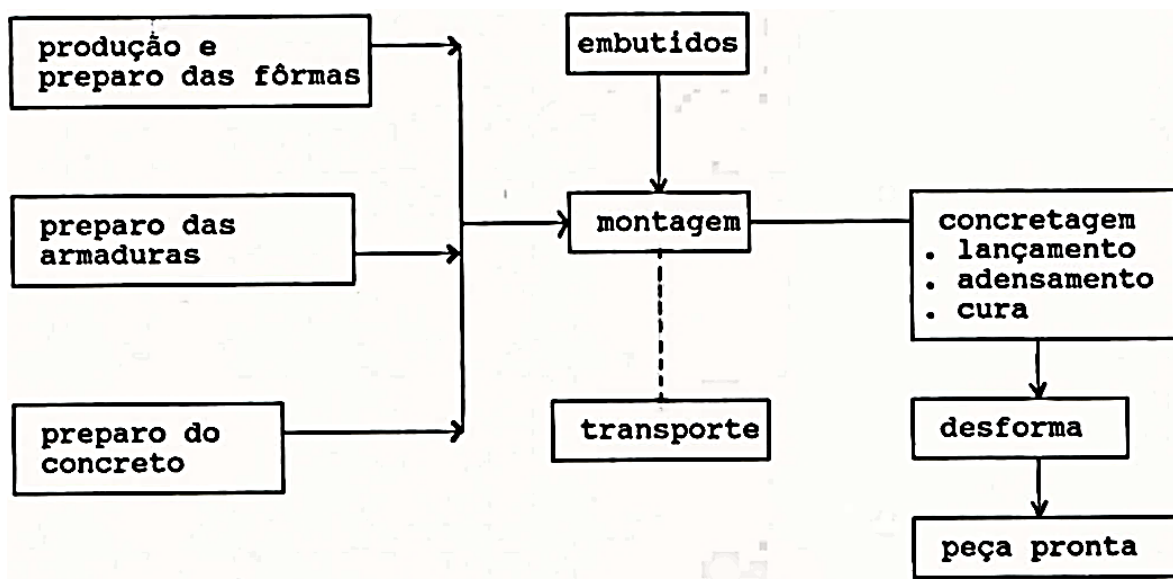
Foi encontrada uma grande evidência de que há um grave problema de descarte final do resíduo de madeira de construção a ser solucionado na região. Os resultados apontaram para uma falta de integração entre todos os agentes envolvidos (órgãos fiscalizadores, empresas construtoras, transportadores e receptores) e que o destino da madeira que ocorre na prática, nem sempre é o adequado (MOSSMANN, 2011).

3.5 SISTEMA DE FORMA PARA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

Sistema de forma é um conjunto de elementos formado basicamente pela própria forma o cimbramento. O objetivo principal da forma é moldar em caráter provisório o concreto fresco, garantindo a geometria e textura esperada e o cimbramento responsável por sustentá-la. Durante a cura do concreto fresco tem papel fundamental de protegê-lo contra impactos e variações de temperatura à evaporação da água. O sistema de forma também serve como suporte para concretagem, aos demais elementos do sistema estrutural e demais instalações (ASSAHI, 2005). Para confecção de formas para estruturas de concreto armado os principais materiais utilizados no Brasil são: a madeira e o metal. Alternativamente podem ser utilizado o plástico e o papelão (NAZAR, 2007) .

Os edifícios convencionais, produzidos de concreto armado, têm sua estrutura produzida basicamente através de pilares, vigas e lajes, todos elementos moldados no local. Para que seja possível a execução dos elementos de concreto armado, com qualidade, deverá ser seguido o esquema ilustrado na Figura 4 (BARROS; MELHADO, 2006).

Figura 4 - Esquema genérico do fluxograma de produção de elementos de concreto



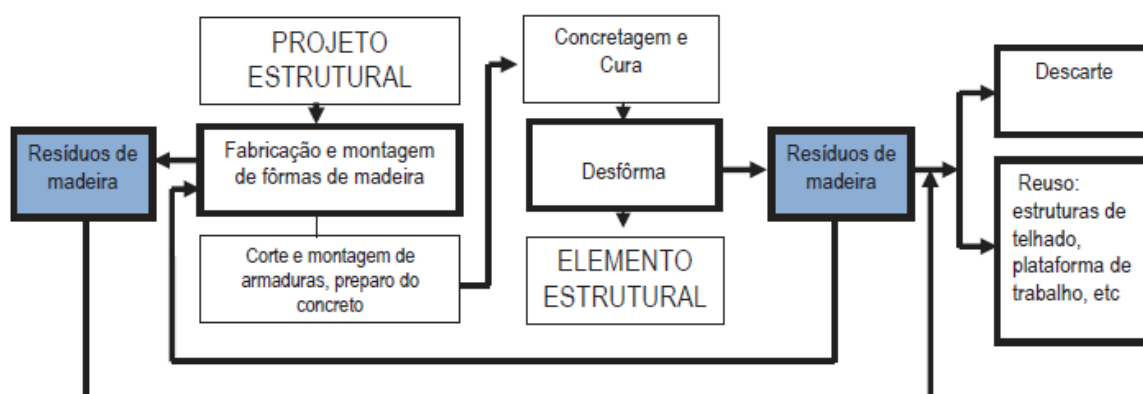
Fonte: (BARROS; MELHADO, 2006)

A execução deve atender a certos critérios pois o acabamento e a estabilidade dos elementos estruturais podem sofrer interferência. O sistema de forma deve garantir a estabilidade dimensional e sobrecarga da montagem até a concretagem. A previsão do reaproveitamento das formas é de suma importância bem como sua desmontagem que pode sofrer prejuízos por equívocos na respectiva montagem (SALGADO, 2018).

A execução de uma estrutura de concreto armado no local segue um esquema básico de produção que mostra o emprego da madeira como forma para concreto, conforme representado na Figura 5, este tipo de processo gera resíduos desde a fase de fabricação e montagem até após a desforma. Em uma obra de pequeno porte, alvo deste estudo, alguns processos do esquema comprometem ainda mais o reuso e aproveitamento da madeira.

Os materiais mais comuns na confecção de formas são: madeira serrada e madeira compensada (JUNIOR, 2005). A madeira compensada vem sendo a cada dia mais aprimorada tornando um material com muitas melhorias em relação a madeira maciça como: uma maior resistência a cisalhamento do chapa, maior flexibilidade, mais resistência à umidade e agentes químicos, menos inflamável e com melhor isolamento (SHAH *et al.*, 2019).

Figura 5 - Esquema da produção de estrutura de concreto armado moldado in loco



Fonte: (MOSSMANN, 2011)

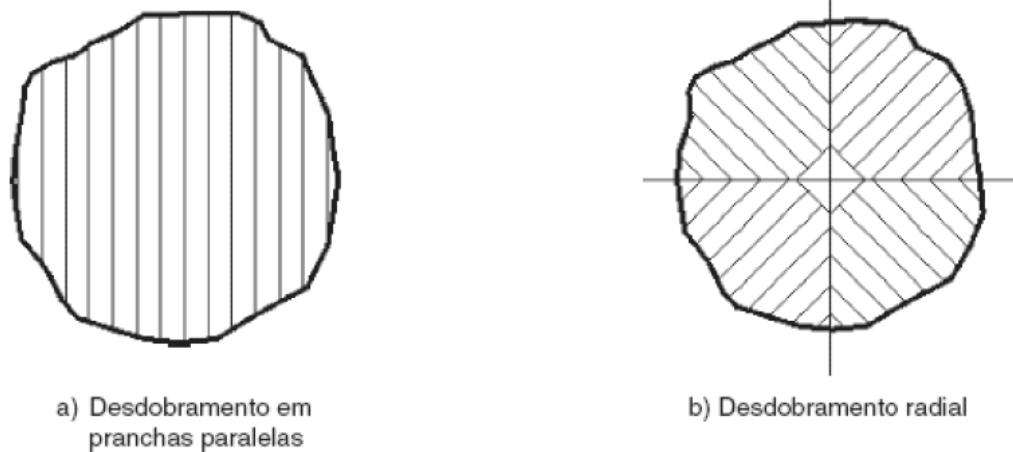
A madeira serrada é proveniente do corte direto dos troncos de madeira em medidas, comerciais padronizadas, e posteriormente submetidas a um período de secagem. Além dos defeitos de fabricação este tipo de elemento tem limitações geométricas tanto no sentido transversal quanto longitudinal. Já a madeira compensada é formada por três ou mais lâminas coladas, em direções ortogonais alternadas. Este material se torna mais vantajoso, sendo material mais isotrópico em relação a serrada (PFEIL; PFEIL, 2021).

O uso da madeira serrada demanda de muito tempo, até que o cerne (parte interna do tronco) ocupe a maior parte, tornando-se assim um material de boa qualidade. Na Figura 6 é possível se observar o desdobramento, transformação do tronco em peças de madeira(serrada), é geralmente realizado de duas formas: pranchas paralelas e radial. O desdobramento radial é mais vantajoso para a homogeneidade do material, mas por ser mais oneroso é o tipo menos utilizado (PFEIL; PFEIL, 2021).

As formas para concreto eram inicialmente feitas de tábuas de madeira serrada, conforme Figura 7, conforme era estabelecido pela ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland).

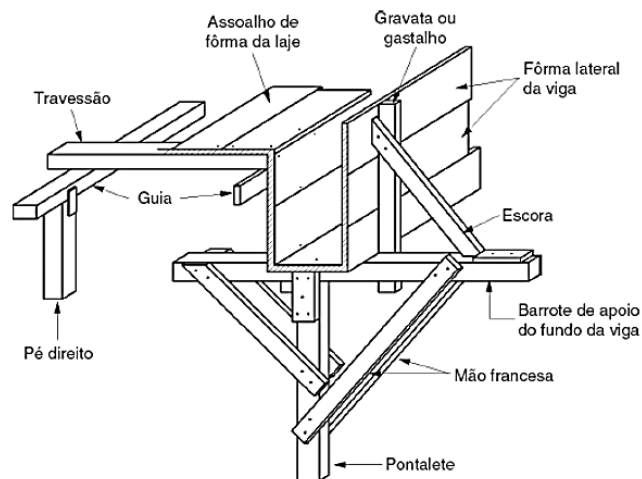
Embora com o passar do tempo foi sendo substituída pela madeira compensada em nosso estado, Rondônia, as formas são confeccionadas no sistema tradicional com madeira serrada, pela ampla disponibilidade de madeira serrada no mercado, aliada à falta de conhecimento, torna o uso da madeira serrada como principal material para confecção de formas de concreto armado.

Figura 6 - Esquemas de corte das toras de madeira



Fonte: (PFEIL; PFEIL, 2021)

Figura 7 - Sistema tradicional de formas de madeira para vigas e lajes em concreto



Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 1943)

É recomendado que o uso na obra seja feito conforme o projeto, e caso não possua o corte desnecessário deve ser evitado. O reutilização das peças de madeira, mais de uma vez, é importante para que o consumo e custo sejam reduzidos (ZENID, 2009). A adoção de conceitos da construção enxuta em formas de madeira através pode através de recursos simples, como o *Kaban*, uma prática que permita a fácil identificação das peças prontas pode otimizar a reutilização e reduzir o desperdício de madeira(KO; KUO, 2015).

3.6 CONSUMO DE MADEIRA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A geração de resíduos na construção civil é estimada adotando como parâmetro o peso dos resíduos(kg) por área construída(m²). Para edificações, com estrutura de concreto armado, residenciais, é gerado para construção, demolição e reforma respectivamente: 17,8 e 32,9 kg/m², 492 a 840 kg m² e 18,9 e 45,9 kg/m² e para edificações não residenciais: 18,3 e 40,1 kg/m², 401 a 768 kg/m² e 18,9 e 191,2 kg/m. (MÁLIA *et al.*, 2013). No Brasil para obras de pequeno porte a geração de resíduos é de 97,8 kg/m² para novas construções e 684 kg/m² para reformas(SILVA, 2007). A quantidade de alvenaria e concreto representa 60% aproximadamente desta quantidade seguido por madeira, telha, aço e gesso respectivamente (BAKSHAN *et al.*, 2015). A quantidade de madeira (m²) consumida por área construída (m²) é muitas vezes subestimada, ela representa quase a metade (47%) da quantidade necessária para a construção de uma casa de madeira (MORAES; ROVARIS; PUNHAGUI, 2022).

3.6.1 Edificações Residenciais Verticais

Na Tabela 6 são apresentados dados de taxas de geração de resíduos de madeira de construções de edifícios residenciais verticais em diferentes países. Conforme pode ser observado nos dados obtidos o Brasil apresenta maior taxa de resíduos de madeira, seguido pela China e Portugal.

Tabela 6 - Taxas de geração de resíduos de madeira de construções de edifícios residenciais verticais

País	kg/m ²	Média	Referência
Portugal	2,5 – 6,4	4,45	(COELHO; BRITO, 2012)
Portugal	2,76	2,76	(FERREIRA, 2013)
China	7,8	7,8	(JIN; HE; DONG, 2021)
Brasil	3-5,6	4,3	(COSTA, 2007)

Na Tabela 7 é observado os indicadores de consumo encontrados referente a resíduos gerados apenas pelo descarte formas de madeira. Os dados do Brasil (15,92 kg/m²) foram os mais expressivos, quase o dobro do segundo maior, a China (9,5 kg/m²). A discrepância existente entre estes indicadores pode ter relação com a área construída, qualificação de mão de obra, e ao tipo da madeira utilizada.

Tabela 7 - Taxas de geração de resíduos de madeira de forma de construções de edifícios residenciais verticais

País	kg/m ²	Média	Referência
China	1,678-1,905	1,796	(LU <i>et al.</i> , 2011)
EUA	1,97	-	(BAKCHAN; FAUST, 2019)
China	9,5	-	(LI <i>et al.</i> , 2013)
Brasil	11,58-20,27	15,92	(BORJA <i>et al.</i> , 2018)

Se tratando de obras residenciais fora do Brasil, Rashid *et al.* (2022) na Malásia quantificou os resíduos de forma adotando projetos do tipo sobrado (246 m²), foram encontrados consumo entre 0,004 m³/m² e 0,031 m³/m², média de 0,018 m³/m².

3.6.2 Edificações Residenciais Horizontais Isoladas

O estudo de Orlandini (2021) se deu através 30 de projetos de unidades habitacionais térreas, com área construída entre 21 e 110 m², alvenaria de vedação em bloco cerâmico, estrutura de concreto armado moldado *in-locu*. Para a estimativa de consumo, os elementos estruturais tiveram suas dimensões definidas conforme as usuais do mercado, normas específicas e livros de construção civil. Os elementos foram definidos conforme a Tabela 8. O consumo de madeira obtido ficou entre 32 e 35 kg/m², com média de 33 kg/m². Considerando densidade de madeira adotada no estudo, 633,75 kg/m³, o volume consumido ficou entre 0,050 e 0,055 m³/m², com média em 0,052 m³/m².

A estimativa de consumo realizada por Kobayashi Júnior *et al.* (2020) foi realizada através de 30 projetos de unidades habitacionais térreas, com área construída entre 102,22 e 1.490,35 m², com sistema construtivo convencional. A quantificação da madeira para os elementos estruturais (viga, pilar e lajes) se deu através dos *softwares* TQS e Eberik, e as escoras através de metodologia própria do autor. A estimativa de consumo apresentada ficou entre 0,03 e 0,19 m³/m², média de 0,12 m³/m².

Tabela 8 – Definição dos elementos para quantificação dos consumos dos materiais

Material / Elemento	Valor Mínimo (cm)	Valor Máximo (cm)
Pilar	15x20	15x30
Baldrame	40x20	40x30
Viga	15x30	15x30
Tábua Baldrame e/ou viga	2,5x30	2,5x40
Sarrafo horizontal baldrame e/ou viga (Espaçados a 50 cm)	2,0x5,0x30	2,0x5x40
Sarrafo vertical baldrame e/ou viga (Espaçados a 50 cm)	2,0x5,0x45	2,0x5,0x45
Tábua Pilar	2,5x30	2,5x40
Sarrafo pilar (Espaçados a 40 cm)	2,5x5,0x30	2,5x5,0x40

Adaptado de Orlandini (2021)

Punhagui et al. (2022) foi o único estudo realizado a considerar o consumo teórico e prático. No total foram selecionados 53 projetos de arquitetura de unidades habitacionais térreas, com área construída entre 21 e 110 m². Para o consumo teórico, conforme Tabela 9, as dimensões dos elementos foram estimadas conforme ABCP e NBR 15575-1, e as respectivas peças de madeira da forma foram previstas através do esquema ilustrado na

. O consumo prático foi obtido através de notas fiscais e entrevistas que informaram a metodologia de confecção das formas, dimensões dos elementos e quantidade comprada.

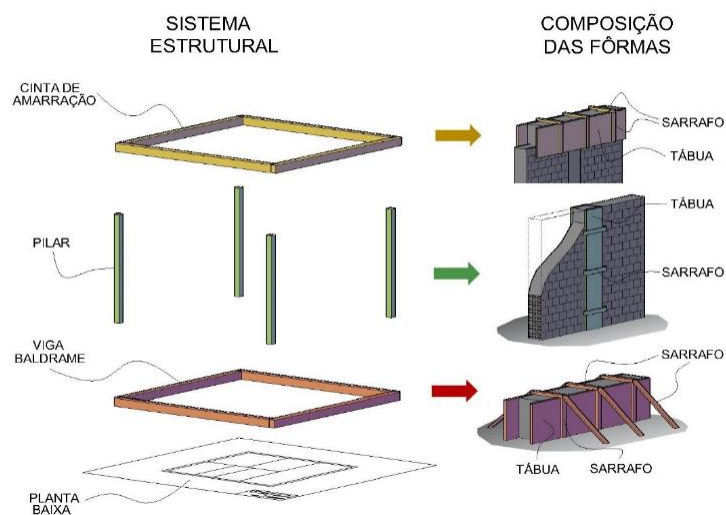
É observado na Figura 8 o sistema de formas definido no estudo de Punhagui et al. (2022). Este sistema de forma embora não tenha referência normativa é observado em muitas obras residenciais de pequeno porte. As formas das vigas consideraram a estrutura apoiada ao solo, contendo o concreto apenas pelas faces laterais, desconsiderando a face inferior. As formas para as vigas de amarração tiveram uma concepção semelhante, porém, se apoiando na alvenaria de vedação. Os pilares tiveram sua forma em apenas duas faces, se utilizando na alvenaria para contenção lateral.

Tabela 9 – Definição dos elementos para quantificação dos consumos dos materiais

Material / Elemento	Valor Mínimo (cm)	Valor Máximo (cm)
Pilar	15x20	15x30
Baldrame	40x20	40x30
Viga (Amarração)	15x20	
Tábua Baldrame	(2x) 2,54x40	
Tábua Viga (Amarração)	(2x) 2,54x20	
*Sarrafo baldrame	(2x) 2,5x7,7x50	
	(2x) 2,0x5,0x30 (1x) 2,0x5,0x40	(3x) 2,5x5,0x40
*Sarrafo viga (Amarração)	(3x) 2,5x5,5x30	
Tábua pilar	(2x) 2,54x20	(2x) 2,54x30
*Sarrafo pilar	(2x) 2,5x5,5x30	(2x) 2,5x5,0x40
*Sarrafos espaçados a cada 50 cm		

Adaptado de Punhagui et al. (2022)

Figura 8 - Sistema de formas adotado para estimativa de consumo

Fonte: (PUNHAGUI *et al.*, 2022)

Os resultados apresentados apontaram que o consumo teórico variou entre 0,042 e 0,076 m³/m², média de 0,057 m³/m², considerando 10% de perdas. Já o consumo prático variou entre 0,011 e 0,091 m³/m², média de 0,066 m³/m² (PUNHAGUI *et al.*, 2022).

Tabela 10 - Consumo de forma em m³ por área construída (m²)

Inferior	Mediana	Superior	Dados	Área Construída (m ²)	Autor
0,050	0,052	0,055	30 plantas baixas	30-80	(ORLANDINI, 2021)
0,03	0,12	0,19	30 projetos	102,22-1.493,35	(KOBAYASHI JÚNIOR <i>et al.</i> , 2020)
0,042	0,057	0,076	53 projetos	21-110	(PUNHAGUI <i>et al.</i> , 2022)
0,011*	0,066*	0,091*	53 obras		

* Consumo prático

A Tabela 10 apresenta o consumo de forma por área construída dos estudos publicados até a data deste estudo. Todos os estudos abordam indicadores de obras residenciais, térreas de diversos tamanhos. Dentre os estudos apresentados apenas Punhagui et al. (2022) realizou o levantamento prático dos resíduos, e constatou-se que o consumo prático foi 16% maior em relação ao teórico.

Observa-se que os valores de consumo e resíduos de madeira de formas de concreto para obras residenciais, semelhante aos deste estudo proposto, não foram relacionados diretamente com as características da edificação. Sendo assim este estudo se propõe a estimar o consumo de forma de madeira levando em conta as características das edificações que forem estatisticamente mais responsivas.

4 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta o método de pesquisa adotado neste trabalho, que utilizou como principal ferramenta a regressão estatística para análise de projetos de edificações habitacionais unifamiliares construídas em Rondônia. A realização da pesquisa se deu em 3 principais etapas, conforme Figura 9.

Figura 9 - Delineamento da Pesquisa

Objetivo Geral: Propor um modelo para estimar o consumo de madeira utilizada como forma de estruturas de concreto armado em obras residências isoladas.			
Etapas	Objetivos Específicos	Questões de pesquisa	Resultados
Levantamento de dados	Levantar o quantitativo teórico de consumo de madeira necessário à confecção de formas de elementos de concreto a partir de projetos (arquitetônico e estrutural) de casas;	Qual a quantidade necessária de madeira para a confecção de formas para a construção de residências unifamiliares com sistema construtivo convencional?	Banco de dados com volume de resíduo gerado e parâmetros de projeto e produção das obras.
Tratamento dos dados e Validação de Equação	Analisar características de projeto que possam influenciar no consumo de madeira; Correlacionar as variáveis com a quantidade de madeira estimado; Relacionar o consumo teórico obtido pela equação de regressão com uma composição orçamentária oficial.	Quais as características das edificações são capazes de prever o consumo de forma?	Equação de regressão capaz de estimar o consumo de formas.
Proposição de modelo	Estabelecer um modelo matemático capaz de prever o consumo de forma de madeira;	qual o impacto do reuso das formas na quantidade de material necessário?	Modelo matemático estimativo

4.1 COLETA DE DADOS

Para este estudo considera-se um dado o conjunto de projetos de arquitetura e engenharia de uma Unidade Habitacional (UH). Os projetos estudados foram disponibilizados por uma empresa que realiza fiscalização de empreendimentos com financiamento. Tratam-se, portanto, de projetos aprovados para financiamento bancário de construção, e tiveram sua execução acompanhada através de medições por etapa. Tanto a análise quanto a medição são atividades distintas, executadas por

empresas de engenharia credenciadas pelo agente financiador, com designação por sistema informatizado que faz a distribuição dos serviços seguindo a ordem de uma sequência.

Os dados foram obtidos a partir dos arquivos de uma única empresa credenciada, localizada em Porto Velho-RO. Sendo assim eles podem ter sido originados de uma demanda de análise e/ou medição, em diversos municípios do interior do estado de Rondônia. Por questões contratuais entre a empresa fornecedora dos dados e a instituição financeira contratante, as informações referentes às pessoas envolvidas (proponente e responsáveis técnicos) e localização da obra serão mantidas em sigilo neste estudo.

4.2 TRIAGEM DOS DADOS

A partir dos 134 dados iniciais foi realizada uma triagem com a intenção de eliminar os dados inválidos. A análise se deu através dos projetos básicos considerados para este estudo: projeto arquitetônico e estrutural. Foram eliminados nesta etapa os dados que não atenderam todos os seguintes critérios:

- a) legibilidade;
- b) projeto arquitetônico com planta baixa, dois cortes e planta de cobertura;
- c) projeto estrutural: planta de locação, planta de forma e dimensão dos elementos (laje, viga e pilar).

4.2.1 Levantamento prévio e seleção dos dados

Nesta etapa foram levantadas as informações básicas do projeto como: área construída, quantidade de quartos, quantidade de banheiros, quantidade de vagas cobertas, existência de platibanda e se a tipologia fosse do tipo sobrado. As informações foram inseridas em planilha eletrônicas, através do *software* Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (Versão 2302 Build 16.0.16130.20298), conforme pode-se observar no APÊNDICE A – LEVANTAMENTO PRÉVIO DOS DADOS.

A seguir os dados foram ordenados por tamanho (área construída). Como este trabalho tem como foco imóveis mais populares foram eliminados os dados com área construída maior que 100 m² e/ou sobrados, eliminando 15 dados. Posteriormente os dados foram agrupados por faixas de área, a cada 10 m².

Devido à alta quantidade de dados foi adotada para a realização dos levantamentos adotou-se o percentual de 40% de cada faixa, para que fosse possível uma representatividade balanceada da amostra. Essa escolha se deu de forma aleatória.

4.3 LEVANTAMENTO DOS DADOS

Os dados deste estudo foram organizados através de variáveis dependentes e independentes.

4.3.1 Variável dependente

Como variável dependente foi considerada a quantidade de formas calculadas a partir dos projetos arquitetônico e estrutural de cada unidade habitacional.

Para o levantamento do quantitativo de forma foi utilizado o *software* TQS Unipro – Educacional versão 20.12.15, cedida gratuitamente pela TQS Informática Ltda. O TQS é um dos melhores softwares de cálculo estrutural do mercado, sendo o com mais recursos para licenças gratuitas. Embora o objetivo não seja calcular a estrutura, a escolha do TQS se deu pela facilidade no lançamento e grandes possibilidades de parametrização, relatórios de consumo de materiais mais detalhados.

Através da importação da planta de locação foram feitos os lançamentos seguindo a posição e dimensão dos elementos, conforme previsto no projeto estrutural apresentado. Para a quantificação da área de forma adotou-se os seguintes critérios: pilares com as 4 faces, viga baldrame com duas faces (laterais) e as demais vigas com três faces (laterais e fundo).

Para os casos de omissão da previsão de elementos estruturais, foi elaborado um complemento hipotético, para a compatibilização do projeto estrutural com a arquitetura. Este complemento foi elaborado mantendo as seções transversais dos pilares, conforme previsto em projeto. Já as vigas, para os níveis não previstos, foram padronizadas com seção única de 14x20(cm) para todos os projetos.

Sendo assim, para cada dado (UH), foi obtido relatório de consumo de material de forma, de onde foi possível extrair o total de forma de madeira prevista para cada UH, bem como a quantidade destinada para cada tipo de elemento estrutural. A variável dependente, ou seja, a resposta que este estudo se propôs é área total de

forma de madeira prevista para construção de UH. Denominada Área Total de Forma, esta variável é do tipo quantitativa contínua, expressa em m².

4.3.2 Variáveis independentes

As variáveis consideradas como independentes são relacionadas ao projeto arquitetônico, do tipo quantitativas. Num primeiro momento foram estabelecidos critérios que hipoteticamente pudessem influenciar no consumo de madeira para formas de estruturas, sendo elas:

- a) Frente do Terreno: variável quantitativa contínua que expressa a testada em metros do lote;
- b) Quartos/Escritórios: variável quantitativa discreta que expressa em unidades a soma da quantidade de quartos, inclusive suítes, e escritórios;
- c) Banheiros/Closet/Dispensa: variável quantitativa discreta que expressa em unidades a soma da quantidade de banheiros, inclusive lavados, *closets* e despensa;
- d) Cozinha Americana: variável qualitativa dicotômica que expressa a existência (1) ou não (0) de cozinha americana;
- e) Lazer/Garagem: variável quantitativa discreta que expressa em unidades a soma da quantidade de área de lazer e garagem coberta;
- f) Varanda/Área de Serviço: variável quantitativa discreta que expressa em unidades a soma da quantidade de varandas, e área de serviço. Não foi considerado quando o ambiente é coberto apenas por beiral;
- g) Platibanda: variável qualitativa dicotômica que expressa a existência (1) ou não (0) de platibanda prevista em projeto.
- h) Comprimento da platibanda: Variável quantitativa contínua que expressa em metros o comprimento total da platibanda, estrutura complementar para sustentação do oitão e fosso de luz.
- i) Altura da edificação: variável quantitativa contínua que expressa em metros a altura total da edificação.
- j) Número de Arestas: variável quantitativa discreta que expressa a quantidade de arestas do contorno do projeto arquitetônico (planta baixa);
- k) Área construída: variável quantitativa contínua que expressa em metros quadrados área construída coberta, desconsiderando beirais.
- l) Perímetro: variável quantitativa contínua que expressa em metros o perímetro da edificação em planta.
- m) *leC*: variável qualitativa (proxy) contínua que expressa o índice econômico de compacidade já mencionados no subcapítulo 4.3.2.

Índice econômico de compacidade (*leC*): é estabelecido por Mascaró (2010) que relaciona a superfície (planta) do edifício com as paredes (externas) que o envolvem, calculado através da Equação 1:

$$IeC = \frac{2 \cdot \sqrt{Ap \cdot \pi}}{Pep} \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

IeC → índice econômico de compacidade

Ap → área de superfície (m²)

Pep → perímetro econômico do projeto (m)

O Pep , índice econômico de compacidade é calculado através da Equação 2:

$$Pep = Ppr + 1,5 \cdot Ppc + \frac{nA}{2} \quad (2)$$

Onde:

Pep → perímetro econômico de projeto (m)

Ppr → perímetro das paredes exteriores retas (m)

Ppc → perímetro das paredes exteriores curvas (m)

nA → número e arestas das fachadas (m)

Após vários testes com o SPSS as variáveis que foram mais responsivas foram: área construída, altura da edificação e comprimento da platibanda.

4.4 TRATAMENTO DOS DADOS: EQUAÇÃO DE REGRESSÃO

A partir da definição da amostra de dados e variáveis, o tratamento dos dados foi realizado através de modelagem estatística, através da análise de regressão linear múltipla. A análise de regressão linear múltipla trata-se de uma maneira não determinística de se explorar relações entre as variáveis, em situações que existem mais de uma variável preditiva, este método é muito utilizado nos ramos da engenharia e da ciência. (MONTGOMERY; RUNGER, 2021-).

Para a modelagem estatística deste estudo foi usado o *software* IBM SPSS Statistic *Trial*, versão gratuita de avaliação. Foram realizadas diversas rodadas de análises como análise descritivas dos dados, análise da variável dependente através

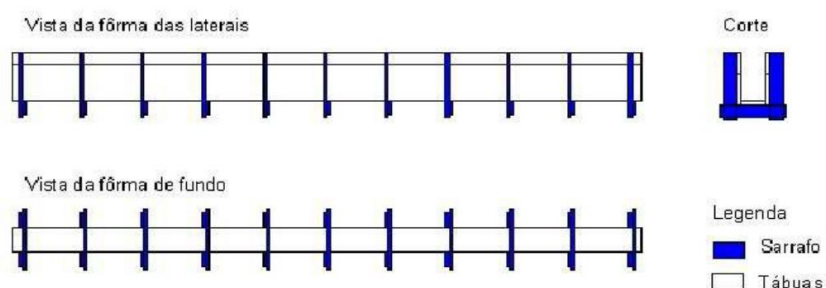
de testes de normalidade, análise das variáveis independentes: curva de estimação em gráfico de dispersão e coeficiente de correlação de *Person*.

Durante a análise da regressão linear foram verificados os seguintes critérios: correlação paramétrica de Pearson entre cada variável independente e a variável dependente, coeficiente de correlação do modelo, independência dos resíduos através de *Durbin-Watson*, análise da variância através da significância dos preditores, verificação da existência de *outliers* através da estatística dos resíduos, normalidade dos resíduos através de histograma, homoscedasticidade e pôr fim a análise da dos coeficientes da equação através da significância de cada preditor no teste T (*T-Student*).

4.5 VALIDAÇÃO DA EQUAÇÃO

Partindo da equação obtida com melhores parâmetros estatísticos, a quantidade de formas das unidades habitacionais da amostra foi estimada pela equação e comparada com o valor obtido através do TQS. Nesta etapa, as variáveis independentes foram: área construída, comprimento da platibanda e altura do edifício.

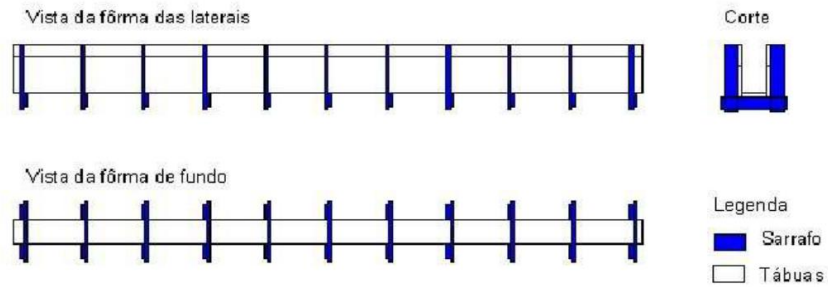
Para o consumo dos materiais envolvidos na confecção de forma foram adotadas três composições do SINAPI que utilizassem madeira maciça: para pilares (92409), para viga baldrame (96530) e para as demais vigas (92446). Para este estudo foi considerada a confecção da viga baldrame apoiada ao solo, sendo assim, o insumo de pontalete (4491) foi desconsiderado da composição 96530. O SINAPI considera em suas composições todos os insumos necessários para a correta confecção das formas e através de seus próprios manuais disponibiliza ilustrações características para tipo de elemento estrutural (Figura 10 – Sistema de forma de viga considerada pela composição SINAPI



Fonte: (SINAPI, 2022)

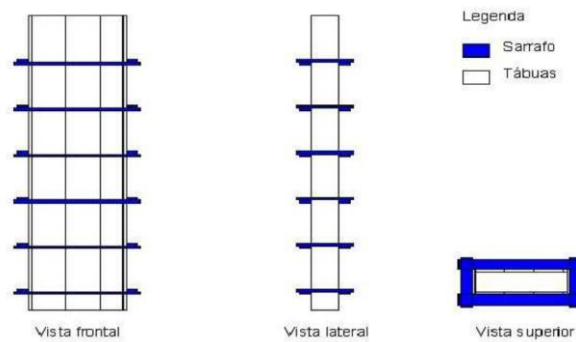
Figura 11, Figura 10 e Figura 12).

Figura 10 – Sistema de forma de viga considerada pela composição SINAPI



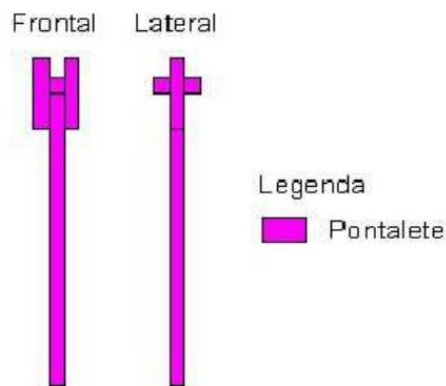
Fonte: (SINAPI, 2022)

Figura 11 – Sistema de forma de pilar considerado pela composição SINAPI



Fonte: (SINAPI, 2022)

Figura 12 – Sistema de escora considerada pela composição SINAPI



Fonte: (SINAPI, 2022)

Para a relação da quantidade de forma a ser aplicada em cada uma das composições (pilar, viga baldrame e viga geral), através do quantitativo de forma obtido pelo TQS, foram quantificados a parcela de forma correspondente. Desta forma, através da média, foram obtidos os coeficientes a serem aplicados na resposta da equação de regressão.

Os quantitativos obtidos a através das composições citadas anteriormente consideram apenas uma utilização, ou seja, não consideram a possibilidade de aproveitamento das formas. A partir dos coeficientes e da equação, foram feitas as projeções considerando duas e quatro utilizações, permitindo assim uma análise de consumo mais simplificada. Foram consideradas as quantidades de forma, em kg e m³, em comparação com a área construída de cada amostra. Para cálculo do peso foi adotada como referência a espécie mais utilizada na região, Tauari-Vermelho (*Cariniana micrantha*), que segundo Nahuz (2013), apresenta peso específico de 680 kg/m³ (12% de umidade).

4.6 PROPOSTA DE MODELO PARA ESTIMA CONSUMO DE PEÇAS PARA EXECUÇÃO DE FORMAS

A partir da validação da equação, coeficientes e as composições adotadas foi elaborado um modelo em através de uma tabela eletrônica com a finalidade de estimar consumo de peças de madeiras a serem consumidas considerando: diferentes tamanhos de tábuas, tendo em vista a diversidade de tamanhos encontrados no mercado, os elementos de concreto armado, vigas baldrame, pilares, vigas e diferentes índices de reaproveitamento.

Foram quantificados todos os insumos de madeira que são envolvidos na confecção de formas exceto o fundo da forma de viga baldrame e seu respectivo escoramento. Os insumos adotados para quantificação foram:

- 6189 - Tabua não aparelhada *2,5 x 30* cm, em maçaranduba, angelim ou equivalente da região – bruta;
- 6193 - Tabua não aparelhada *2,5 x 20* cm, em maçaranduba, angelim ou equivalente da região – bruta;
- 4517 - Sarrafo *2,5 x 7,5* cm em pinus, mista ou equivalente da região – bruta;
- 4491 - Pontaleta *7,5 x 7,5* cm em pinus, mista ou equivalente da região – bruta

Através das informações necessárias para alimentar as variáveis independentes do modelo (área construída, altura da edificação, comprimento da platibanda), foi calculado a área global de forma com uso da equação de regressão deste estudo. Estes campos são validados para caso haja alguma extrapolação de

variável da equação. Através dos coeficientes ocorre a distribuição da área global de forma referente a cada tipo de elemento (pilar, viga baldrame e viga geral). Foram disponibilizados campos para informação do comprimento dos elementos, conforme a disponibilidade no mercado e campos que permitem a escolha da quantidade de aproveitamentos (1, 2 e 4), conforme SINAPI, para cada tipo de elemento. Posteriormente são calculados os dados de consumo previsto em comprimento (m) e a quantidade (un.) de peças a serem demandadas.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

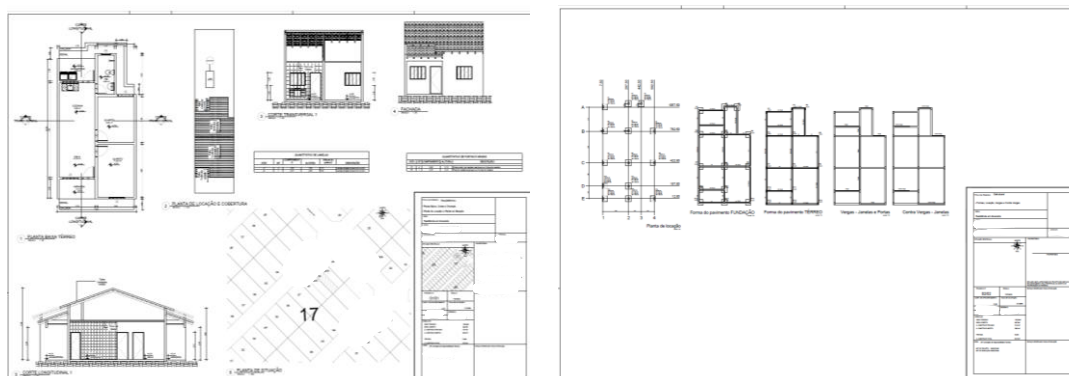
5.1 COLETA DOS DADOS

Ao todo foram disponibilizados 134 dados pela empresa doadora, dados estes referentes ao período de 2018 a 2021. São residências unifamiliares, de área variada, de 39,45 m² a 412,78 m², com emprego de sistema construtivo tradicional: alvenaria e elementos estruturais de concreto armado moldado no local, cobertura de telha cerâmica ou fibrocimento. A Figura 13 mostra um exemplo de dados disponibilizados de uma UH (UH03), com sua construção finalizada, onde a vistoria teve como objetivo constatar e aferir a execução de todos os serviços previstos.

Figura 13 – Fotos da UH03 obra concluída



Figura 14 – Fotos dos projetos da UH103



Alguns dados foram disponibilizados apenas com os projetos, como é o exemplo da Figura 14, que ilustra o projeto arquitetônico e estrutural. Para este caso o projeto foi submetido a análise, após aprovado foi liberado para o início da construção.

A Figura 15, ilustra a UH91 obra ainda em execução, que na data da vistoria apresentava-se com sua estrutura parcialmente executada e painéis de alveiraria concluídos.

Figura 15 – Fotos da UH91 com obra em andamento



5.2 TRIAGEM DOS DADOS

Nesta etapa foram eliminados 41 (31%) dados, ficando a amostra com 93 dados. Conforme ilustrado na Figura 16, foram eliminados 38% dos dados por inconsistências no projeto arquitetônico e 31% por ausência do projeto estrutural, 22% por inconsistência inconsistências no projeto estrutural e 3% pela ilegibilidade dos arquivos eletrônicos disponibilizados. A Figura 17 ilustra um exemplo de projeto estrutural que foi descartado na triagem por não especificar as dimensões dos elementos. É observado à direita na imagem ampliada, que apenas foram especificadas as dimensões das vigas. Na Figura 18 é ilustrado um exemplo de projeto arquitetônico que foi eliminado por possuir detalhamentos construtivos suficiente. É observado na imagem ampliada que nenhum dos cortes possuem cota.

Figura 16 – Gráfico dos dados eliminados na triagem

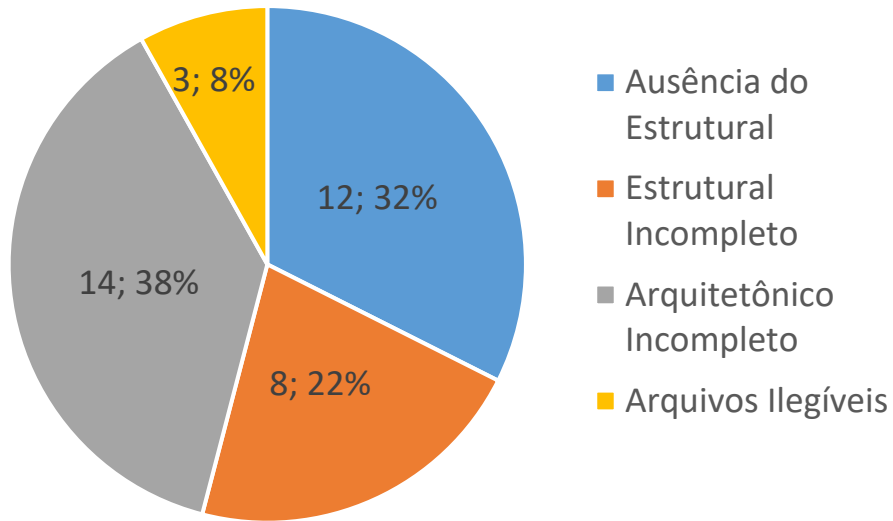


Figura 17 – Exemplo de projeto estrutural eliminado

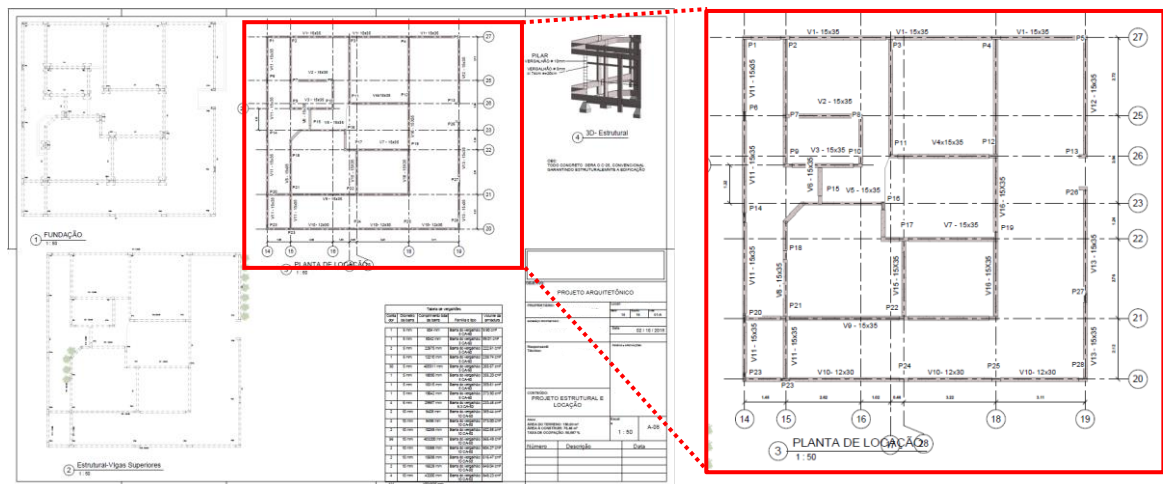
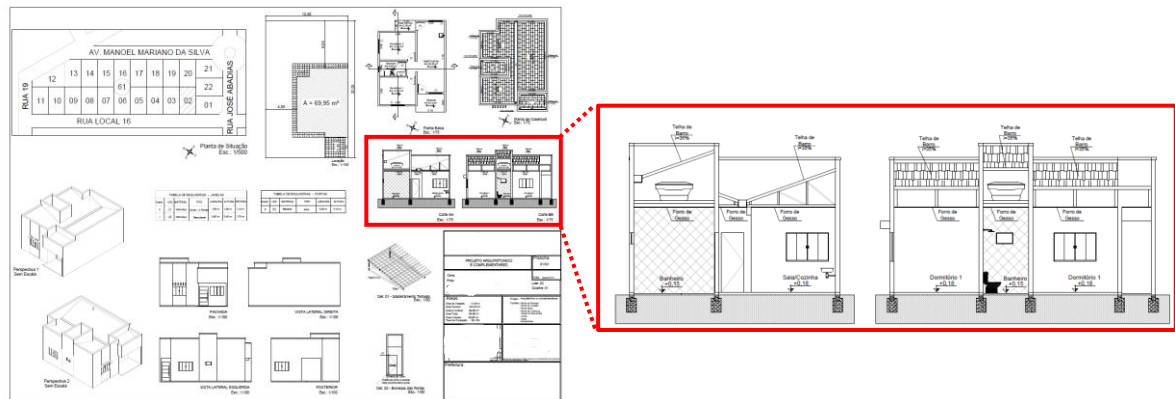


Figura 18 – Exemplo de projeto arquitetônico eliminado



5.3 ORGANIZAÇÃO E SELEÇÃO DOS DADOS

Na Tabela 11 é ilustrada a quantidade de dados por faixa que foram selecionados para o levantamento quantitativo no TQS. As faixas 3,4 e 5 foram as que tiveram a maior quantidade de dados, sendo elas responsáveis por 79% de todos os dados triados. Os 31 dados selecionados para a próxima etapa estão destacados no APÊNDICE B – DADOS SELECIONADOS POR FAIXA.

Tabela 11 – Faixas dos dados sorteados

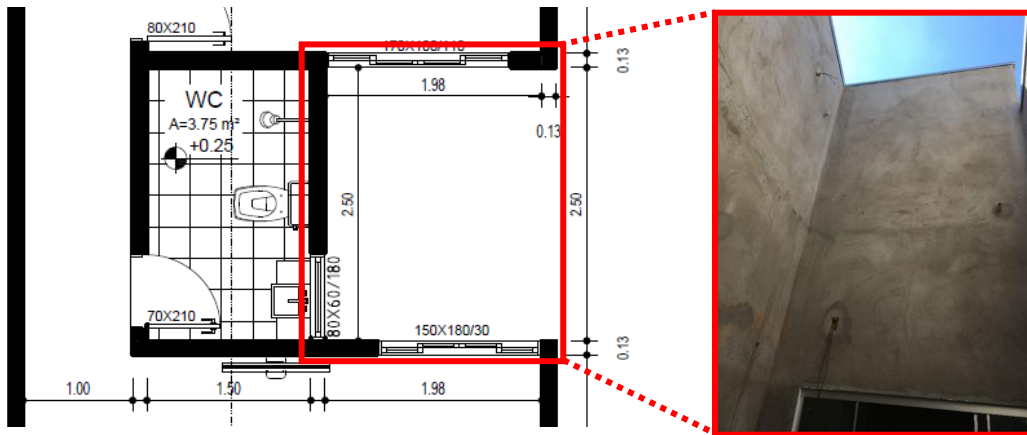
Faixa	Área (m ²)	Qtde. Dados Amostra	%	Qtde. Dados Sorteados
Faixa 1	30 - 39,99	1	1%	0
Faixa 2	40 - 49,99	6	8%	2
Faixa 3	50 - 59,99	22	28%	9
Faixa 4	60 - 69,99	26	33%	10
Faixa 5	70 - 79,99	15	19%	6
Faixa 6	80 - 89,99	7	9%	3
Faixa 7	90 - 100	3	4%	1
Total		80	100%	31

5.4 LEVANTAMENTOS DA QUANTIDADE DE FORMAS PELO TQS

Foi observado nos projetos utilizados para o levantamento quantitativo que em na maioria além de apresentarem incompatibilidade entre si, são incompletos. No projeto estrutural ficou evidente a falta de previsão de estrutura solidária ao oitão, platibanda, caixa d'água e poço de luz é um fator que pode comprometer a sustentação da alvenaria, além de expor principalmente a estabilidade e solidez da estrutura. Sendo assim na maioria das obras, esta estrutura complementar é executada de maneira precária ou simplesmente omitidas. É exemplificado através da UH 1 (Figura 19), que contém um poço de luz, comumente adotado para garantir iluminação e ventilação aos ambientes adjacentes, e atender distâncias de recuo das aberturas em relação à divisa.

Na Figura 20 é ilustrado o poço de luz do banheiro com altura 3,38 m, inclusive superior à do respaldo (3 m). Neste determinado ponto, segundo o projeto arquitetônico (cortes), a edificação apresenta mais que o dobro da altura do restante, entretanto, não foram encontrados no projeto a previsão de elementos para sustentação do poço de luz.

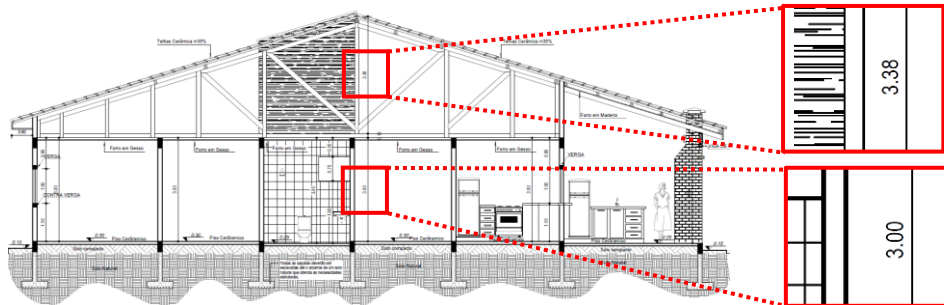
Figura 19 – Poço de luz da UH1



Fonte: Empresa doadora

É observado na Figura 21, que o projeto estrutural tem previsão para a execução apenas para os níveis de baldrame e respaldo. Nesta UH foram fornecidas imagens de uma vistoria anterior (Figura 22), antes do revestimento, é observado uma estrutura complementar executada para o fosso de luz e paredes laterais da cobertura.

Figura 20 - Corte da UH1



Fonte: Empresa doadora

Figura 21 – Plantas de Forma do Edifício 1

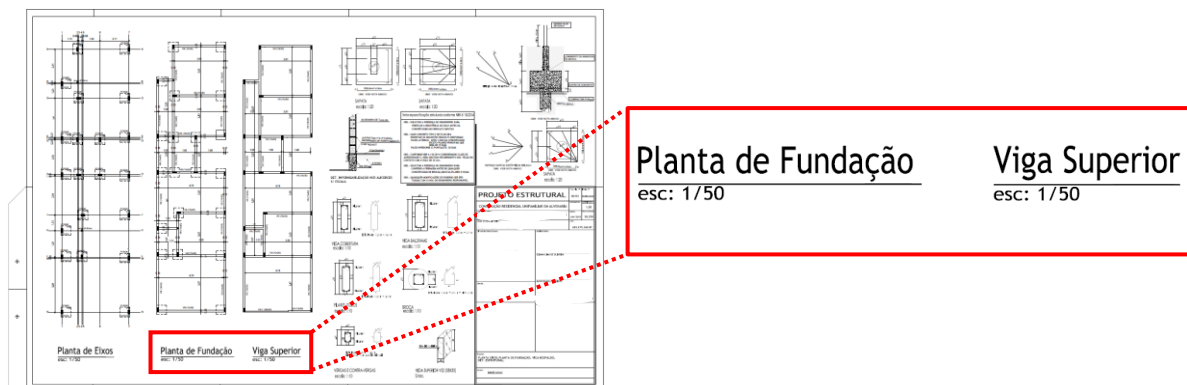
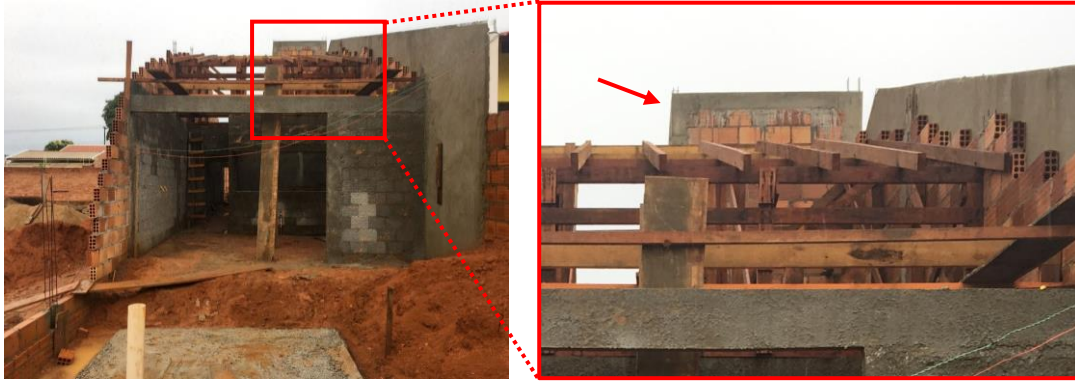
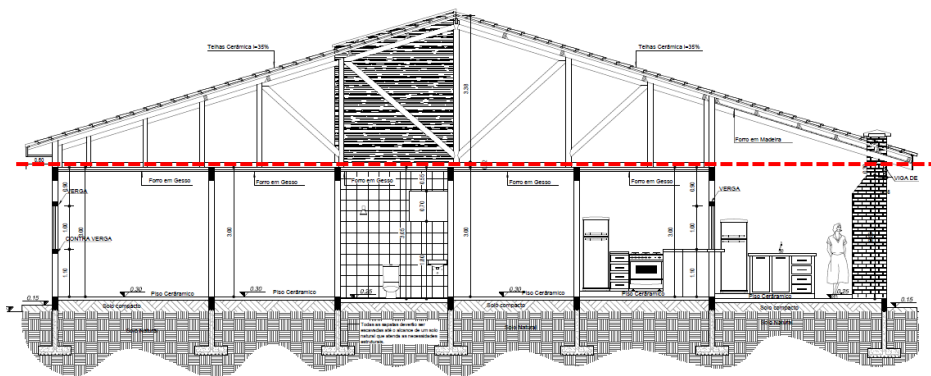
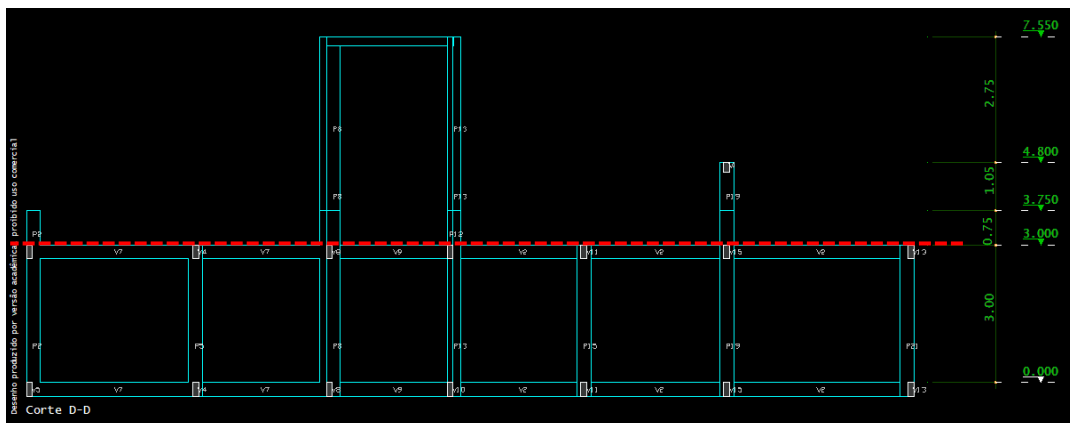


Figura 22 – Construção de da estrutura complementar na UH01



A Figura 23 ilustra o comparativo em corte da estrutura com arquitetura. Abaixo da tracejada estão os trechos que havia compatibilidade entre os projetos (arquitetônico e estrutural). A parte de cima da linha dos projetos passou a ter compatibilidade após a complementação do projeto estrutural.

Figura 23 – Cortes estrutura e arquitetura



Corte BB
esc: 1/50

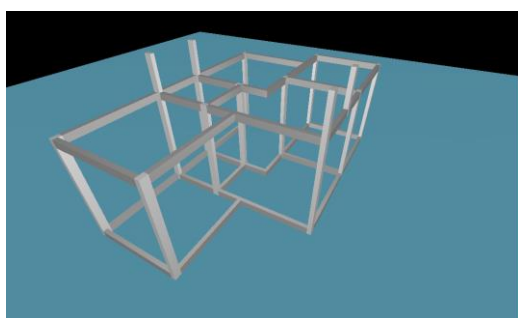
Este mesmo comportamento foi possível observar em demais edifícios deste estudo, não havia previsão de estrutura nos demais níveis além de baldrame e respaldo, mas foram executados.

A seguir são demonstrados alguns exemplos dos levantamentos de quantitativo de formas realizados para 32 amostras através do *software* TQS.

A direita está a visualização em 3D e ao lado seu respectivo consumo de formas obtido pelo TQS.

Na Figura 24 e Figura 25 estão ilustrados exemplos que apresentaram o menor consumo de forma. As UH58 e UH122 e apresentaram respectivamente: o consumo de 90,80 m² e 91,1m², e áreas construídas de 49 e 56,4 m². Ambas possuem dois quartos, sala, cozinha americana e banheiro social.

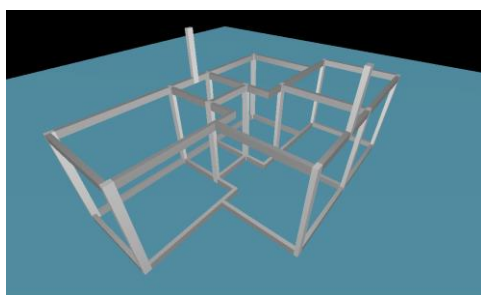
Figura 24 – Estrutura e resultados de consumo de formas da UH58 no TQS



UH 58 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	34,3	28,3	0,0	0,0	0,0
Baldrame	2,4	21,8	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	40,7	50,0	0,0	0,0	0,0

Figura 25 – Estrutura e resultados de consumo de formas da UH122 no TQS

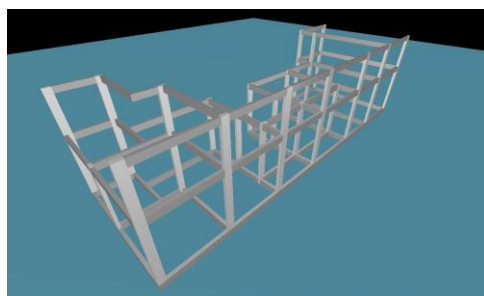


UH 122 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	32,6	30,0	0,0	0,0	0,0
Baldrame	2,4	23,2	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	37,9	53,2	0,0	0,0	0,0

Na Figura 26 é ilustrada a UH131, a amostra apresentou o maior consumo de forma (206,70 m²), maior área construída (89,58 m²) e o maior perímetro 55,13 m.

Figura 26 - Estrutura e resultados de consumo de formas da UH131 no TQS

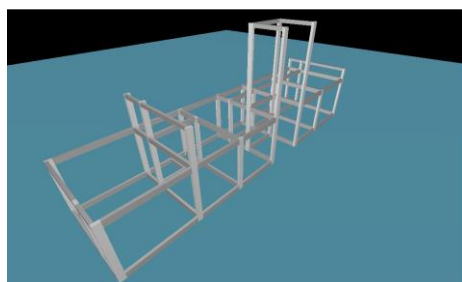


UH 131 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Platibanda	20,7	20,2	0,0	0,0	0,0
Respaudo	59,3	55,2	0,0	0,0	0,0
Baldrame	5,9	45,4	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	86,0	120,8	0,0	0,0	0,0

A UH 49 (Figura 27) apresentou a maior altura (7,55 m) entre todas, maior consumo de formas para pilares (89,5 m²), segundo maior consumo de forma (202,30 m²) mesmo com a menor quantidade de arestas (4).

Figura 27 - Estrutura e resultados de consumo de formas da UH84 no TQS

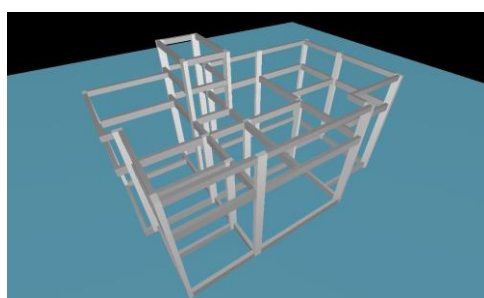


UH 49 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
FossoLuz	9,7	3,3	0,0	0,0	0,0
Respaudo480	6,5	2,5	0,0	0,0	0,0
Respaudo375	6,6	2,5	0,0	0,0	0,0
Respaudo	60,7	57,7	0,0	0,0	0,0
Baldrame	6,1	46,7	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	89,5	112,7	0,0	0,0	0,0

A UH91 (Figura 28) apresentou o maior comprimento de platibanda (45,10 m) entre todas, o sétimo maior consumo de forma (181,60 m²) e a área construída de (67 m²).

Figura 28 – Estrutura e resultados de consumo de formas da UH91 no TQS



UH 91 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Caixa D'Água	3,8	4,0	0,0	0,0	0,0
Platibanda	15,8	19,9	0,0	0,0	0,0
Respaudo	52,0	46,3	0,0	0,0	0,0
Baldrame	4,6	35,2	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	76,1	105,3	0,0	0,0	0,0

No Apêndice C são listados todos os consumos de forma no TQS consolidados.

5.5 TRATAMENTO DOS DADOS POR REGRESSÃO

Esta etapa foi realizada através de várias rodadas de análise com a amostra e variáveis descritas no capítulo de método através do software SPSS.

A seguir é apresentada a equação (3) com melhor resposta estatística, considerando um cenário com 22 unidades habitacionais referente às informações de área de forma, variável dependente, área construída, altura da edificação e comprimento da platibanda como variáveis independentes.

$$\text{Área Total de Forma} = -19,052 + \text{Área Construída} \cdot 1,557 + \text{Altura da Edificação} \cdot 6,311 + \text{Comprimento da Platibanda} \cdot 1,465 \quad (3)$$

Na Figura 29 é ilustrada a relação das variáveis e amostras deste estudo. É observado que foram excluídas nove amostras (2, 5, 7, 10, 20, 41, 81, 129 e 134) e se mantiveram três variáveis independentes (comprimento da platibanda, altura do edifício e área construída).

Figura 29 – Amostras e variáveis após o tratamento estatístico

UH	Frente Terr.	Quartos Escritórios	Banheiros Closet/Disp.	Cozinha Americana	Lazer Garagem	Varanda Á. Serviço	Platibanda	Comp. Platibanda	Altura Edifício	Qtde. Arestas	Área Construída	Perímetro	IeC	Total Área
1	5	2	1	0	1	0	1	15,30	7,55	10	88,80	52,98	57,61	186,90
2	12	2	1	1	0	0	1	21,45	4,80	13	72,09	40,14	64,53	120,80
3	6	2	1	1	0	1	0	0,00	4,00	8	79,30	44,59	64,97	133,30
5	10	3	1	1	0	0	1	36,90	4,00	8	68,81	36,90	71,90	141,30
7	12	3	2	1	0	1	1	41,83	6,95	14	69,85	46,71	55,16	158,50
8	12	2	3	0	0	1	1	15,00	5,00	10	79,07	47,51	60,03	149,50
9	10	2	1	0	0	1	0	0,00	3,05	4	54,93	29,88	82,41	102,50
10	14	2	2	1	0	2	1	12,47	5,00	6	57,47	32,01	76,76	161,50
19	12	2	2	1	0	0	0	0,00	4,65	8	69,94	36,41	73,36	111,30
20	7	3	1	0	0	0	1	16,53	5,31	6	65,62	34,19	77,21	114,40
25	12	2	2	1	0	1	0	0,00	4,60	10	68,95	37,20	69,75	106,70
33	10	2	1	1	0	1	0	0,00	5,00	6	59,64	31,69	78,92	114,00
41	12	2	2	1	0	0	1	36,19	5,40	8	57,19	36,19	66,70	114,60
45	12	2	2	1	0	0	0	0,00	4,80	8	74,29	39,68	69,95	119,30
49	5	2	1	0	1	0	1	17,21	7,55	4	88,57	53,05	60,60	202,30
58	9	2	1	1	0	0	0	0,00	4,80	8	49,00	33,11	66,87	90,80
69	10	2	1	1	0	0	1	15,56	4,50	6	45,83	28,69	75,73	94,00
71	12	2	1	1	0	1	1	9,30	5,70	12	56,91	37,76	61,11	118,90
77	6	2	1	1	0	0	0	0,00	5,20	8	59,84	33,63	72,87	124,60
81	17	2	2	0	0	0	0	0,00	4,30	9	63,21	39,20	64,49	118,00
84	8	2	2	1	0	1	1	37,94	5,50	8	71,71	37,94	71,58	190,30
86	8	3	3	1	0	1	1	35,54	5,20	18	80,63	54,86	49,85	187,80
91	19	2	2	1	1	1	1	45,10	5,70	12	67,23	35,90	69,37	181,60
103	6	2	1	1	0	2	0	0,00	5,35	8	60,75	34,21	72,31	112,00
105	15	2	2	0	0	1	1	23,77	5,50	12	59,90	35,35	66,35	131,60
114	12	2	3	0	0	1	0	0,00	3,60	12	78,82	38,30	71,04	120,30
122	12	2	1	1	0	0	0	0,00	5,20	8	56,44	35,01	68,27	91,10
127	12	2	3	0	0	1	1	38,41	5,00	12	70,93	38,41	67,23	189,50
129	12	1	1	1	0	0	1	44,04	4,90	6	53,13	35,3	67,46	111,60
131	6	2	1	0	1	1	1	35,28	4,85	12	89,58	55,13	54,89	206,70
134	6	2	1	0	0	1	1	26,75	4,70	6	73,07	40,73	69,29	139,80

Legenda

 Variável excluída

 Dado Excluído

5.5.1 Análise descritivas dos dados

Foi realizada uma análise descritiva dos dados, conforme Tabela 12 onde foram observados para cada uma das variáveis: os valores máximos e mínimos, as médias, desvio padrão e variância.

Tabela 12, onde foram observados para cada uma das variáveis: os valores máximos e mínimos, as médias, desvio padrão e variância.

Tabela 12 - Estatística descritiva da amostra

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Variância	Coef. De Variação
Comprimento da Platibanda	22	0,00	45,10	13,11	15,92	253,55	121,5%
Altura do Edifício	22	3,05	7,55	5,10	1,02	1,04	20,0%
Área Construída	22	45,83	89,58	68,68	12,80	163,80	18,6%
Área de Fôrma	22	90,80	206,70	139,32	39,61	1568,89	28,4%
N válido (de lista)	22						

Dentre os dados apresentados na Tabela 12, destacam-se os valores área de forma que variam de 90,80 m² a 206,70 m², com média de 139,32 m². Esta elasticidade evidencia a importância da utilização de fatores (variáveis) neste estudo para que seja possível estimar as influências geradas pelas características de cada uma das unidades habitacionais. O coeficiente de variação demonstra que a dispersão da variável Comprimento da Platibanda é alta, por outro lado, as demais variáveis do modelo apresentam dispersões baixas e mais próximas entre si.

5.5.2 Análise da variável dependente

Seguindo nos testes de análise descritiva da amostra foram realizados os testes de normalidade da variável dependente de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk buscando validar a aplicação da regressão linear múltipla. Após aplicação dos testes os resultados obtidos foram 0,027 e 0,008 (Tabela 13), considerando que esta amostra é menor que 50 dados, foi aplicado para verificação o resultado do teste de Shapiro-Wilk onde espera-se que o nível de significância seja maior que 0,005, rejeitando-se assim a hipótese nula.

Conforme a tabela de Shapiro-Wilk, para uma amostra com 22 dados e significância de 0,08, espera-se que o valor seja de até 0,917. Como o valor encontrado foi de 0,869 não é possível rejeitar a hipótese nula e assim considerar que a amostra apresenta uma distribuição normal.

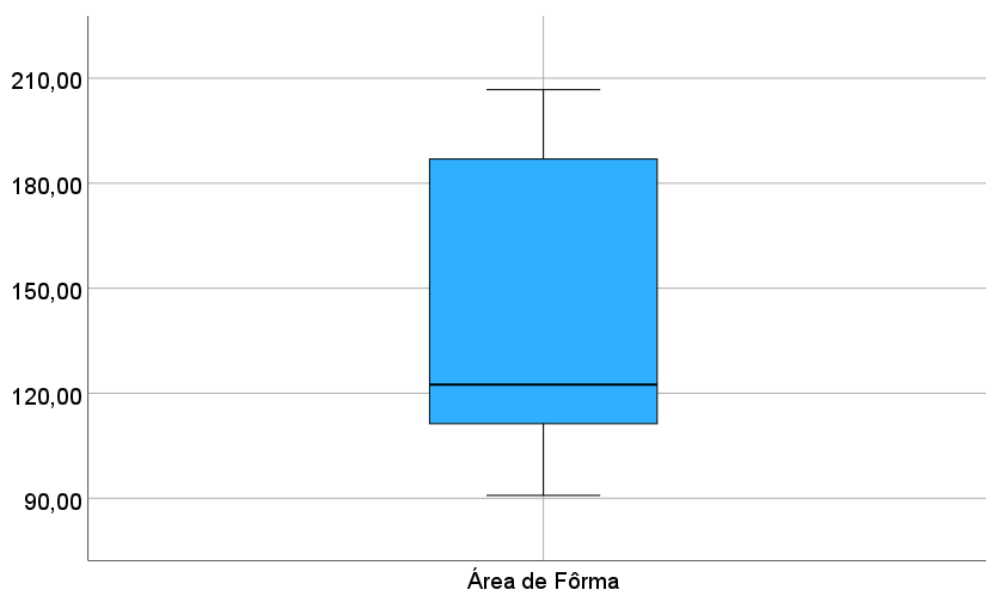
Tabela 13 - Teste de normalidade da variável dependente (área de forma)

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
Área de Fôrma	0,197	22	0,027	0,869	22	0,008

a. Correlação de Significância de Lilliefors

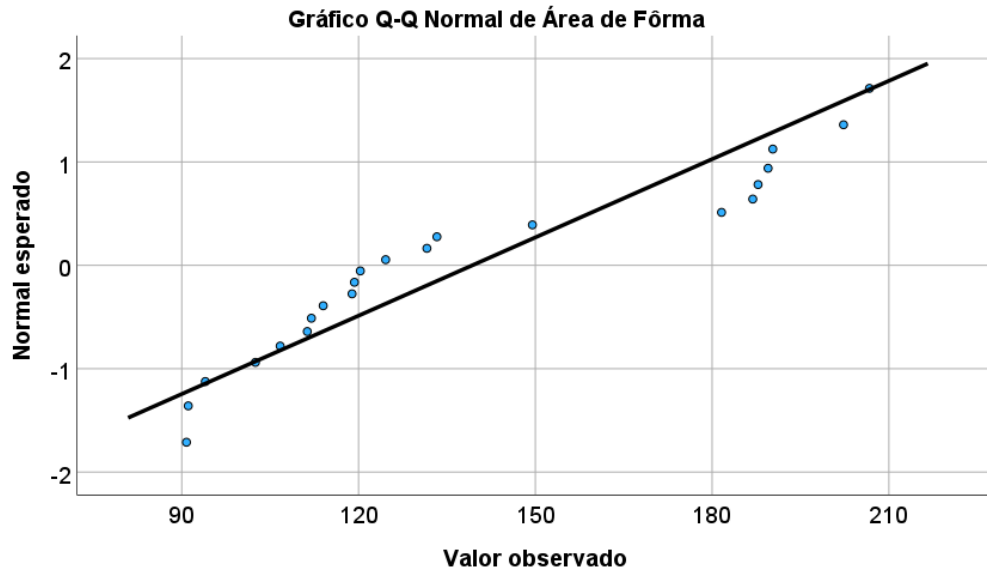
O gráfico de caixa, *boxplot*, na Figura 30, demonstra a não existência de *outliers* na amostra. Um *outlier* é dado que possui um grande afastamento dos demais da amostra, este tipo dado prejudica os resultados da amostra. Este gráfico avalia de forma visual a distribuição empírica dos dados, identificando os *outliers* por asterisco.

Figura 30 - Gráfico boxplot da variável dependente (área de forma)



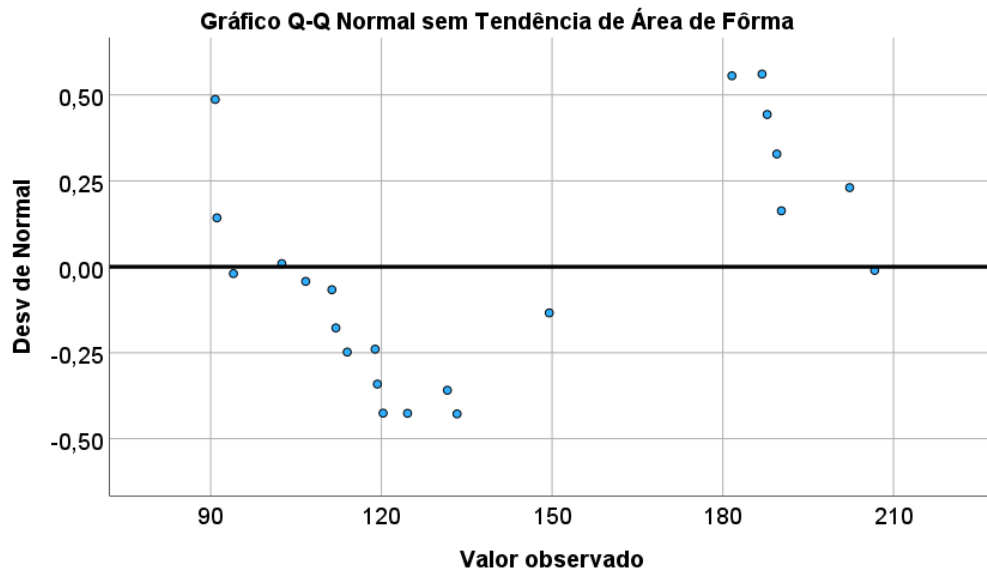
O gráfico de probabilidade normal na Figura 31 demonstra a distribuição normal da variável devido à proximidade dos pontos e sua aleatoriedade em relação à reta.

Figura 31 - Gráfico de probabilidade normal Q-Q plot para área de forma



Na Figura 32 é apresentada a dispersão dos dados em relação à reta horizontal, sem tendência. A aleatoriedade dos dados distribuídos em relação à reta demonstra a normalidade dos dados.

Figura 32 - Gráfico normal sem tendência da variável área de forma

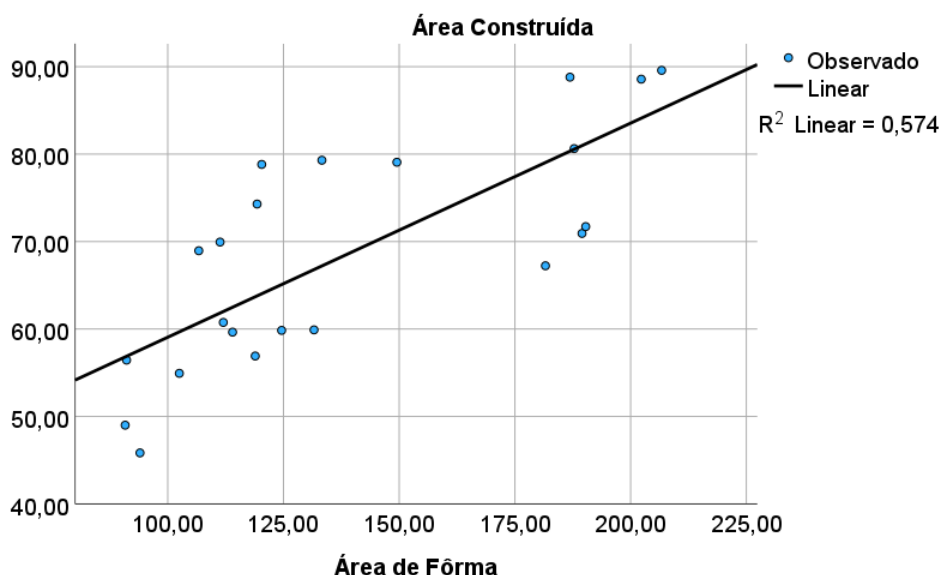


5.5.3 Análise das variáveis independentes

Após a conclusão da análise da variável dependente, foi realizada a análise de cada uma das variáveis independentes. As variáveis independentes consideradas para o modelo foram: área construída, altura da edificação e comprimento da

platibanda. Através do gráfico de dispersão fica demonstrado o comportamento de cada variável independente em relação à variável dependente (área de forma), onde a reta indica o comportamento médio de todos os dados dispersos ao seu redor.

Figura 33 - Gráfico de dispersão da variável área construída



Conforme observado nas seguintes figuras a seguir (

e **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), todas as variáveis independentes apresentaram um comportamento crescente em relação à variável área de forma, ilustrando uma relação positiva entre elas.

Também são observados os coeficientes de determinação de cada uma das variáveis onde o comprimento da platibanda apresenta o maior valor, 0,659, seguido de 0,574 para área construída e 0,293 para altura do edifício. Fica demonstrado, de forma isolada, que a quantidade de forma consumida para a platibanda explica melhor o consumo de forma do que a área construída e a altura do edifício.

Figura 34 - Gráfico de dispersão da variável altura do edifício

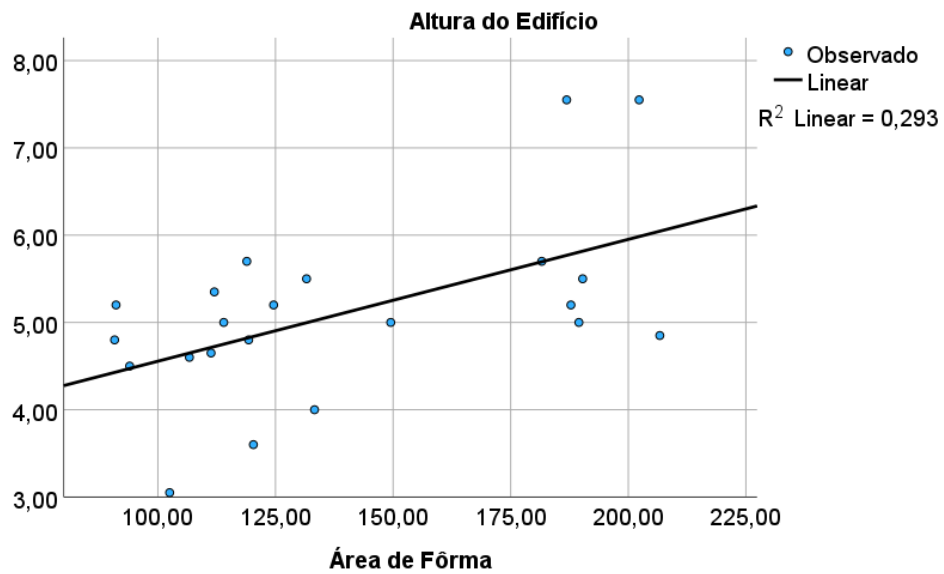
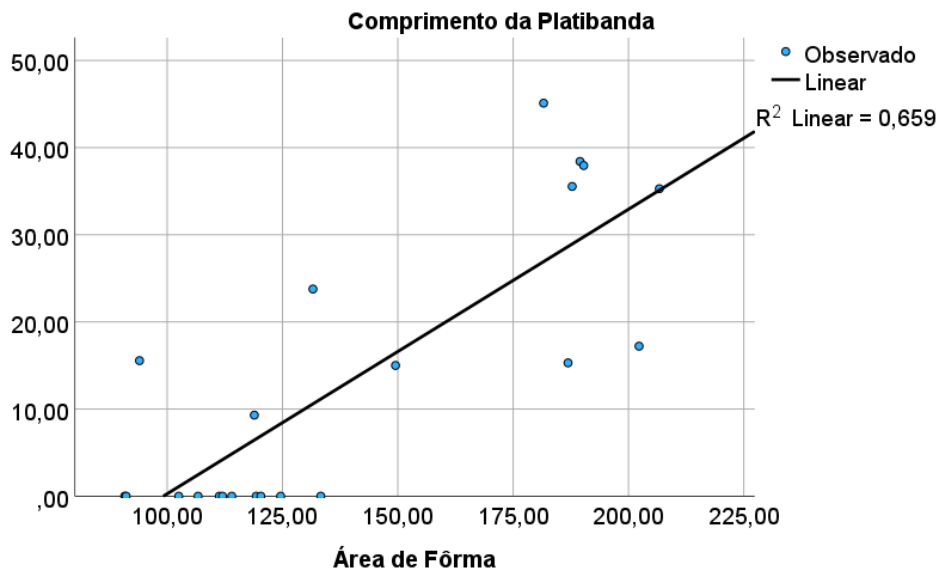


Figura 35 - Gráfico de dispersão da variável comprimento da platibanda



Através da análise de correlação de Pearson (Tabela 14), entre as variáveis independentes, ficou demonstrado que todas as correlações são positivas. As correlações apresentadas não foram altas, indicando que elas são independentes entre si e representam características distintas.

Tabela 14 - Valores de correlação Pearson entre as variáveis independentes

	Área Construída	Altura do Edifício	Comprimento da Platibanda
Área Construída	1	0,357	0,334
Altura do Edifício	0,357	1	0,339
Comprimento da Platibanda	0,334	0,339	1

5.5.4 Análise de regressão

A análise de regressão foi realizada considerando o intervalo de confiança de 95% e valores discrepantes de dois desvios padrão. Na Tabela 15 é observado que modelo apresentou valor de R^2 de 0,948, indicando que aproximadamente 95% do consumo de forma é explicado pelas variáveis independentes. O coeficiente de *Durbin-Watson* apresentou valor de 2,348, dentro da faixa aceitável (de 1,5 a 2,5), indicando que os resíduos são independentes, ou seja, não existe alta correlação entre eles.

Tabela 15 - Resumo do Modelo

	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da	Durbin-Watson
1	,973 ^a	0,948	0,939	9,79748	2,348

a. Preditores: (Constante), Área Construída, Comprimento da

b. Variável Dependente: Área de Fôrma

Na análise de variância (Tabela 16), é observado que o modelo apresentou uma significância inferior a 0,05, indicando que a inclusão dos preditores no modelo apresenta melhor ajuste em relação ao uso da média, que seria um modelo sem os preditores.

Tabela 16 - Análise de Variância (ANOVA)

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
1	Regres são	31218,800	3	10406,267	108,409	<,001 ^b
	Resíduo	1727,833	18	95,991		
	Total	32946,633	21			

a. Variável Dependente: Área de Fôrma

b. Preditores: (Constante), Área Construída, Comprimento da Platibanda, Altura do Edifício

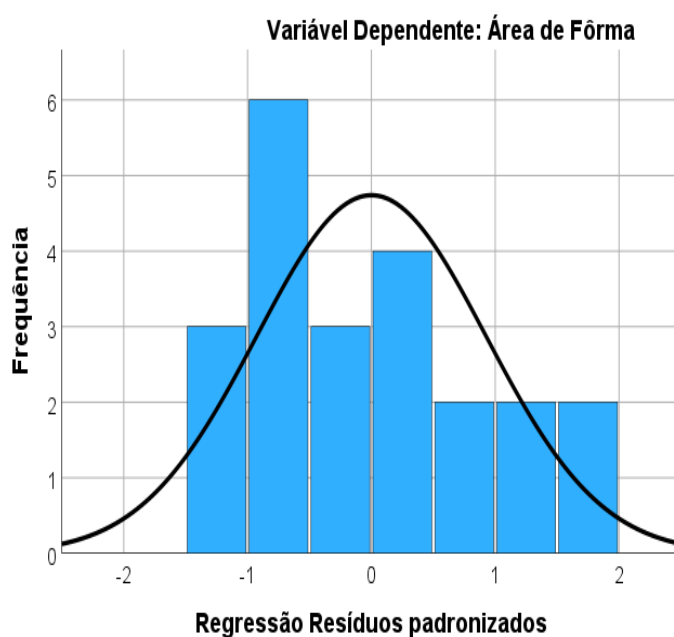
Para a verificar a existência da dados outliers no modelo foi verificada a estatísticas dos resíduos (Tabela 17) onde e observado que não existe resíduos (erro) maior que 2 desvios padrões.

Tabela 17 - Estatísticas de resíduos

	Mínimo	Máximo	Média	Erro Desvio	N
Valor previsto	85,7313	202,7246	139,3182	38,55658	22
Resíduo	-12,15228	17,65443	0,00000	9,07071	22
Erro Valor previsto	-1,390	1,645	0,000	1,000	22
Erro Resíduo	-1,240	1,802	0,000	0,926	22

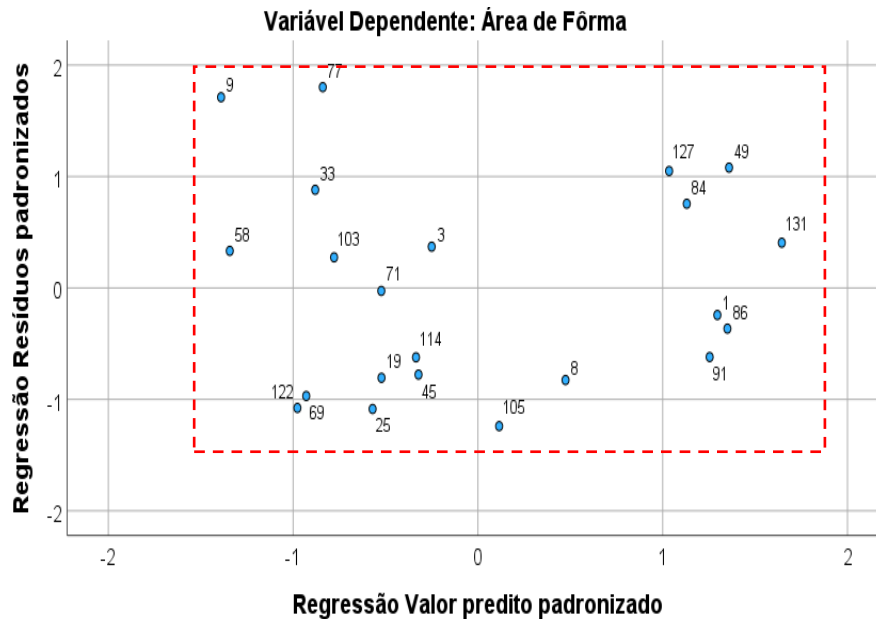
a. Variável Dependente: Área de Fôrma

Figura 36 - Histograma de normalidade dos resíduos



Em relação à normalidade dos resíduos foi possível observar que de forma aceitável eles apresentam uma distribuição normal, conforme observado na Figura 36. Através do gráfico de dispersão dos resíduos padronizados (Figura 37) é observada a homoscedasticidade do modelo uma vez que o contorno dos dados apresenta um formato mais próximo de um retângulo ao invés de um cone.

Figura 37 - Gráfico de dispersão dos resíduos padronizados



Na Tabela 18 são apresentados os coeficientes do modelo e os testes T (*T-Student*) para cada preditor, com sua respectiva significância. No teste T todos os preditores apresentaram significância menor que 0,05, demonstrando que eles têm influência na equação da reta, ou seja, são relevantes para o modelo. Através dos coeficientes é possível obter a equação da reta, onde o valor de -19,048 representa a constante da equação (intercepto de Y) e os coeficientes dos preditores: altura do edifício (6,311), comprimento da platibanda (1,465) e altura do edifício (6,311).

Tabela 18 - Coeficientes do Modelo

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro Erro	Beta		
1 (Constante)	-19,048	14,235		-1,338	0,198
Altura do Edifício	6,311	2,315	0,163	2,726	0,014
Comprimento da Platibanda	1,465	0,147	0,589	9,958	0,000
Área Construída	1,557	0,184	0,503	8,448	0,000

a. Variável Dependente: Área de Fôrma

Através dos coeficientes apresentados **Erro! Fonte de referência não encontrada.** foi definida a equação (2), que conforme os testes realizados, tem a capacidade estimar o consumo teórico de forma de madeira para a confecção de estruturas de concreto armado.

$$\text{Área Total de Forma} = -19,052 + \text{Área Construída} \cdot 1,557 + \text{Altura da Edificação} \cdot 6,311 + \text{Comprimento da Platibanda} \cdot 1,465 \quad (2)$$

5.6 VALIDAÇÃO DA EQUAÇÃO: COMPARAÇÃO ENTRE RESULTADOS

O resultado da etapa de validação é demonstrado na Tabela 19 através dos quantitativos levantados pelo TQS (variável dependente) comparados aos quantitativos previsto pela regressão e suas respectivas diferenças.

A partir da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, observasse que a diferença média em módulo foi de 6%, ficando apenas as amostras 9,77 e 122 com diferença superior a 10%.

Tabela 19 - Comparação de forma do TQS com o resultado da equação

UH	Área (m ²)	Altura Edifício (m)	Comprimento Platibanda (m)	Total Pilar	Viga Baldrame	Viga Geral	Fôrma TQS (m ²)	Fôrma Modelo (m ²)	Diferença
1	88,80	7,55	15,30	81,20	44,4	61,30	186,90	189,27	1%
3	79,30	4,00	0,00	52,30	36,0	45,00	133,30	129,66	-3%
8	79,07	5,00	15,00	70,70	31,5	47,30	149,50	157,59	5%
9	54,93	3,05	0,00	42,20	26,8	33,50	102,50	85,72	-16%
19	69,94	4,65	0,00	42,80	35,5	33,00	111,30	119,19	7%
25	68,95	4,60	0,00	41,50	31,3	33,90	106,70	117,33	10%
33	59,64	5,00	0,00	53,30	27,0	33,70	114,00	105,36	-8%
45	74,29	4,80	0,00	47,80	31,1	40,40	119,30	126,91	6%
49	88,57	7,55	17,21	89,60	46,7	66,00	202,30	191,71	-5%
58	49,00	4,80	0,00	40,70	21,8	28,30	90,80	87,53	-4%
69	45,83	4,50	15,56	46,80	22,7	24,50	94,00	103,49	10%
71	56,91	5,70	9,30	52,20	30,1	36,60	118,90	119,15	0%
77	59,84	5,20	0,00	61,40	26,6	36,60	124,60	106,94	-14%
84	71,71	5,50	37,94	70,90	40,5	78,90	190,30	182,89	-4%
86	80,63	5,20	35,54	85,00	35,9	66,90	187,80	191,37	2%
91	67,23	5,70	45,10	76,20	35,2	70,20	181,60	187,67	3%
103	60,75	5,35	0,00	48,10	27,8	36,10	112,00	109,30	-2%
105	59,90	5,50	23,77	64,70	22,5	44,40	131,60	143,75	9%
114	78,82	3,60	0,00	49,40	30,8	40,10	120,30	126,39	5%
122	56,44	5,20	0,00	37,90	23,2	30,00	91,10	101,64	12%
127	70,93	5,00	38,41	77,60	38,3	73,60	189,50	179,21	-5%
131	89,58	4,85	35,28	85,90	45,4	75,40	206,70	202,72	-2%

5.7 PROPOSTA DO MODELO PARA ESTIMATIVA DO CONSUMO DE MADEIRA PARA FORMAS

Considerando que o resultado disponibilizado pela equação apresenta a área global de forma, referente à forma de todos os elementos estruturais, onde os quantitativos de cada tipo de elemento e/ou pavimento estão somados, para que fosse possível a aplicação deste quantitativo de uma forma não agregada, o que se considera ser mais realista, foi identificado o percentual de cada elemento em relação ao total com auxílio do software TQS, cujo resultado está na Tabela 20.

Tabela 20 - Relação do quantitativo de forma do TQS por elemento

UH	Pilar		Viga Baldrame		Viga Geral		Total
	m ²	%	m ²	%	m ²	%	
1	81,20	43%	44,4	24%	61,30	33%	186,90
3	52,30	39%	36,0	27%	45,00	34%	133,30
8	70,70	47%	31,5	21%	47,30	32%	149,50
9	42,20	41%	26,8	26%	33,50	33%	102,50
19	42,80	38%	35,5	32%	33,00	30%	111,30
25	41,50	39%	31,3	29%	33,90	32%	106,70
33	53,30	47%	27,0	24%	33,70	30%	114,00
45	47,80	40%	31,1	26%	40,40	34%	119,30
49	89,60	44%	46,7	23%	66,00	33%	202,30
58	40,70	45%	21,8	24%	28,30	31%	90,80
69	46,80	50%	22,7	24%	24,50	26%	94,00
71	52,20	44%	30,1	25%	36,60	31%	118,90
77	61,40	49%	26,6	21%	36,60	29%	124,60
84	70,90	37%	40,5	21%	78,90	41%	190,30
86	85,00	45%	35,9	19%	66,90	36%	187,80
91	76,20	42%	35,2	19%	70,20	39%	181,60
103	48,10	43%	27,8	25%	36,10	32%	112,00
105	64,70	49%	22,5	17%	44,40	34%	131,60
114	49,40	41%	30,8	26%	40,10	33%	120,30
122	37,90	42%	23,2	25%	30,00	33%	91,10
127	77,60	41%	38,3	20%	73,60	39%	189,50
131	85,90	42%	45,4	22%	75,40	36%	206,70
	Média	43%	Média	24%	Média	33%	

Na Tabela 20 é apresentado o percentual de cada amostra para cada tipo de elemento construtivo da estrutura. Sendo assim, iremos adotar o a média destes percentuais como complemento de uso da equação de regressão, já que as próprias composições apresentam uma expertise capaz de nos aproximar mais do real consumo.

5.8 MODELO PARA ESTIMATIVA PEÇAS DE MADEIRA

Na Tabela 21 são apresentados, conforme SINAPI, as composições e os respectivos insumos de madeira para cada tipo de elemento estrutural definido por este estudo.

Tabela 21 - Composições orçamentárias adotadas para quantificação

Elemento		Composição	Insumo	
Pilar	92409	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_09/2020	6189	TABUA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA
			4517	SARRAFO *2,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA
Viga Baldrame	96530	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 1 UTILIZAÇÃO. AF_06/2017	6189	TABUA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE
			4517	SARRAFO *2,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA
Viga Geral	92446	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_09/20	6193	TABUA NAO APARELHADA *2,5 X 20* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA
			4517	SARRAFO *2,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA
			6189	TABUA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA
			4491	PONTALETE *7,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA

Tabela 22 - Indicadores de consumo de forma por área construída (m²)

UH	1 Utilização		2 Utilizações		4 Utilizações	
	kg / ac	m ³ / ac	kg / ac	m ³ / ac	kg / ac	m ³ / ac
1	72,69	0,107	42,04	0,062	27,37	0,040
3	58,05	0,085	33,57	0,049	21,86	0,032
8	65,30	0,096	37,76	0,056	24,58	0,036
9	64,44	0,095	37,27	0,055	24,26	0,036
19	54,96	0,081	31,78	0,047	20,69	0,030
25	53,44	0,079	30,91	0,045	20,12	0,030
33	66,01	0,097	38,18	0,056	24,85	0,037
45	55,46	0,082	32,07	0,047	20,88	0,031
49	78,88	0,116	45,62	0,067	29,70	0,044
58	64,00	0,094	37,01	0,054	24,09	0,035
69	70,83	0,104	40,96	0,060	26,67	0,039
71	72,15	0,106	41,73	0,061	27,17	0,040
77	71,91	0,106	41,59	0,061	27,07	0,040
84	91,65	0,135	53,00	0,078	34,51	0,051
86	80,44	0,118	46,52	0,068	30,29	0,045
91	93,28	0,137	53,95	0,079	35,12	0,052
103	63,67	0,094	36,82	0,054	23,97	0,035
105	75,87	0,112	43,88	0,065	28,57	0,042
114	52,71	0,078	30,48	0,045	19,85	0,029
122	55,74	0,082	32,24	0,047	20,99	0,031
127	92,27	0,136	53,36	0,078	34,74	0,051
131	79,69	0,117	46,08	0,068	30,00	0,044
Inferior	52,71	0,078	30,48	0,045	19,85	0,029
Média	69,70	0,103	40,31	0,059	26,24	0,039
Superior	93,28	0,137	53,95	0,079	35,12	0,052

Na Tabela 22 é observado os indicadores de consumo em peso (kg) e volume (m³) por área construída (m²). Os consumos médios tiveram uma redução de 73% entre uma e duas utilizações e 54% entre duas e quatro utilizações, entre uma e quatro utilizações a redução foi de 166%.

A Planilha Quantificadora de Peças de Madeira (Figura 38) foi disponibilizada para download através do link: https://docs.google.com/spreadsheets/d/13GeEJuwZfwfJ9Al1JZJnU0mivoCwiY_L/edit?usp=sharing&oid=109840500785688343407&rtpof=true&sd=true. Através da informação de características básicas da edificação é possível estimar o consumo de peças de madeira necessárias para a confecção das formas por tipo de elemento estrutural. Pela parametrização dos comprimentos das peças e quantidade de utilizações é realizado o cálculo da previsão do consumo em quantidade e comprimento.

Figura 38 – Planilha eletrônica para quantificar a quantidade de peças de madeira



Planilha Quantificadora de Peças de Madeira

Altere apenas os campos amarelos

Área construída 60 m²
 Altura da Edificação 3,45 m
 Comprimento da Platibanda 10 m

Comprimento Elementos

Tábua (30 cm) 5 m
 Tábua (20 cm) 5 m
 Sarrafo (7,5) 4 m
 Pontaleta (7,5x7,5) 3 m

Equação de Regressão:

Área Total de Fôrma = -19,052 + Área Construída ·
 1,557 + Altura da Edificação · 6,311 + Comprimento da
 Platibanda · 1,465

Resultados

Total	110,79 m ²
Pilar	47,64 m ²
Viga Baldrame	26,59 m ²
Viga Geral	36,56 m ²

Elementos	Aproveitamentos	Tábuas (30 cm)		Tábuas (20 cm)		Sarrafo		Pontaleta	
		Comp.	Qtde.	Comp.	Qtde.	Comp.	Qtde.	Comp.	Qtde.
Pilar	2	164,88 m	33	0,00 m	0	111,90 m	28	0,00 m	0
V. Baldrame	2	51,66 m	11	0,00 m	0	29,06 m	8	0,00 m	0
V. Geral	4	68,14 m	14	11,99 m	3	64,77 m	13	89,99 m	30
Total		284,68	58	11,99	3	206	49	90	30

6 DISCUSSÃO

A baixa qualidade dos projetos ficou evidenciada na fase de levantamentos de dados, grande parte foram eliminados principalmente pela ilegibilidade e incompletude. Isso evidencia a carência de qualidade técnica dos profissionais envolvidos, e a baixa exigência das instituições envolvidas no processo. Questionada pela quantidade significativa de projetos incompletos, a empresa credenciada, informou que a instituição financeira exige apenas o projeto legal para suas construções financiadas, e muitos projetos incompletos acabam sendo aprovados por outras empresas credenciadas. O projeto legal é o conjunto de projetos exigido pelas prefeituras para requerimento do alvará de construção. Ainda segundo a empresa, a maiorias das prefeituras, na época, apenas exigiam o projeto arquitetônico.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta um comparativo dos indicadores de outros estudos com os deste. É observado que as médias dos indicadores ficaram dentro do intervalo (inferior e superior) deste estudo. A média do indicador de 2 utilizações foi o que mais se aproximou dos demais, inclusive do estudo prático de Punhagui *et al.* (2022). A média do indicador apresentado por Kobayashi Júnior *et al.* (2020) ficou mais distante das médias deste estudo, comportamento semelhante ao apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, onde é observado que o intervalo de área construída é mais elástico e intersecciona sutilmente apenas com os limites superiores de Punhagui *et al.* (2022).

Em relação a metodologia adotada, os indicadores teóricos não tiveram a previsão do reaproveitamento das formas, e sua proximidade de consumo a média do indicador de duas utilizações pode ter relação os métodos mais simplificados adotados na quantificação das peças de madeira. No estudo de Punhagui *et al.* (2022), em seu levantamento teórico foi considerada a utilização da alvenaria como forma: duas faces dos pilares e face inferior das vigas superiores. Neste estudo foi considerada a construção da forma com todos os seus componentes, conforme as composições orçamentárias do SINAPI que estão especificadas conforme a ABCP (1943). Mesmo consideradas todas peças necessárias para a confecção de formas, os indicadores para duas utilizações teve sua média 12% menor se comparado a média do estudo prático de Punhagui *et al.* (2022).

Figura 39 - Gráfico comparativo de indicadores de consumo (-2m³/m²)

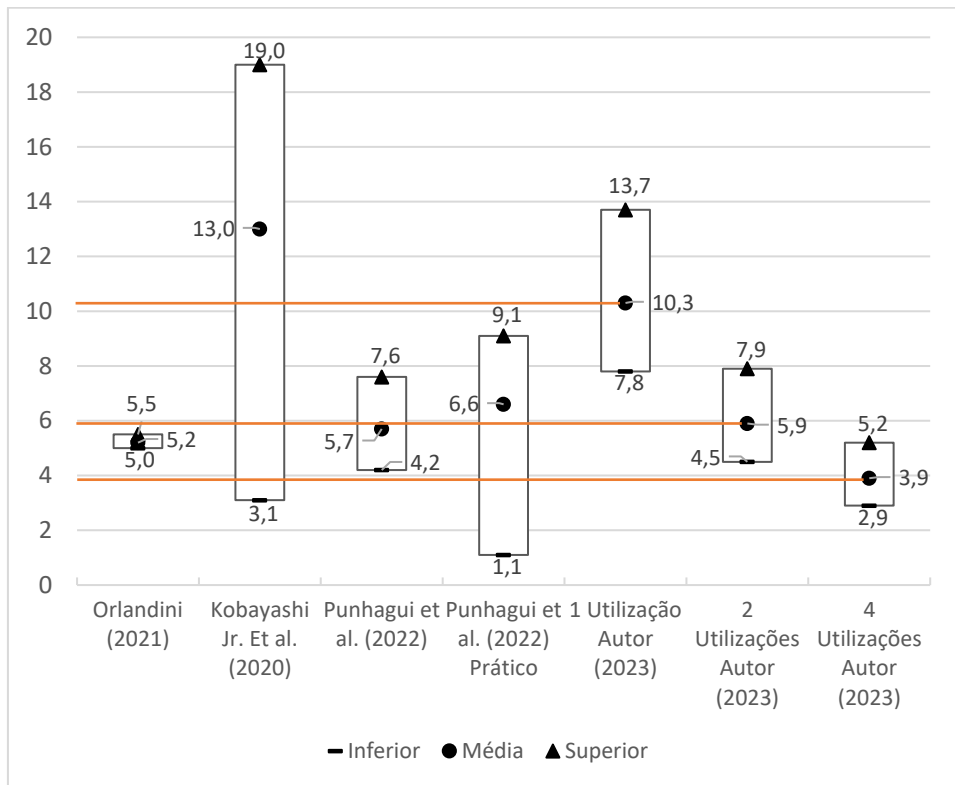
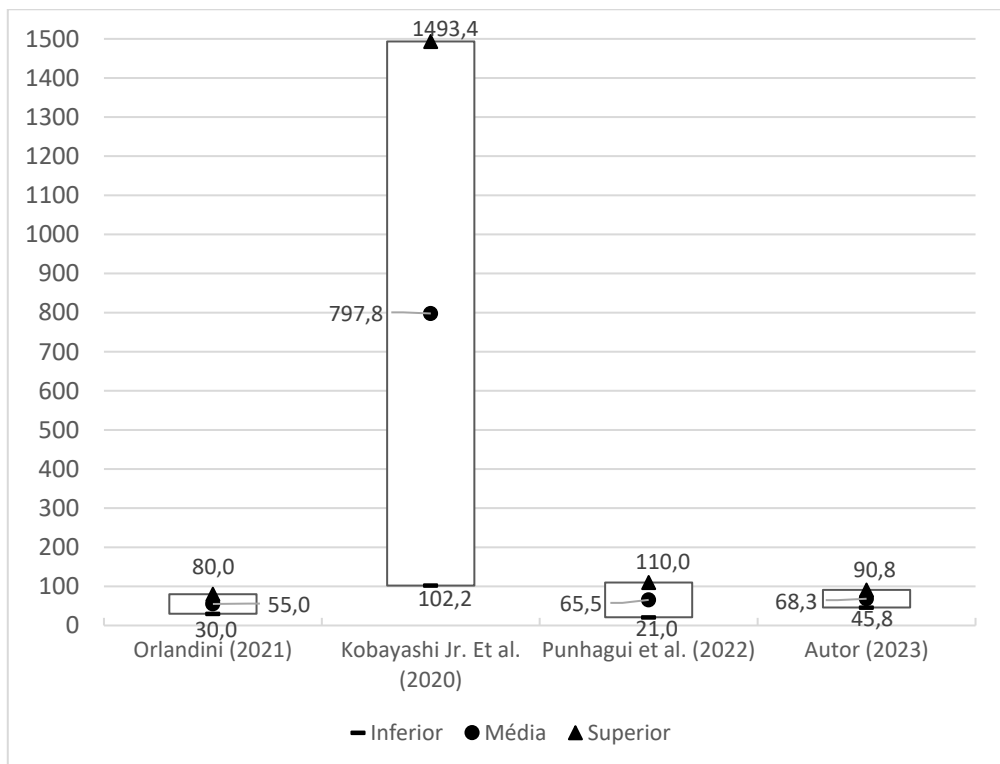


Figura 40 - Gráfico comparativo de área construída (m²)



Nos últimos 20 anos o SBPE – Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo liberou mais 390 bilhões de reais, para o financiamento de 2,4 milhões de obras individuais de casas isoladas (CBIC, 2022). Se relacionado a quantidade de recurso mensal com o CUB (SINAPI) médio do mesmo mês, podemos estimar 409 milhões de metros quadrados de área construída. Aplicado o coeficiente ($0,059 \text{ m}^3/\text{m}^2$) médio deste estudo, considerando duas utilizações, estima-se o consumo de 24 milhões de m^3 de madeira para formas. Todo este recurso é gerido pelas instituições financeiras, que através de profissionais credenciados, aprovam os projetos e acompanham a sua respectiva da execução.

7 CONCLUSÃO

A baixa qualidade dos projetos contribuiu negativamente para o estudo, pois em quase sua totalidade apresentam falta de detalhamento e compatibilidade entre si. A falha na fase de projeto compromete a execução em todos os aspectos, como a qualidade e o custo, principalmente pelo aumento no prazo e consumo de materiais, como a madeira empregada para formas. Considerando ainda a baixa qualificação da mão de obra, falta de acompanhamento adequado dos responsáveis técnicos, podem contribuir significativamente na redução da vida útil do edifício e no aumento do déficit habitacional.

As instituições financeiras, através dos processos de financiamento de construção podem contribuir para a redução do consumo de materiais de construção bem como a madeira através de políticas de construção sustentável e adoção de novos sistemas construtivos.

Estimativas de consumo de madeira para forma baseadas na execução equivocada do sistema construtivo convencional podem na prática não gerar nenhuma redução no consumo, pois ficou demonstrado através da comparação com o estudo prático, mesmo considerando todas as peças necessárias, é possível reduzir o consumo médio de madeira para confecção de formas em 12%, desde que seja adotado duas utilizações para as peças. Tais práticas também corroboram para a continuidade de falhas construtivas em sistemas ultrapassados, gerando a necessidade de maiores reparos, reduzindo da vida útil da edificação e consequentemente gerando maior quantidade de resíduos.

A tabela eletrônica capaz de prever a quantidade de peças de madeira a serem adquiridas, permitiu através da comparação de aproveitamentos, facilitar as previsões possíveis do consumo de madeira para formas. Embora não se tenham estudos práticos que demonstrem a efetividade destes aproveitamentos, acredita-se que a utilização deste recurso aliado o envolvimento do responsável técnico junto ao proprietário e a obra podem contribuir positivamente para gestão e redução do consumo.

8 SUGESTÃO DE PARA TRABALHOS FUTUROS

Avaliar através de constatação prática as possibilidades de obter o maior número de aproveitamento do conjunto de formas para construção de habitações unifamiliares executadas no regime de autoconstrução.

Avaliar através de constatação prática a eficiência das composições orçamentárias oficiais em obras populares.

Avaliar as possibilidades do aproveitamento das peças de madeira (tabua, pontalete, sarrafo) entre os serviços como: gabarito, andaimes, barracão, formas e estrutura do telhado.

Avaliar melhorias para o sistema de forma tradicional (ABCP) que reduzam o consumo de madeira sem comprometer o funcionamento da estrutura de concreto armado e a correta interação entre estrutura e alvenaria.

Propor as instituições de fomento e financiamento da construção através de manuais, vídeos e aplicativos a integração entre os envolvidos (proprietário da obra, responsável técnico, normas técnicas e a instituição), gestão da obra e acesso a informações técnicas pertinentes a edificação.

REFERÊNCIAS

- ABIKO, A. K. *et al.* **O Futuro da Construção Civil no Brasil**: resultados de um estudo de prospecção tecnológica da cadeia produtiva da construção habitacional. Brasília, DF: MIDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2003.
- ADEODATO, S. *et al.* **Madeira de ponta a ponta**: o caminho desde a floresta até o consumo. 1. ed. São Paulo: FGV RAE, 2011.
- AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. São Paulo: Blucher, 2011.
- AMOR, L. L. V. **Modelo para estimar a geração de resíduo de madeira de uso provisório em obras de edifícios verticais**. 2017. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2017. Disponível em: [http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6311/Luciano Lopes Vargas Amor_.pdf?sequence=1](http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6311/Luciano%20Lopes%20Vargas%20Amor_.pdf?sequence=1).
- ASSAHI, P. N. **Sistema de Forma para estrutura de concreto**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DE CRÉDITO IMOBILIÁRIO E POUPANÇA. **Boletim Informativo de Crédito Imobiliário e Poupança Informativos Mensais**. [S. l.: s. n.], 2023. Disponível em: <https://www.abecip.org.br/imprensa/informativos-mensais>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DE CRÉDITO IMOBILIÁRIO E POUPANÇA. **Financiamento Imobiliário Indicadores**. São Paulo: [s. n.], 2023. Disponível em: <https://www.abecip.org.br/credito-imobiliario/indicadores/financiamento>. Acesso em: 28 abr. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Formas de madeira para concreto armado em edifícios comuns (Boletim técnico nº 50)**. São Paulo: ABCP, 1943.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10520**: Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14724**: ABNT 14724: Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos — Apresentação. 3ªed. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. *E-book*. Disponível em: www.abnt.org.br.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14807**: Peças de madeira serrada - Dimensões. Rio de Janeiro: [s. n.], 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. 2ªed. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8545**: Execução de Alvenaria Sem Função Estrutural de Tijolos e Blocos Cerâmicos. [S. l.: s. n.], 1984.

ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo: [s. n.], 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. .

ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil ABRELPE**. São Paulo: [s. n.], 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>. .

BAKCHAN, A.; FAUST, K. M. Construction waste generation estimates of institutional building projects: Leveraging waste hauling tickets. **Waste Management**, [s. l.], v. 87, p. 301–312, 2019.

BAKSHAN, A. *et al.* A field based methodology for estimating waste generation rates at various stages of construction projects. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 100, p. 70–80, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.04.002>.

BARROS, M. M. S. B. de; MELHADO, S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. *E-book*. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075606/mod_resource/content/1/Apostila_Producao_estruturas.pdf.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. 6ªed. Rio de Janeiro: LTC, 2022.

BIANCO, M. **Boas práticas voltadas à gestão ambiental, da qualidade e da segurança para obras de empresas construtoras de micro porte**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2012.

BONDUKI, N. G. **Origens da habitação social no Brasil (1930-1945): o caso de São Paulo**. 1994. - Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16131/tde-17052022-100206/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

BORJA, L. C. A. *et al.* A Quantitative Method for Prediction of Environmental Aspects in Construction Sites of Residential Buildings. **Sustainability**, [s. l.], v. 10, n. 6, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/6/1870>.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Financiamento Imobiliário**: Passos, Indexadores e Sistemas de Amortização. Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2022. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/Downloads/habitacao-documentos-gerais/passos-indexadores-amortizacao.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2022.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Habitação- PF**: Construção, Conclusão, Reforma e Ampliação de Unidades Habitacionais Isoladas - Orientações para Clientes e

Responsáveis Técnicos. Brasília, DF: [s. n.], 2023. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/Downloads/habitacao-documentos-gerais/cartilha-habitacao-PF-construcao-conclusao-reforma-ampliacao-de-unidades-habitacionais.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Construção Civil gerou mais de 190 mil postos de trabalho formais em 2022**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://cbic.org.br/construcao-civil-gerou-mais-de-190-mil-postos-de-trabalho-formais-em-2022/>. Acesso em: 1 maio 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Dez anos de Minha Casa, Minha Vida e sua importância para a economia - Comissão da Indústria Imobiliária**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://cbic.org.br/industria-imobiliaria/2019/03/20/dez-anos-de-minha-casa-minha-vida-e-sua-importancia-para-a-economia-2>. Acesso em: 10 out. 2022.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Financiamento habitacional com recursos da poupança (SBPE) - unidades financiadas e valores contratados**. Brasília, DF: [s. n.], 2022. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/financiamento-habitacional/sbpe>. .

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Pessoas de 14 anos ou mais de idade ocupadas na Construção, na semana de referência**. São Paulo: [s. n.], 2022. Disponível em: http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/tabela_03.B.14_76.xlsx. .

CAMPOS, P. F. de; LARA, A. H. Sistemas construtivos alternativos para habitações populares. **Universidade de São Paulo**, [s. l.], n. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Departamento de Tecnologia, p. 15, 2012.

CARDOSO, L. R. A.; FRESCHI, G. D. R. Industrialization of housing construction in Brazil: current situation and trends. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, [s. l.], v. 1101, n. 4, p. 042001, 2022. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1101/4/042001>. Acesso em: 29 abr. 2023.

COELHO, A.; BRITO, J. de. Quantificação, composição e indicadores de geração de resíduos de construção e demolição. **Construção Magazine**, [s. l.], v. 52, p. 26–30, 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (BRASIL). Resolução nº 307. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, País, 2015, n. Numero do Statuto, p. 50, 5 jul. 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 1 jan. 2001.

COSTA, M. L. **Identificação, caracterização e gestão dos resíduos de madeira produzidos em obras de edificações em Salvador**. 2007. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) - Escola Politécnica. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

DE AZEVEDO, G. O. D.; KIPERSTOK, A.; MORAES, L. R. S. Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 65–72, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/esa/a/LB9mqGzbdskdNMFr6BjhzWS/?lang=pt>. Acesso em: 23 set. 2022.

FERREIRA, C. I. S. **Resíduos de Construção e Demolição: Índices de Produção**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente) - Universidade do Porto, Porto, 2013.

FILHO, J. C. de P. *et al.* Diagnóstico do uso da madeira como material de construção no município de Mossoró-RN/Brasil. **Matéria (Rio de Janeiro)**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. e12179, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rmat/a/V8m9dQWQhMQw6nktY8dBbVK/?lang=pt>. Acesso em: 15 abr. 2023.

FONSECA, A. *et al.* Ameaça e pressão e desmatamento em áreas protegidas: SAD de Agosto de 2019 a Julho de 2020. [s. l.], p. 2, 2020. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/ameaca-e-pressao-de-desmatamento-em-areas-protegidas-sad-de-agosto-de-2019-a-julho-de-2020/>.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Deficit habitacional no Brasil – 2016-2019. [s. l.], p. 169, 2021. Disponível em: http://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/21.05_Relatorio-Deficit-Habitacional-no-Brasil-2016-2019-v2.0.pdf. Acesso em: 9 out. 2022.

GEHRKE, A. E. B. **Indicadores de Sustentabilidade como Ferramenta de Apoio a Gestão Pública de Resíduos da Construção Civil em Municípios de Pequeno Porte**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

HABOWSKI, D. **Estudo da viabilidade da utilização de madeira de reflorestamento como material de construção para casas de pequeno porte**. 2018. - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [s. l.], 2018. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/14341/1/PB_COECI_2018_2_44.pdf. Acesso em: 7 out. 2022.

IBGE. **Domicílios Brasileiros**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/21130-domicilios-brasileiros.html>. Acesso em: 15 jun. 2022.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual 2021**. São Paulo: IBÁ, 2021. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>. .

INTERNATIONAL DATA CORPORATION. The Future of Connected Construction. [s. l.], 2020. Disponível em: [https://constructioncloud.autodesk.com/rs/572-JSV-775/images/Autodesk-IDC-Digital Transformation_The-Future-of-Connected-Construction.pdf](https://constructioncloud.autodesk.com/rs/572-JSV-775/images/Autodesk-IDC-Digital%20Transformation_The-Future-of-Connected-Construction.pdf). Acesso em: 30 abr. 2023.

JIN, K.; HE, C.; DONG, S. Study on Estimation Method of New Construction Waste.

IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, [s. l.], v. 783, 2021.

JONSSON, R. Prospects for timber frame in multi-storey house building in England, France, Germany, Ireland, the Netherlands and Sweden. [s. l.], n. 52, p. 31, 2009.

JUNIOR, C. C. **Formas de madeira para concreto armado**: Complementos de estruturas de madeira. São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2005.

KO, C. H.; KUO, J. De. Making formwork construction lean. **Journal of Civil Engineering and Management**, [s. l.], v. 21, n. 4, p. 444–458, 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/13923730.2014.890655>. Acesso em: 15 abr. 2023.

KOBAYASHI JÚNIOR, Y. *et al.* Estudo comparativo sobre consumo de madeira na construção de edificações convencionais e de alvenaria estrutural. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [s. l.], v. 11, p. 284–297, 2020.

LI, J. *et al.* A model for estimating construction waste generation index for building project in China. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 74, p. 20–26, 2013.

LU, W. *et al.* An empirical investigation of construction and demolition waste generation rates in Shenzhen city, South China. **Waste Management**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 680–687, 2011.

MÁLIA, M. *et al.* Construction and demolition waste indicators. **Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA**, England, v. 31, n. 3, p. 241–255, 2013.

MASCARÓ, J. L. **O Custo das Decisões Arquitetônicas**. 5ªed. Porto Alegre: Masquatro, 2010.

MONTES, R. O. P.; SANTOS, A. R. P. dos; CAVALCANTE, K. M. Análise Numérica Da Interação Alvenaria-Estrutura. **Revista Uniaraçuia**, [s. l.], p. 108–129, 2020.

MONTGOMERY, D.; RUNGER, G. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021-. ISSN 0029-5582.

MORAES, E. S. de; ROVARIS, C.; PUNHAGUI, K. R. G. Produção de habitações no brasil: estudo comparativo de impactos ambientais, com foco no uso da madeira. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, [s. l.], v. 17, p. 3743–3751, 2022. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/1817>. Acesso em: 7 out. 2022.

MOSSMANN, A. S. **Madeira Utilizada Para a Confecção De Formas**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2011.

NAHUZ, A. R. **Catálogo De Madeiras Brasileiras Para a Construção Civil**. São Paulo: IPT-SP, 2013-. ISSN 1098-6596.

NAZAR, N. **Formas e escoramentos para edifícios**: critérios para dimensionamento e escolha do sistema. São Paulo: Pini, 2007.

ORLANDINI, L. C. **Estratégias para Redução das Emissões de CO₂ e o Aumento de Estoque Temporário de Carbono do Setor da Construção por Meio do Uso da Madeira**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2021. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/6513>. Acesso em: 15 abr. 2023.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de madeira**: dimensionamento segundo a norma brasileira NBR 7190/97 e critérios das normas norte-americana NDS e européia EUROCODE 5. 6ªed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

PICHTEL, J. **municipal, hazardous, and industrial**: Waste management practices. Boca Raton: Taylor & Francis, 1957.

PINTO, T. de P. Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: A experiência do SindusCon-SP. **Obra Limpa**, [s. l.], p. 1–48, 2005. Disponível em: http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/Manual_Residuos_Solidos.pdf.

PINTO, E. G. F. uma análise histórica compreendendo o período de 1964 a 2013, norteada pelo arcabouço teórico pós-keynesiano e evolucionário. **Revista Econômica e Desenvolvimento**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 276–296, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/eed/article/view/21103/pdf>. Acesso em: 30 abr. 2023.

PUNHAGUI, K. R. G. *et al.* Caracterização do consumo de madeira para execução de sistema estrutural em concreto armado. **MIX Sustentável**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 119–131, 2022. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/5173>. Acesso em: 15 abr. 2023.

RASHID, A. F. A. *et al.* Life Cycle Environmental Sustainability and Energy Assessment of Timber Wall Construction: A Comprehensive Overview. **Sustainability**, [s. l.], v. 14, n. 7, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/7/4161>.

RODE, P. *et al.* Buildings: investing in energy and resource efficiency Book section. **LSE Research Online**, [s. l.], 2011. Disponível em: <http://eprints.lse.ac.uk>. Acesso em: 16 out. 2022.

SABBATINI, F. H.; FRANCO, L. S.; BARROS, M. S. B. **Tecnologia de vedações verticais**. São Paulo: USP, 2020.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. São Paulo: Érica, 2018.

SHAH, M. S. A. *et al.* A review on wooden formwork for concrete casting. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, [s. l.], v. 513, n. 1, 2019.

SILVA, A. F. F. Gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com a Resolução CONAMA N°. 307/02 – Estudo de caso para um conjunto de obras de

pequeno porte. **Dissertação de Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG**, [s. l.], p. 117, 2007. Disponível em: <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/249M.PDF>.

SILVA, C. B. A.; JÚNIOR, A. C. L. descrição da situação atual e comparação com as experiências do Chile, da Coreia do Sul, da Espanha e dos Estados Unidos. **Engenharia Civil UM**, [s. l.], n. 59, p. 19–30, 2022. Disponível em: <https://revistas.uminho.pt/index.php/ecum/article/view/4178>. Acesso em: 30 abr. 2023.

SINAPI. Cadernos Técnicos de Composições Para Formas para Estruturas de Concreto Armado. [s. l.], 2022.

SOBRAL, L. *et al.* **Acertando o Alvo 2**: consumo de madeira amazônica e certificação florestal no Estado de São Paulo. Belém, PA: Imazon, 2002.

VEIGA, R. M. DA. **Subsídios para elaboração de plano de gerenciamento de resíduos da construção e demolição**. 2007. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial) - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Planejamento Territorial - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, 2007.

VIANA, D. D. **INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO: ANÁLISE DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS CONFORME NÍVEL DE PRÉ-FABRICAÇÃO**. 2021. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/254935/001129413.pdf?sequence=1>. Acesso em: 30 abr. 2023.

ZENID, G. J. **Madeira**: uso sustentável na construção civil. 2ªed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA, 2009.

ZORDAN, S. E. **A UTILIZAÇÃO DO ENTULHO COMO AGREGADO, NA CONFECÇÃO DO CONCRETO**. 1997. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de CampinasCampinas, Brasil, 1997.

APÊNDICE A – LEVANTAMENTO PRÉVIO DOS DADOS

REF.	Total	Quartos	Banheiros	Vagas Cobertas	Platibanda?	Sobrado?	Laje de Cobertura?
1	88,80	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
2	72,10	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
3	79,33	3	2	0	SIM	NÃO	SIM
4	358,22	4	5	2	SIM	SIM	SIM
5	68,79	3	1	0	SIM	NÃO	NÃO
6	76,50	2	1	1	NÃO	NÃO	NÃO
7	67,19	3	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
8	79,02	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
9	54,60	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
10	57,44	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
13	67,20	2	1	0	SIM	NÃO	NÃO
14	412,78	6	6	3	SIM	SIM	SIM
15	270,27	4	3	2	NÃO	SIM	NÃO
17	61,70	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
18	280,81	3	3	2	SIM	NÃO	SIM
19	69,90	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
20	65,63	3	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
22	60,00	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
24	192,07	5	3	0	SIM	SIM	NÃO
25	68,93	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
26	92,00	2	1	1	NÃO	NÃO	NÃO
29	68,85	3	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
30	129,95	3	2	2	SIM	NÃO	NÃO
31	66,27	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
33	59,58	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
35	73,93	2	2	0	SIM	NÃO	NÃO
37	47,49	1	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
39	69,89	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
40	392,33	5	6	3	SIM	SIM	SIM
41	57,22	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
42	71,50	2	3	0	SIM	NÃO	NÃO
43	52,20	1	1	0	SIM	NÃO	NÃO
44	129,47	2	2	2	SIM	NÃO	SIM
45	74,36	3	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
46	56,94	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
47	97,51	3	3	1	SIM	NÃO	NÃO
48	79,19	2	2	1	NÃO	NÃO	NÃO
49	92,00	2	1	1	NÃO	NÃO	NÃO
50	39,45	1	1	0	SIM	NÃO	SIM
56	59,58	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
58	49,83	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
60	47,49	1	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
62	136,93	3	2	1	SIM	NÃO	NÃO
63	60,07	2	1	0	SIM	NÃO	SIM
69	45,84	2	1	0	SIM	NÃO	SIM
71	61,70	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
72	112,92	3	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
73	53,55	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
76	75,40	3	1	0	NÃO	NÃO	SIM
77	59,71	2	1	0	NÃO	NÃO	SIM
78	57,69	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
79	67,22	2	2	1	SIM	NÃO	SIM
80	164,00	2	2	1	NÃO	SIM	NÃO
81	62,98	2	2	0	NÃO	NÃO	SIM
82	81,89	2	1	0	SIM	NÃO	NÃO
83	50,60	1	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
84	75,78	2	2	0	SIM	NÃO	SIM
85	51,50	2	1	0	SIM	NÃO	SIM
86	80,00	3	2	0	SIM	NÃO	NÃO
87	69,99	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
88	50,76	1	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
89	69,96	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
91	67,22	2	2	1	SIM	NÃO	SIM
95	57,22	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
96	59,85	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
98	64,36	3	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
100	58,00	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
102	284,51	4	4	3	SIM	SIM	SIM
103	51,91	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
104	81,84	2	2	1	SIM	NÃO	SIM
105	65,28	2	2	0	SIM	NÃO	NÃO
106	50,00	1	1	0	SIM	NÃO	SIM
108	49,58	1	1	0	SIM	NÃO	NÃO
110	181,18	3	4	2	SIM	NÃO	SIM
111	60,20	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
113	49,82	1	1	0	SIM	NÃO	SIM
114	78,82	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
115	68,59	3	2	0	SIM	NÃO	SIM
116	70,00	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
118	228,39	3	4	2	SIM	SIM	SIM
121	68,98	2	2	0	SIM	NÃO	SIM
122	56,42	2	1	0	NÃO	NÃO	SIM
123	74,18	2	1	0	NÃO	NÃO	SIM
124	69,91	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
125	74,30	2	2	0	SIM	SIM	NÃO
126	188,20	4	2	2	SIM	NÃO	SIM
127	70,88	2	2	0	SIM	NÃO	SIM
129	53,12	1	1	0	SIM	NÃO	SIM
129	54,61	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
130	65,88	2	1	1	NÃO	NÃO	SIM
131	68,47	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
131	89,56	2	1	1	SIM	NÃO	NÃO
134	56,49	2	1	0	SIM	NÃO	SIM

APÊNDICE B – DADOS SELECIONADOS POR FAIXA DE ÁREA

Faixa	REF.	Total	Quartos	Banheiros	Vagas Cobertas	Platibanda ?	Sobrado?	Laje de Cobertura?
Faixa 1	50	39,45	1	1	0	SIM	NÃO	SIM
	69	45,84	2	1	0	SIM	NÃO	SIM
Faixa 2	37	47,49	1	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	60	47,49	1	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	108	49,58	1	1	0	SIM	NÃO	NÃO
	113	49,82	1	1	0	SIM	NÃO	SIM
	58	49,83	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	106	50,00	1	1	0	SIM	NÃO	SIM
	83	50,60	1	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	88	50,76	1	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	85	51,50	2	1	0	SIM	NÃO	SIM
	103	51,91	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	43	52,20	1	1	0	SIM	NÃO	NÃO
	129	53,12	1	1	0	SIM	NÃO	SIM
	73	53,55	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	9	54,60	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	129	54,61	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	122	56,42	2	1	0	NÃO	NÃO	SIM
	134	56,49	2	1	0	SIM	NÃO	SIM
	46	56,94	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	41	57,22	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	95	57,22	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	10	57,44	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	78	57,69	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	100	58,00	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	33	59,58	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	56	59,58	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	77	59,71	2	1	0	NÃO	NÃO	SIM
	96	59,85	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	22	60,00	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	63	60,07	2	1	0	SIM	NÃO	SIM
	111	60,20	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	17	61,70	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	71	61,70	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	81	62,98	2	2	0	NÃO	NÃO	SIM
	98	64,36	3	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	105	65,28	2	2	0	SIM	NÃO	NÃO
	20	65,63	3	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	130	65,88	2	1	1	NÃO	NÃO	SIM
	31	66,27	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	7	67,19	3	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
Faixa 4	13	67,20	2	1	0	SIM	NÃO	NÃO
	79	67,22	2	2	1	SIM	NÃO	SIM
	91	67,22	2	2	1	SIM	NÃO	SIM
	131	68,47	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	115	68,59	3	2	0	SIM	NÃO	SIM
	5	68,79	3	1	0	SIM	NÃO	NÃO
	29	68,85	3	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	25	68,93	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	121	68,98	2	2	0	SIM	NÃO	SIM
	39	69,89	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	19	69,90	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	124	69,91	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	89	69,96	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	87	69,99	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	116	70,00	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	127	70,88	2	2	0	SIM	NÃO	SIM
	42	71,50	2	3	0	SIM	NÃO	NÃO
	2	72,10	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	35	73,93	2	2	0	SIM	NÃO	NÃO
	123	74,18	2	1	0	NÃO	NÃO	SIM
	125	74,30	2	2	0	SIM	SIM	NÃO
Faixa 5	45	74,36	3	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	76	75,40	3	1	0	NÃO	NÃO	SIM
	84	75,78	2	2	0	SIM	NÃO	SIM
	6	76,50	2	1	1	NÃO	NÃO	NÃO
	114	78,82	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	8	79,02	2	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	48	79,19	2	2	1	NÃO	NÃO	NÃO
	3	79,33	3	2	0	SIM	NÃO	SIM
	86	80,00	3	2	0	SIM	NÃO	NÃO
Faixa 6	104	81,84	2	2	1	SIM	NÃO	SIM
	82	81,89	2	1	0	SIM	NÃO	NÃO
	1	88,80	2	1	0	NÃO	NÃO	NÃO
	131	89,56	2	1	1	SIM	NÃO	NÃO
Faixa 7	26	92,00	2	1	1	NÃO	NÃO	NÃO
	49	92,00	2	1	1	NÃO	NÃO	NÃO
	47	97,51	3	3	1	SIM	NÃO	NÃO
	72	112,92	3	2	0	NÃO	NÃO	NÃO
	44	129,47	2	2	2	SIM	NÃO	SIM
	30	129,95	3	2	2	SIM	NÃO	NÃO
	62	136,93	3	2	1	SIM	NÃO	NÃO
	80	164,00	2	2	1	NÃO	SIM	NÃO
	110	181,18	3	4	2	SIM	NÃO	SIM
	126	188,20	4	2	2	SIM	NÃO	SIM
Faixa Eliminada	24	192,07	5	3	0	SIM	SIM	NÃO
	118	228,39	3	4	2	SIM	SIM	SIM
	15	270,27	4	3	2	NÃO	SIM	NÃO
	18	280,81	3	3	2	SIM	NÃO	SIM
	102	284,51	4	4	3	SIM	SIM	SIM
	4	358,22	4	5	2	SIM	SIM	SIM
	40	392,33	5	6	3	SIM	SIM	SIM
	14	412,78	6	6	3	SIM	SIM	SIM

APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DE CONSUMO DE FORMA TQS

UH	Pilar				Viga				Total Área
	Baldrame	Respaudo	Telhado Platibanda	Volume Técnico	Baldrame	Respaudo	Telhado Platibanda	Volume Técnico	
1	5,4	54,2	12,1	9,5	44,4	54,1	2,5	4,7	186,9
2	3,6	43,2	4,5	3,2	24,5	31,9	6,6	3,3	120,8
3	4,0	44,5	3,8	0,0	36,0	45,0	0,0	0,0	133,3
5	3,5	35,1	10,6	0,0	29,9	37,4	24,8	0,0	141,3
7	3,5	37,6	11,8	7,9	33,6	40,3	19,9	3,9	158,5
8	3,6	54,6	0,0	12,5	31,5	40,1	0,0	7,2	149,5
9	3,8	38,4	0,0	0,0	26,8	33,5	0,0	0,0	102,5
10	4,8	35,9	16,5	0,0	47,9	50,8	5,6	0,0	161,5
19	4,2	36,0	2,6	0,0	35,5	33,0	0,0	0,0	111,3
20	2,6	31,2	9,2	0,0	27,9	34,7	8,8	0,0	114,4
25	3,5	35,1	2,9	0,0	31,3	33,9	0,0	0,0	106,7
33	3,8	47,2	2,3	0,0	27,0	33,7	0,0	0,0	114,0
41	2,0	27,2	8,6	0,0	25,0	31,0	20,8	0,0	114,6
45	3,2	42,2	2,4	0,0	31,1	40,4	0,0	0,0	119,3
49	6,1	60,7	13,1	9,7	46,7	57,7	5,0	3,3	202,3
58	2,4	34,3	4,0	0,0	21,8	28,3	0,0	0,0	90,8
69	3,5	35,2	8,1	0,0	22,7	18,9	5,6	0,0	94,0
71	3,8	39,1	5,2	4,1	30,1	31,7	0,0	4,9	118,9
77	2,9	54,7	3,8	0,0	26,6	36,6	0,0	0,0	124,6
81	3,6	43,9	2,2	0,0	27,3	41,0	0,0	0,0	118,0
84	3,8	38,2	26,5	2,4	40,5	48,7	30,2	0,0	190,3
86	3,7	62,6	18,7	0,0	35,9	49,5	17,4	0,0	187,8
91	4,6	52,0	15,8	3,8	35,2	46,3	19,9	4,0	181,6
103	2,8	35,8	9,5	0,0	27,8	36,1	0,0	0,0	112,0
105	3,5	47,2	10,7	3,3	22,5	29,1	11,3	4,0	131,6
114	3,7	44,7	1,0	0,0	30,8	40,1	0,0	0,0	120,3
122	2,4	32,6	2,9	0,0	23,2	30,0	0,0	0,0	91,1
127	4,8	48,0	21,3	3,5	38,3	47,9	25,7	0,0	189,5
129	2,3	24,8	7,7	2,4	22,7	27,7	20,2	3,8	111,6
131	5,9	59,3	20,7	0,0	45,4	55,2	20,2	0,0	206,7
134	2,9	47,5	12,3	0,0	25,6	35,1	16,4	0,0	139,8

APÊNDICE D – MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS CONSUMOS (SINAPI)

Elemento	Composição	Insumo	1 UTILIZAÇÃO				2 UTILIZAÇÕES				4 UTILIZAÇÕES									
			Consumo (m/m³)	Largura (m)	Espessura (m)	Área (m²/m³)	Volume (kg/m³)	Consumo (m/m³)	Largura (m)	Espessura (m)	Área (m²/m³)	Volume (kg/m³)	Consumo (m/m³)	Largura (m)	Espessura (m)	Área (m²/m³)	Volume (kg/m³)			
Pilar	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE PILARES, RETÂNGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_09/2020	6189	6,6606	0,3	0,025	1,988	0,050	33,869	3,4609	0,3	0,025	1,038	0,026	17,651	1,79575	0,3	0,025	0,539	0,013	9,158
		4517	4,52064	0,075	0,025	0,339	0,008	5,764	2,34896	0,075	0,025	0,176	0,004	2,895	1,2188	0,075	0,025	0,091	0,002	1,554
Viga Baldrame	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 mm, 1 UTILIZAÇÃO. AF_06/2017	6189	3,74	0,3	0,025	1,122	0,028	19,074	1,943	0,3	0,025	0,583	0,015	9,909	1,008	0,3	0,025	0,302	0,008	5,141
		4517	2,104	0,075	0,025	0,158	0,004	2,883	1,093	0,075	0,025	0,082	0,002	1,394	0,587	0,075	0,025	0,043	0,001	0,723
Viga Geral	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE VIGA ESCORAMENTO COM PONTELETO DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_09/20	6193	0,913	0,2	0,025	0,183	0,005	3,104	0,474	0,2	0,025	0,095	0,002	1,612	0,328	0,2	0,025	0,066	0,002	1,115
		4517	4,31256	0,075	0,025	0,323	0,008	5,499	2,672096	0,075	0,025	0,200	0,005	3,407	1,771532	0,075	0,025	0,133	0,003	2,259
Viga Geral	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE VIGA ESCORAMENTO COM PONTELETO DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_09/20	6189	4,53696	0,3	0,025	1,361	0,034	23,138	2,81136	0,3	0,025	0,843	0,021	14,337	1,863712	0,3	0,025	0,559	0,014	9,505
		4491	2,2008	0,075	0,075	0,165	0,012	8,418	2,00168	0,075	0,075	0,150	0,011	7,656	2,46149	0,075	0,075	0,185	0,014	9,415

ANEXO A – QUANTITATIVOS DE FORMAS DO TQS

UH 1 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Fosso de Luz	9,5	4,7	0,0	0,0	0,0
Respaudo 480	6,3	2,5	0,0	0,0	0,0
Respaudo 375	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	54,2	54,1	0,0	0,0	0,0
Baldrame	5,4	44,4	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	81,2	105,7	0,0	0,0	0,0

UH 2 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
CaixaDagua	3,2	3,3	0,0	0,0	0,0
Platibanda	4,5	6,6	0,0	0,0	0,0
Respaudo	43,2	31,9	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,6	24,5	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	54,5	66,4	0,0	0,0	0,0

UH 3 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Tebalho	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	44,5	45,0	0,0	0,0	0,0
Baldrame	4,0	36,0	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	52,4	81,0	0,0	0,0	0,0

UH 5 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Platibanda	10,6	24,8	0,0	0,0	0,0
Respaudo	35,1	37,4	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,5	29,9	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	49,2	92,1	0,0	0,0	0,0

UH 7 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Caixa Luz	7,9	3,9	0	0	0
Telhado	11,8	19,9	0	0	0
Respaudo	37,6	40,3	0	0	0
Baldrame	3,5	33,6	0	0	0
Sapatas/Blocos	0	0	0	0	0
TOTAL	60,8	97,7	0	0	0

UH 8 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Platibanda	12,5	7,7	0,0	0,0	0,0
Respaudo	54,6	40,1	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,6	31,5	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	70,6	79,2	0,0	0,0	0,0

UH 9 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Respaudo	38,4	33,5	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,8	26,8	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	42,2	60,3	0,0	0,0	0,0

UH 9 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Respaudo	38,4	33,5	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,8	26,8	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	42,2	60,3	0,0	0,0	0,0

UH 10 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Platibanda	16,5	5,6	0,0	0,0	0,0
Respaudo	35,9	50,8	0,0	0,0	0,0
Fundacao	4,8	47,9	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	57,1	104,3	0,0	0,0	0,0

UH 19 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	36,0	33,0	0,0	0,0	0,0
Baldrame	4,2	35,5	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	42,8	68,5	0,0	0,0	0,0

UH 20 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
531	1,8	5,7	0,0	0,0	0,0
475	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
415	5,5	3,1	0,0	0,0	0,0
Respaudo	31,2	34,7	0,0	0,0	0,0
Fundacao	2,6	27,9	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	43,0	71,5	0,0	0,0	0,0

UH 25 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	35,1	33,9	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,5	31,3	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	41,5	65,2	0,0	0,0	0,0

UH 33 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	47,2	33,7	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,8	27,0	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	53,3	60,7	0,0	0,0	0,0

UH 41 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Telhado	7,0	20,8	0,0	0,0	0,0
Respaudo	27,2	31,0	0,0	0,0	0,0
Baldrame	2,0	25,0	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	37,8	76,7	0,0	0,0	0,0

UH 45 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	42,2	40,4	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,2	31,1	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	47,8	71,5	0,0	0,0	0,0

UH 49 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
FossoLuz	9,7	3,3	0,0	0,0	0,0
Respaudo480	6,5	2,5	0,0	0,0	0,0
Respaudo375	6,6	2,5	0,0	0,0	0,0
Respaudo	60,7	57,7	0,0	0,0	0,0
Baldrame	6,1	46,7	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	89,5	112,7	0,0	0,0	0,0

UH 58 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	34,3	28,3	0,0	0,0	0,0
Baldrame	2,4	21,8	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	40,7	50,0	0,0	0,0	0,0

UH 69 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Platibanda	8,1	5,6	0,0	0,0	0,0
Respaudo	17,6	18,9	0,0	0,0	0,0
Respaudo Inter	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,5	22,7	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	46,7	47,2	0,0	0,0	0,0

UH 71 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Caixa d'Água	4,1	4,9	0,0	0,0	0,0
Cumieira	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	39,1	31,7	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,8	30,1	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	52,2	66,6	0,0	0,0	0,0

UH 77 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	54,7	36,6	0,0	0,0	0,0
Baldrame	2,9	26,6	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	61,4	63,2	0,0	0,0	0,0

UH 81 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	43,9	41,0	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,6	27,3	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	49,8	68,3	0,0	0,0	0,0

UH 84 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Caixa d'Água	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Platibanda	26,5	30,2	0,0	0,0	0,0
Respaudo	38,2	48,7	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,8	40,5	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	70,9	119,5	0,0	0,0	0,0

UH 86 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Platibanda	18,7	17,4	0,0	0,0	0,0
Respaudo	62,6	49,5	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,7	35,9	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	85,0	102,9	0,0	0,0	0,0

UH 91 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Caixa D'Água	3,8	4,0	0,0	0,0	0,0
Platibanda	15,8	19,9	0,0	0,0	0,0
Respaudo	52,0	46,3	0,0	0,0	0,0
Baldrame	4,6	35,2	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	76,1	105,3	0,0	0,0	0,0

UH 97 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Respaudo	25,2	37,1	0,0	0,0	0,0
Marquise	22,7	59,2	0,0	0,0	0,0
Laje	48,5	52,0	0,0	0,0	0,0
Baldrame	4,7	43,3	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	101,1	191,6	0,0	0,0	0,0

UH 103 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Elevacao	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	35,8	36,1	0,0	0,0	0,0
Baldrame	2,8	27,8	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	48,2	63,9	0,0	0,0	0,0

UH 105 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Caixa d'Água	3,3	4,0	0,0	0,0	0,0
Platibanda	10,7	11,3	0,0	0,0	0,0
Respaudo	47,2	29,1	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,5	22,5	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	64,7	66,8	0,0	0,0	0,0

UH 114 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	44,7	40,1	0,0	0,0	0,0
Baldrame	3,7	30,8	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	49,4	70,9	0,0	0,0	0,0

UH 122 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Cumieira	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	32,6	30,0	0,0	0,0	0,0
Baldrame	2,4	23,2	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	37,9	53,2	0,0	0,0	0,0

UH 127 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Caixa D'Água	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Platibanda	21,3	25,7	0,0	0,0	0,0
Respaudo	48,0	47,9	0,0	0,0	0,0
Baldrame	4,8	38,3	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	77,6	111,9	0,0	0,0	0,0

UH 129 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Caixa	2,4	3,8	0,0	0,0	0,0
Platibanda	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Respaudo	24,8	27,7	0,0	0,0	0,0
Baldrame	2,3	22,7	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	37,2	54,2	0,0	0,0	0,0

UH 131 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Platibanda	20,7	20,2	0,0	0,0	0,0
Respaudo	59,3	55,2	0,0	0,0	0,0
Baldrame	5,9	45,4	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	86,0	120,8	0,0	0,0	0,0

UH 133 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Respaudo2	10,4	8,3	0,0	0,0	0,0
Platibanda	26,2	46,7	0,0	0,0	0,0
Respaudo	84,0	54,2	0,0	0,0	0,0
Baldrame	6,3	43,3	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	127,0	152,5	0,0	0,0	0,0

UH 134 - Consumo de concreto e fôrmas

Pavimento	Fôrmas (m2)				
	Pilares	Vigas	Lajes	Fundações	Outros
Platibanda	12,3	16,4	0,0	0,0	0,0
Respaudo	47,5	35,1	0,0	0,0	0,0
Baldrame	2,9	25,6	0,0	0,0	0,0
Sapatas/Blocos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	62,7	77,1	0,0	0,0	0,0

Unidade Habitacional 2

Projeto Arquitetônico

DETALHADA **PERSPECTIVA** **PERSPECTIVA**

CORTE B-B **CORTE A-A**

PLANTA DE BAXA **PLANTA DE COBERTURA**

QUADRO DE ESQUADROS

Descrição	Material	Quantidade
1.000	1.000	1.000
2.000	2.000	2.000
3.000	3.000	3.000
4.000	4.000	4.000
5.000	5.000	5.000
6.000	6.000	6.000
7.000	7.000	7.000
8.000	8.000	8.000
9.000	9.000	9.000
10.000	10.000	10.000

PROJETO ARQUITETÔNICO FOLHA: **01** / **02**

CONTEÚDO:
 PLANTA DE BAXA, PLANTA DE COBERTURA, CORTES, PERSPECTIVAS, QUADRO DE ESQUADROS

PROJETO:
 ELABORADO POR: [Logo]
 DATA: [Data]
 PROJETO: [Projeto]

SITUAÇÃO:
 LOCAL: [Local]
 ENDEREÇO: [Endereço]
 Nº: [Número]
 CIDADE: [Cidade]
 UF: [UF]

ESPECIFICAÇÕES:
 MATERIAIS: [Materiais]
 QUANTIDADES: [Quantidades]

APROVAÇÃO:
 DATA: [Data]
 ASSINATURA: [Assinatura]

Projeto Estrutural

RESISTÊNCIA DO CONCRETO: $f_{ck} = 20 \text{ kgf/cm}^2$

DETALHE PILAR-1-2 ESCALA 1:25

DETALHE VERGAS E CONTRA VERGAS

DETALHE VIGA PLATIBANDA 01

DETALHE VIGA RESPALDO 01

DETALHE VIGA BALDRAME 01 ESCALA 1:25

VIGAS PLATIBANDA

VIGAS BALDRAME 01

VIGAS RESPALDO 01

LEGENDA ESTRUTURAL

- LINHA DE ANOTAÇÃO
- SAPATA EM CONCRETO C.A.
- PLAR EM CONCRETO C.A.
- ESPECIFICAÇÃO DE SAPATAS (0,50m x 0,50m x 0,40m)
- ESPECIFICAÇÃO DE PLARES (0,10m x 0,25m x 0,08m)
- RESISTÊNCIA DO CONCRETO $f_{ck} = 20 \text{ kgf/cm}^2$

ESTRUTURAL FOLHA: **01** / **01**

CONTEÚDO:
 PLANILHAS DO ESTRUTURAL E DETALHES

PROJETO:
 ENDEREÇO: [Endereço]
 Nº: [Número]
 CIDADE: [Cidade]
 UF: [UF]

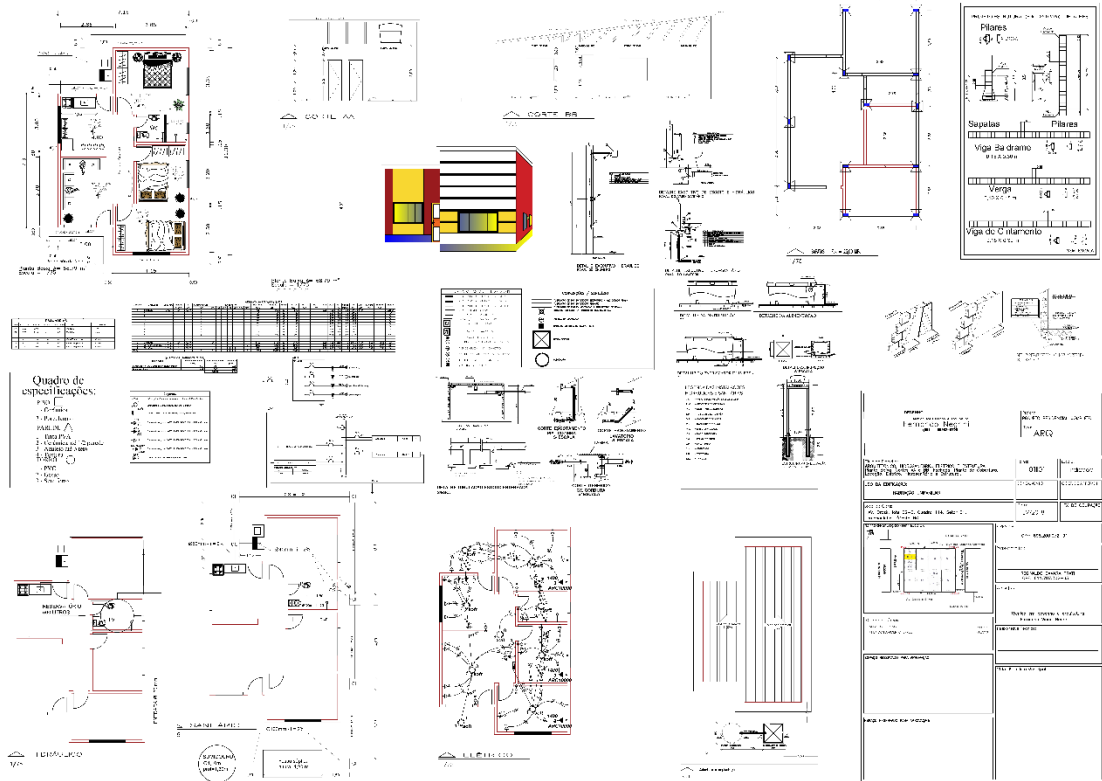
SITUAÇÃO:
 LOCAL: [Local]
 ENDEREÇO: [Endereço]
 Nº: [Número]
 CIDADE: [Cidade]
 UF: [UF]

ESPECIFICAÇÕES:
 MATERIAIS: [Materiais]
 QUANTIDADES: [Quantidades]

APROVAÇÃO:
 DATA: [Data]
 ASSINATURA: [Assinatura]

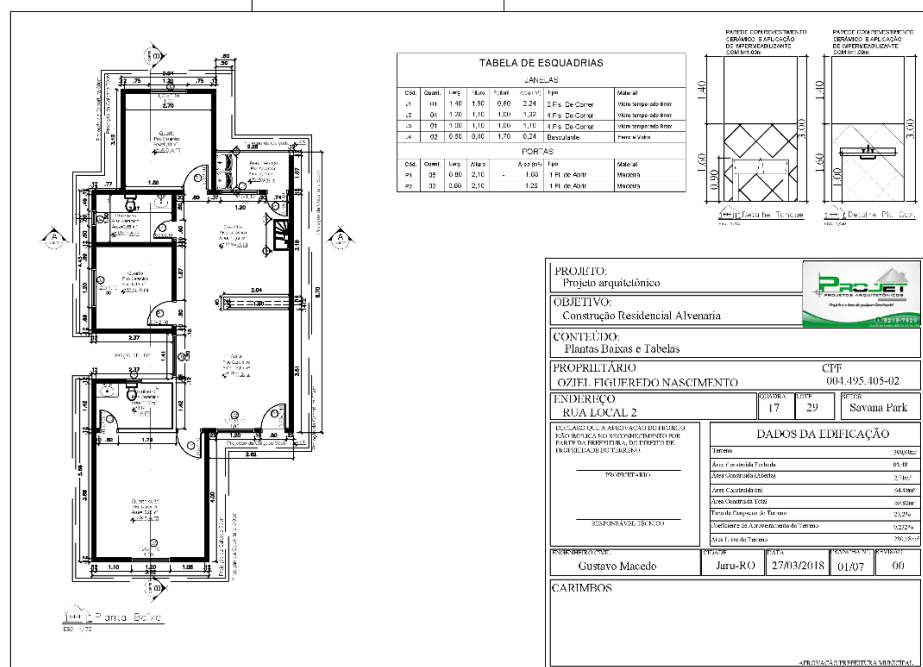
Unidade Habitacional 5

Projeto Arquitetônico e Estrutural



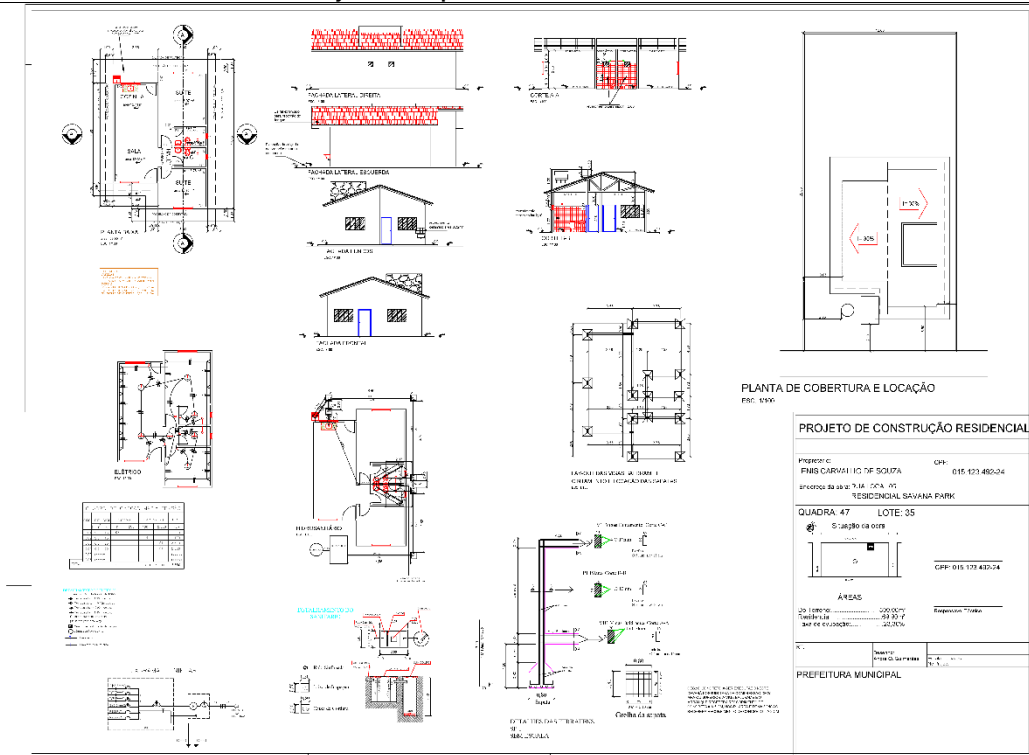
Unidade Habitacional 7

Projeto Arquitetônico



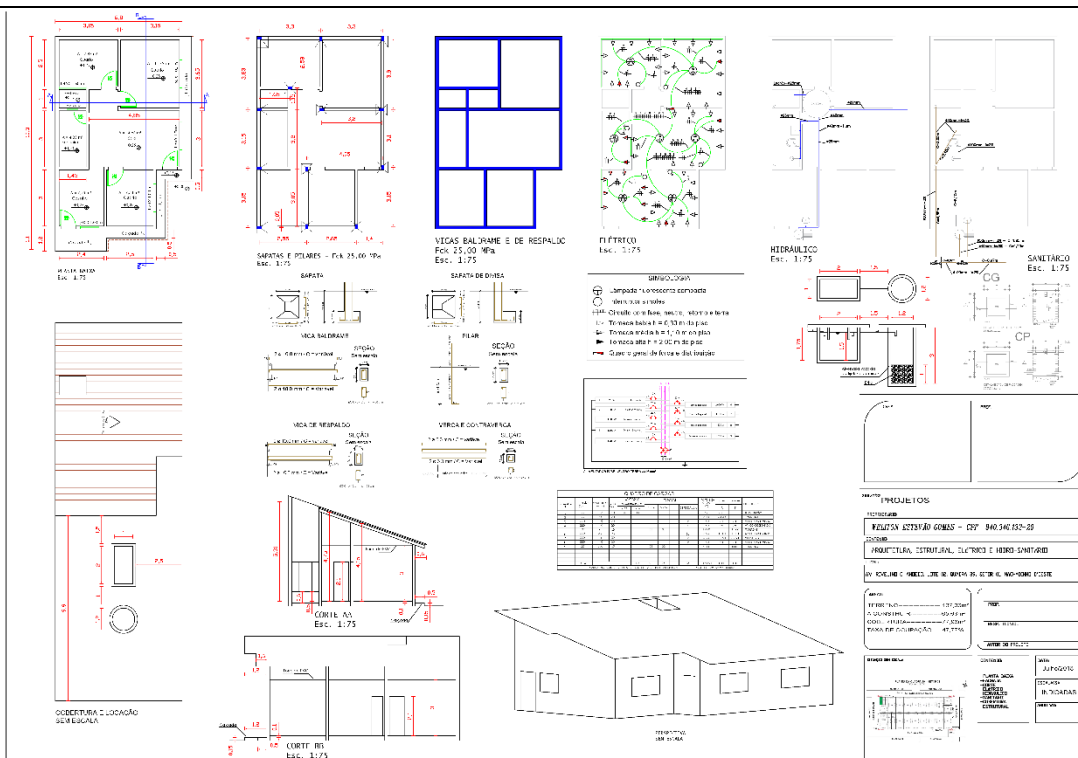
Unidade Habitacional 19

Projeto Arquitetônico e Estrutural



Unidade Habitacional 20

Projeto Arquitetônico e Estrutural



Unidade Habitacional 25

Projeto Arquitetônico

The architectural project includes several key drawings:

- FLANTA BAIXA (Ground Floor Plan):** Shows the layout of the unit with rooms, corridors, and structural grid lines.
- SEÇÃO (Sections):** Vertical cross-sections showing the internal structure, roof profile, and floor levels.
- IMPLANTÇÃO E COBERTURA (Site and Roof Plan):** Shows the unit's location on a grid of streets (RUA PROJETADA A, B, L, N) and the roof layout.
- PROJEÇÃO (Elevation):** A side view of the building facade.
- PROJEÇÃO DESENVOLVIDA (Developed Projection):** A detailed view of the roof structure.
- PROJEÇÃO ORIENTADA (Oriented Projection):** A north-south oriented view of the building.

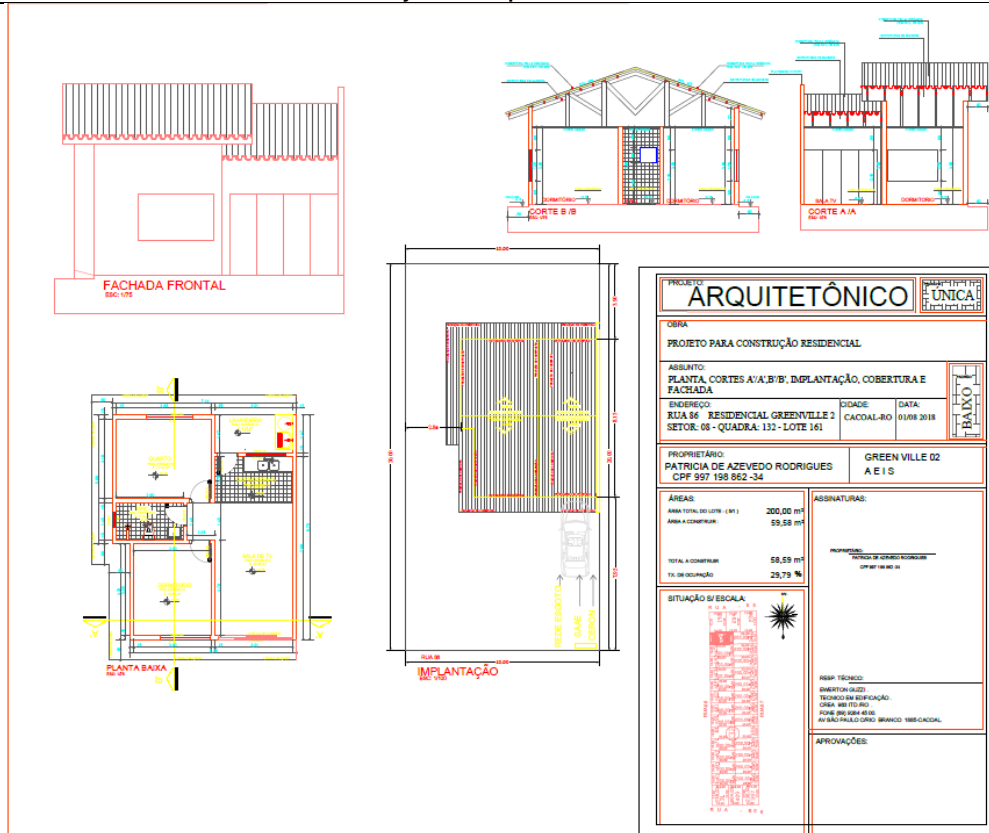
Projeto Estrutural

The structural project details include:

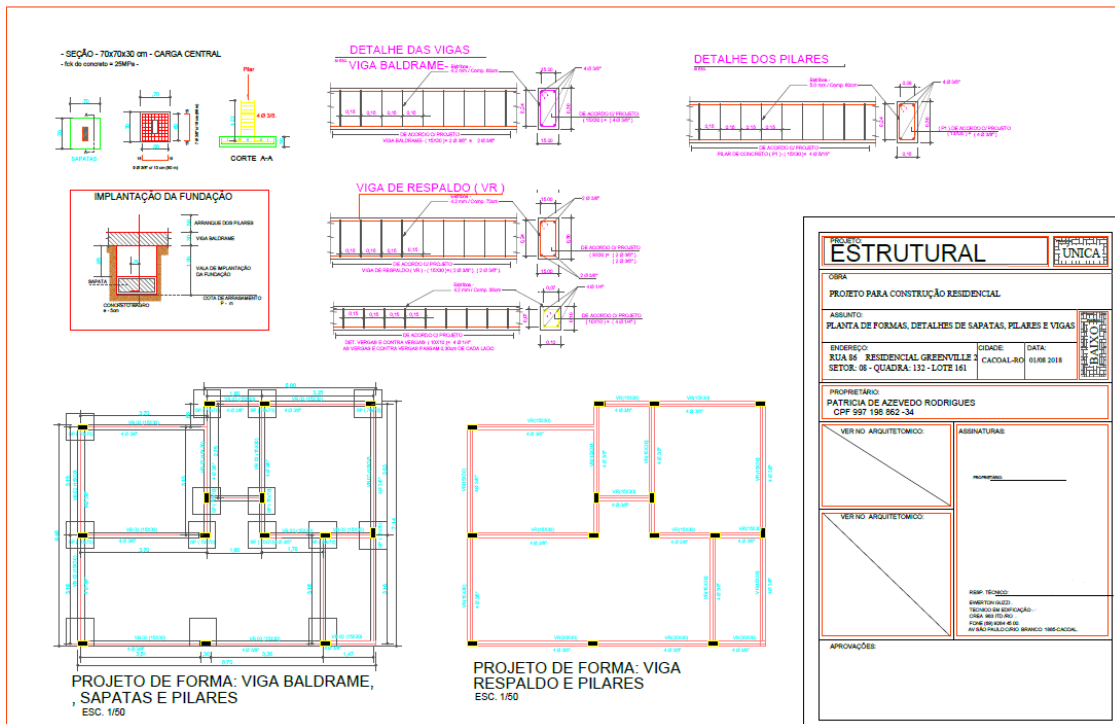
- PILAR P1 15X25:** A rectangular column with dimensions 0.15m x 0.25m and 4 Ø 10mm reinforcement.
- BEIJA-CADENTE (Beam-Column Joint):** Detailed views of the joint between a beam and a column, showing reinforcement and concrete placement.
- PROJEÇÃO ORIENTADA (Oriented Projection):** A structural grid showing the layout of beams and columns.
- PROJEÇÃO DESENVOLVIDA (Developed Projection):** A detailed view of the beam reinforcement.
- PROJEÇÃO ORIENTADA (Oriented Projection):** A structural grid showing the layout of beams and columns.
- PROJEÇÃO DESENVOLVIDA (Developed Projection):** A detailed view of the beam reinforcement.
- PROJEÇÃO ORIENTADA (Oriented Projection):** A structural grid showing the layout of beams and columns.
- PROJEÇÃO DESENVOLVIDA (Developed Projection):** A detailed view of the beam reinforcement.

Unidade Habitacional 33

Projeto Arquitetônico

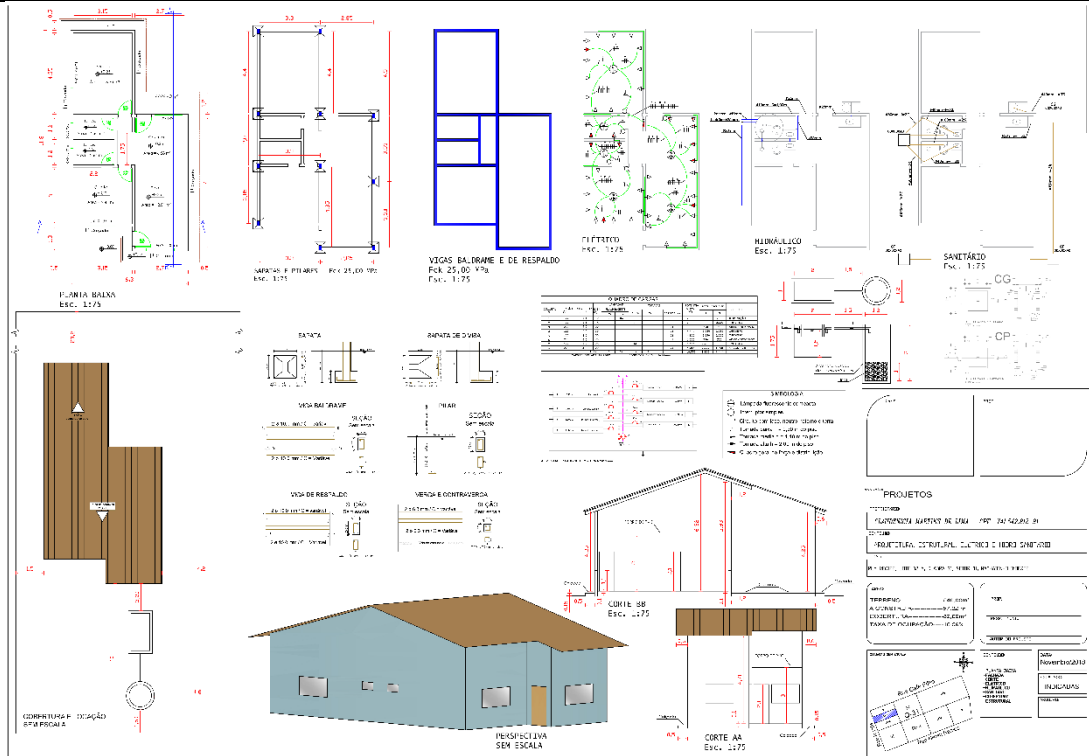


Projeto Estrutural



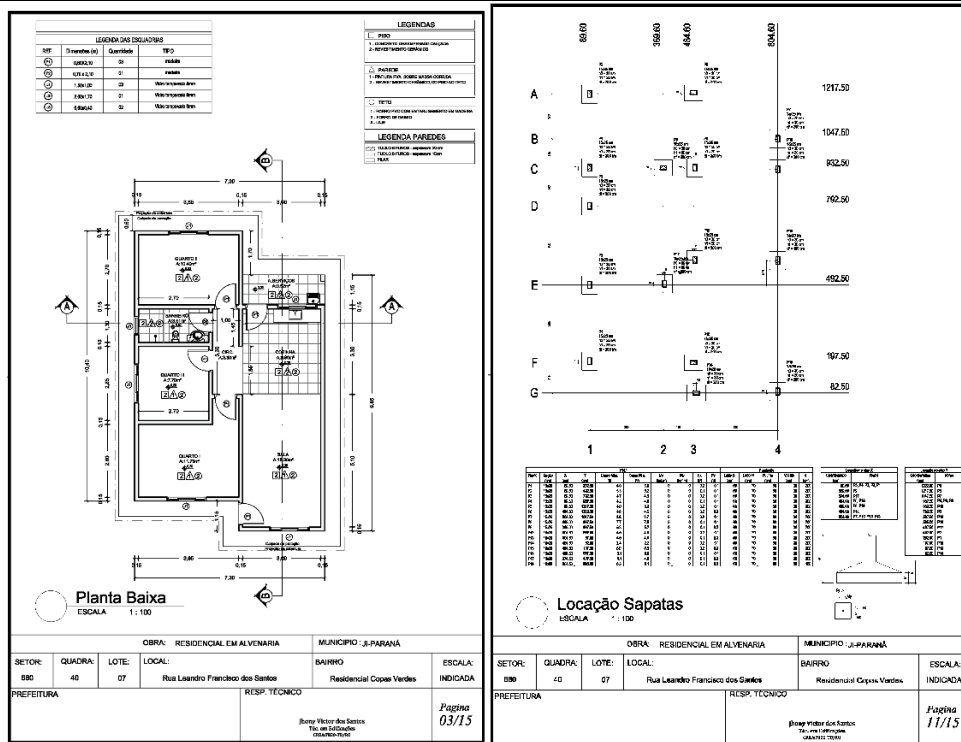
Unidade Habitacional 41

Projeto Arquitetônico e Estrutural



Unidade Habitacional 45

Projeto Arquitetônico e Estrutural



OBRA: RESIDENCIAL EM ALVENARIA				MUNICÍPIO: J. PARANÁ	
SETOR: 880	QUADRA: 40	LOTE: 07	LOCAL: Rua Leandro Francisco dos Santos	BAIRRO: Residencial Copas Verdes	ESCALA: INDICADA
PREFEITURA			RESP. TÉCNICO		
			Ilany Victor dos Santos TCR - 040.040.000-0000 03/15		

OBRA: RESIDENCIAL EM ALVENARIA				MUNICÍPIO: J. PARANÁ	
SETOR: 880	QUADRA: 40	LOTE: 07	LOCAL: Rua Leandro Francisco dos Santos	BAIRRO: Residencial Copas Verdes	ESCALA: INDICADA
PREFEITURA			RESP. TÉCNICO		
			Ilany Victor dos Santos TCR - 040.040.000-0000 11/15		

Projeto Estrutural

Forma de Vigas Baldrame
Escala: 1:50

Forma de Vigas Superiores
Escala: 1:50

Eixos Das Sapatas e Pilares
Escala: 1:50

Vigas Superiores
Escala: 1:50

Pilares
Escala: 1:50

Vigas Baldrame
Escala: 1:50

Vigas e Contravergas
Escala: 1:50

Detalhe F_{strutural}
esc. 1:35

Detalhe F_{strutural}
esc. 1:35

PROJETO ESTRUTURAL	
PROJETO:	ROCHA ASSASSI/FRANCO COMO VP-04/05 E RIBEIRO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO ARQUITETÔNICO:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO ELÉTRICO:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO HIDRÁULICO:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO PAVIMENTAÇÃO:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO SANEAMENTO:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO VENTILAÇÃO:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO ZONAMENTO:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO OUTROS:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO REVISÃO:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO DATA:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO LOCAL:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO FOLHA:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO TÍTULO:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO Nº:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO DATA:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO LOCAL:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO FOLHA:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO TÍTULO:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO
PROJETO Nº:	ROCHA ASSASSI/FRANCO/ROCHA/FRANCO/ROCHA/FRANCO

Unidade Habitacional 77

Projeto Arquitetônico

PLANTA BAIXA TERCIO
Escala: 1:50

PLANTA DE LOCAÇÃO F. COBERTURA
Escala: 1:50

FACHADA
Escala: 1:50

CORTE I TRANSVERSAL 1
Escala: 1:50

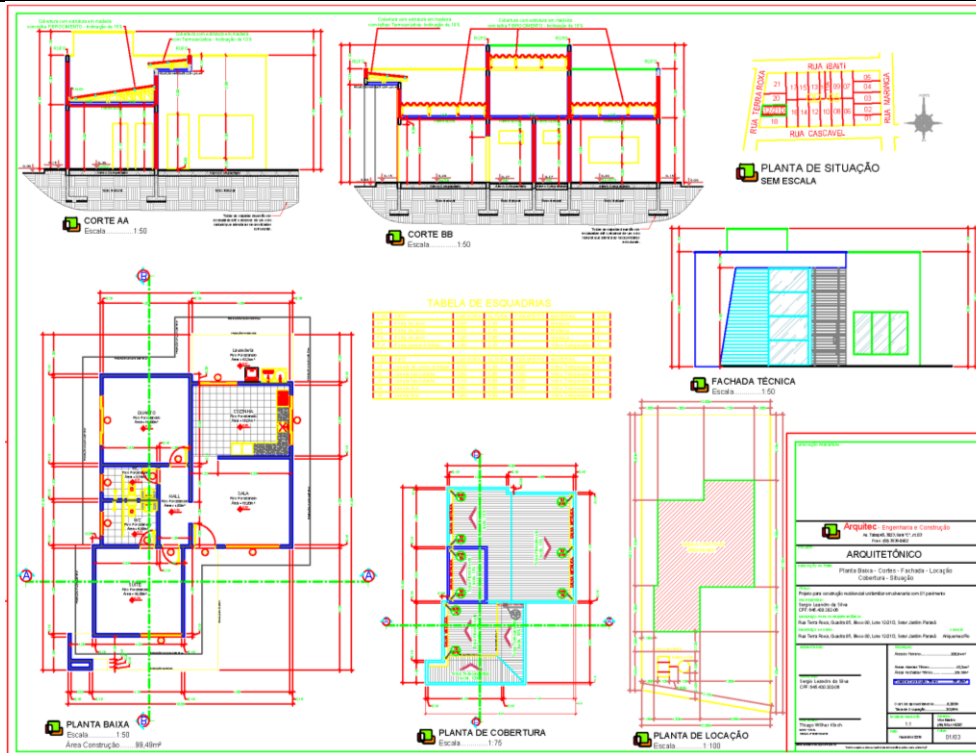
CORTE LONGITUDINAL 1
Escala: 1:50

PLANTA DE SITUAÇÃO
Escala: 1:50

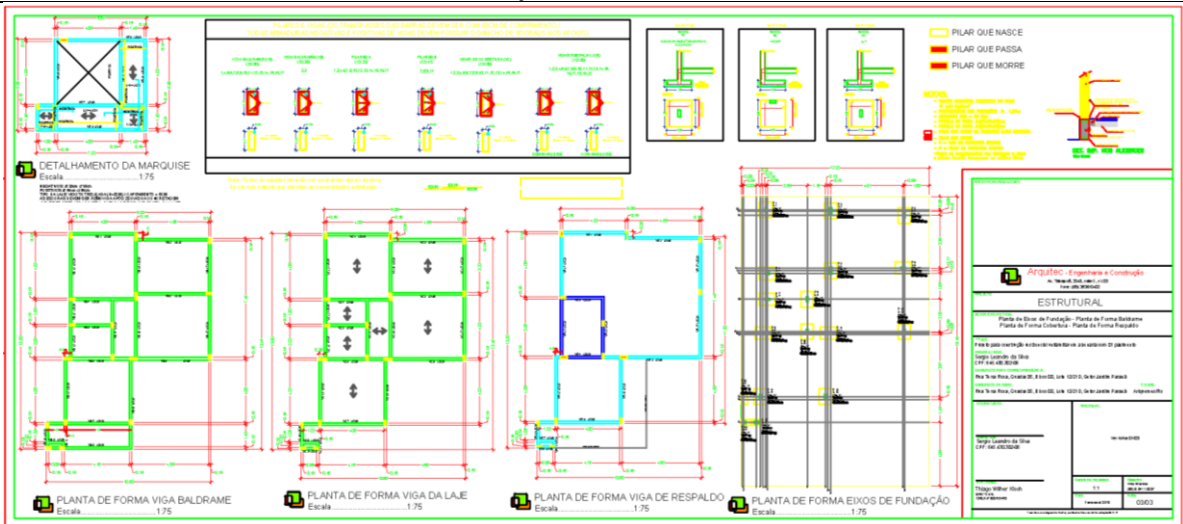
QUANTITATIVO DE MATERIAIS				
CD	QT	COMPRIMT	ALTEZA	DESCRICA
1	1	10	10	10
2	1	10	10	10
3	1	10	10	10
4	1	10	10	10
5	1	10	10	10
6	1	10	10	10
7	1	10	10	10
8	1	10	10	10
9	1	10	10	10
10	1	10	10	10
11	1	10	10	10
12	1	10	10	10
13	1	10	10	10
14	1	10	10	10
15	1	10	10	10
16	1	10	10	10
17	1	10	10	10
18	1	10	10	10
19	1	10	10	10
20	1	10	10	10
21	1	10	10	10
22	1	10	10	10
23	1	10	10	10
24	1	10	10	10
25	1	10	10	10
26	1	10	10	10
27	1	10	10	10
28	1	10	10	10
29	1	10	10	10
30	1	10	10	10
31	1	10	10	10
32	1	10	10	10
33	1	10	10	10
34	1	10	10	10
35	1	10	10	10
36	1	10	10	10
37	1	10	10	10
38	1	10	10	10
39	1	10	10	10
40	1	10	10	10
41	1	10	10	10
42	1	10	10	10
43	1	10	10	10
44	1	10	10	10
45	1	10	10	10
46	1	10	10	10
47	1	10	10	10
48	1	10	10	10
49	1	10	10	10
50	1	10	10	10
51	1	10	10	10
52	1	10	10	10
53	1	10	10	10
54	1	10	10	10
55	1	10	10	10
56	1	10	10	10
57	1	10	10	10
58	1	10	10	10
59	1	10	10	10
60	1	10	10	10
61	1	10	10	10
62	1	10	10	10
63	1	10	10	10
64	1	10	10	10
65	1	10	10	10
66	1	10	10	10
67	1	10	10	10
68	1	10	10	10
69	1	10	10	10
70	1	10	10	10
71	1	10	10	10
72	1	10	10	10
73	1	10	10	10
74	1	10	10	10
75	1	10	10	10
76	1	10	10	10
77	1	10	10	10
78	1	10	10	10
79	1	10	10	10
80	1	10	10	10
81	1	10	10	10
82	1	10	10	10
83	1	10	10	10
84	1	10	10	10
85	1	10	10	10
86	1	10	10	10
87	1	10	10	10
88	1	10	10	10
89	1	10	10	10
90	1	10	10	10
91	1	10	10	10
92	1	10	10	10
93	1	10	10	10
94	1	10	10	10
95	1	10	10	10
96	1	10	10	10
97	1	10	10	10
98	1	10	10	10
99	1	10	10	10
100	1	10	10	10

Unidade Habitacional 97

Projeto Arquitetônico

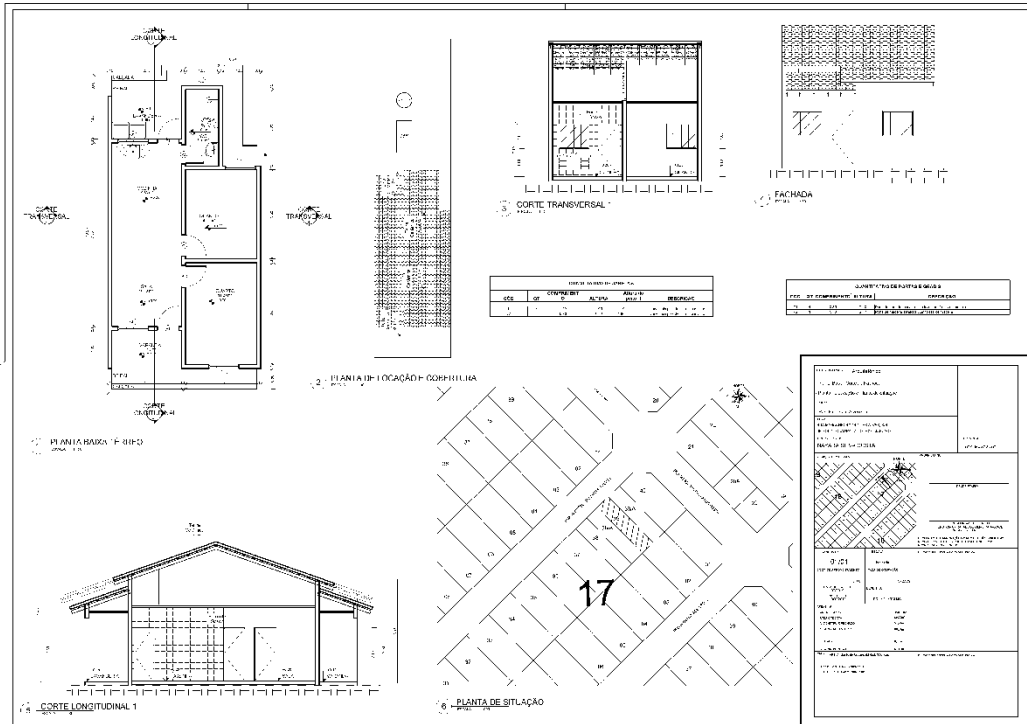


Projeto Estrutural

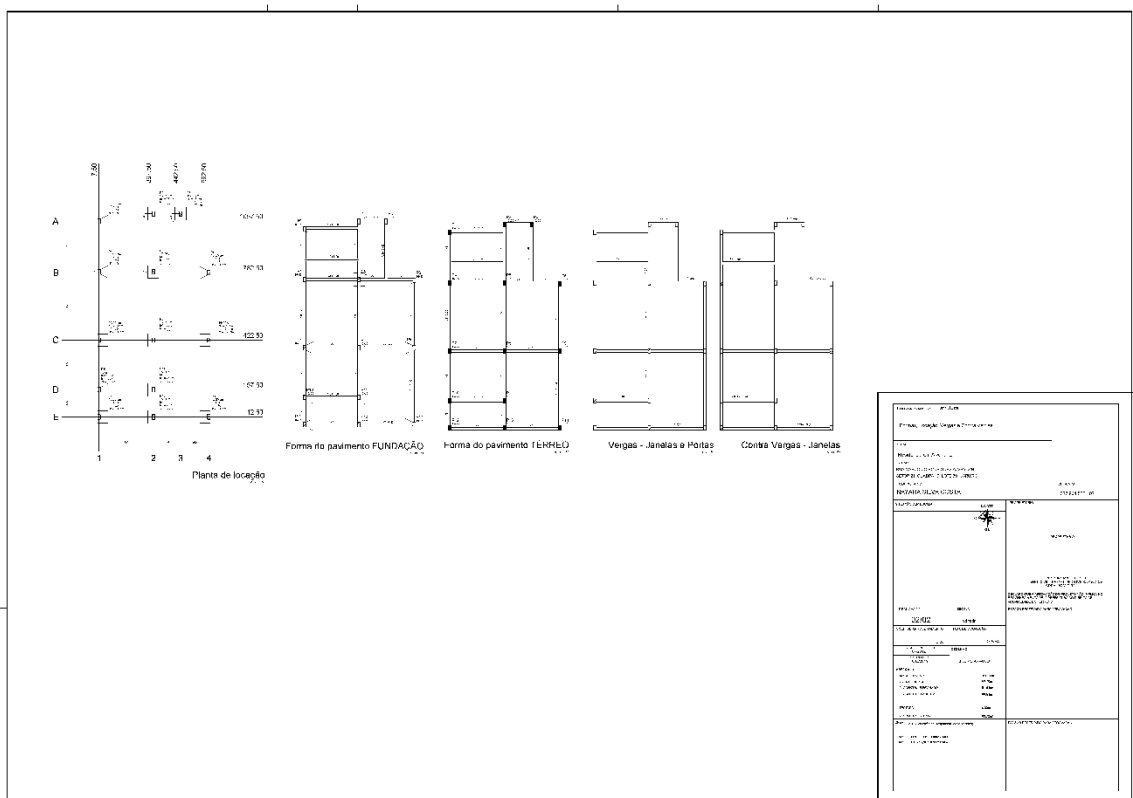


Unidade Habitacional 103

Projeto Arquitetônico

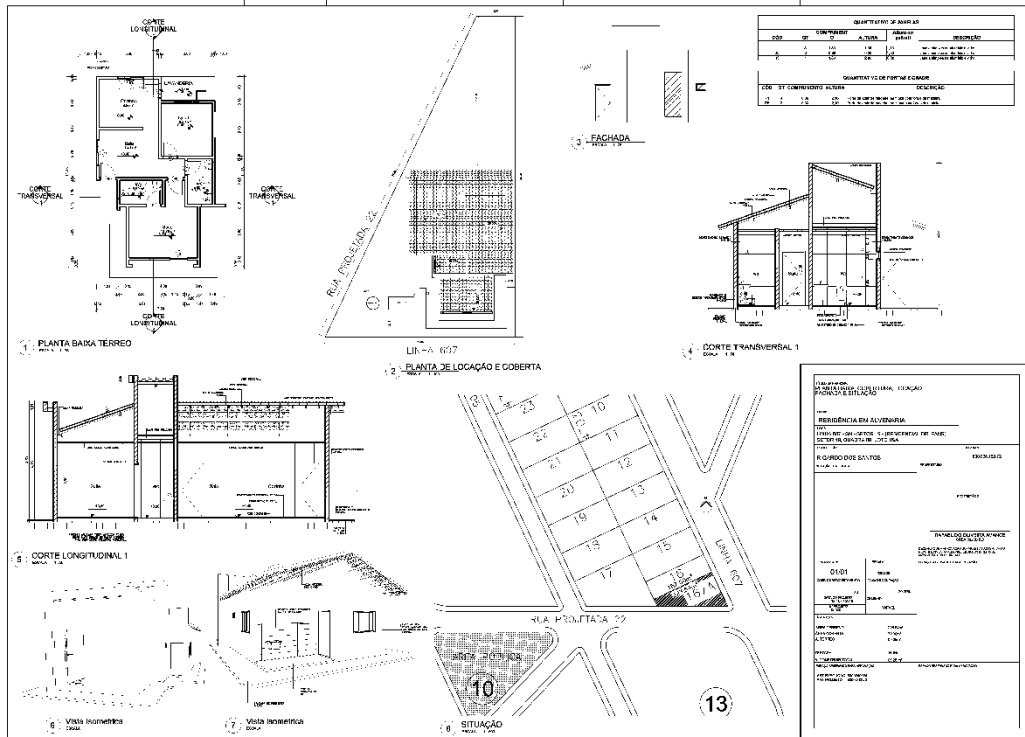


Projeto Estrutural

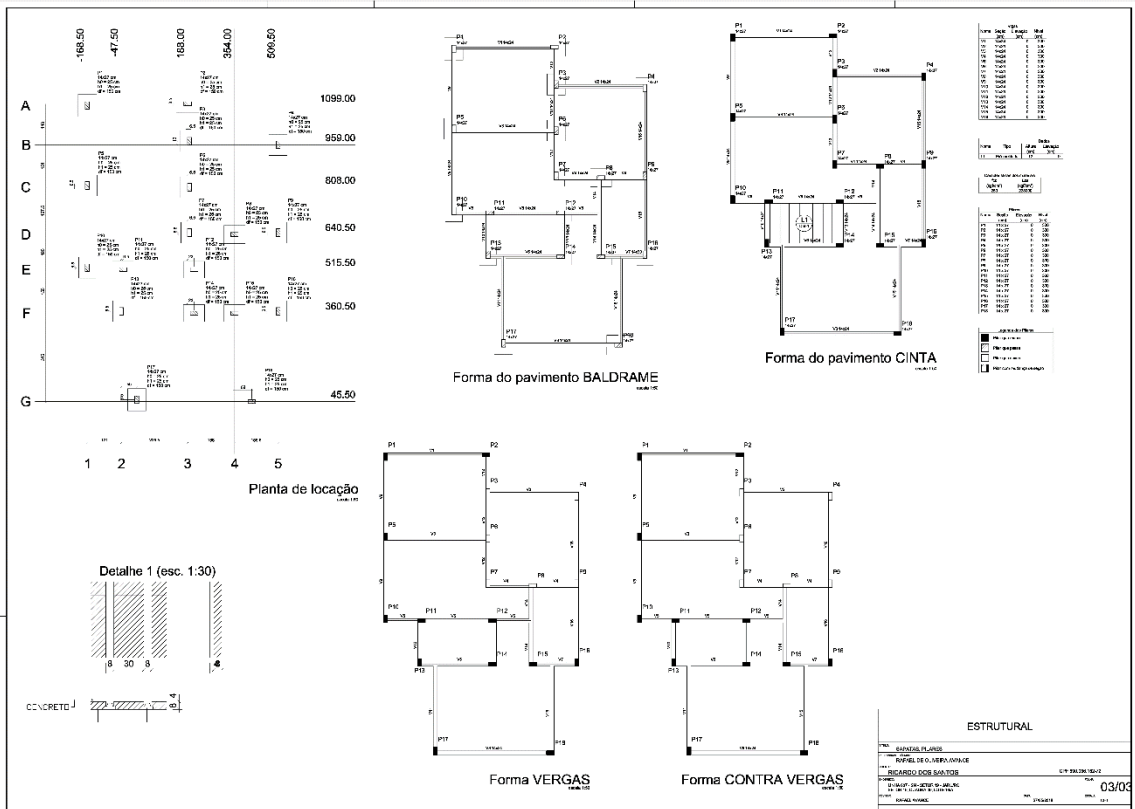


Unidade Habitacional 105

Projeto Arquitetônico

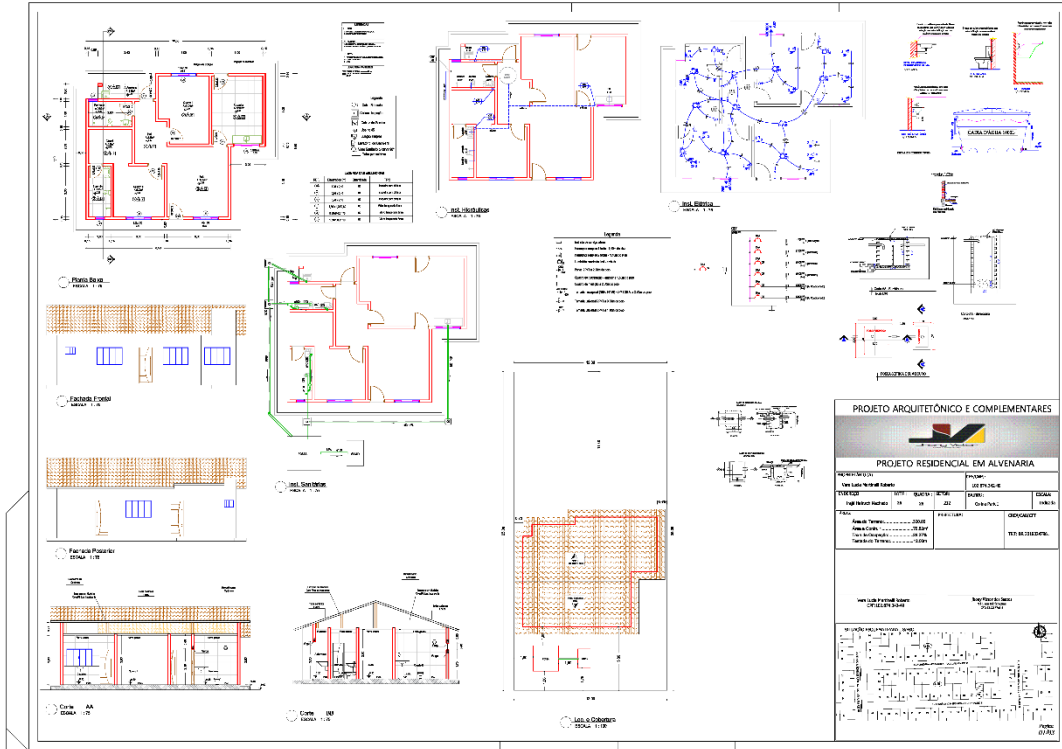


Projeto Estrutural

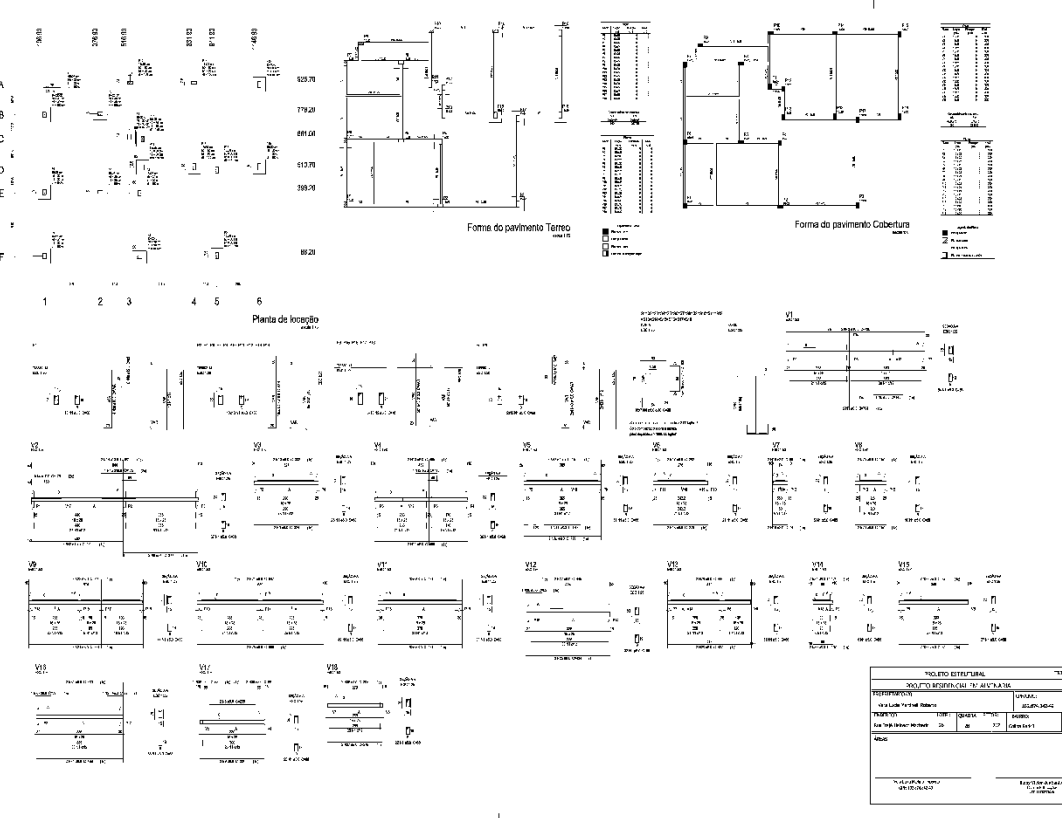


Unidade Habitacional 114

Projeto Arquitetônico

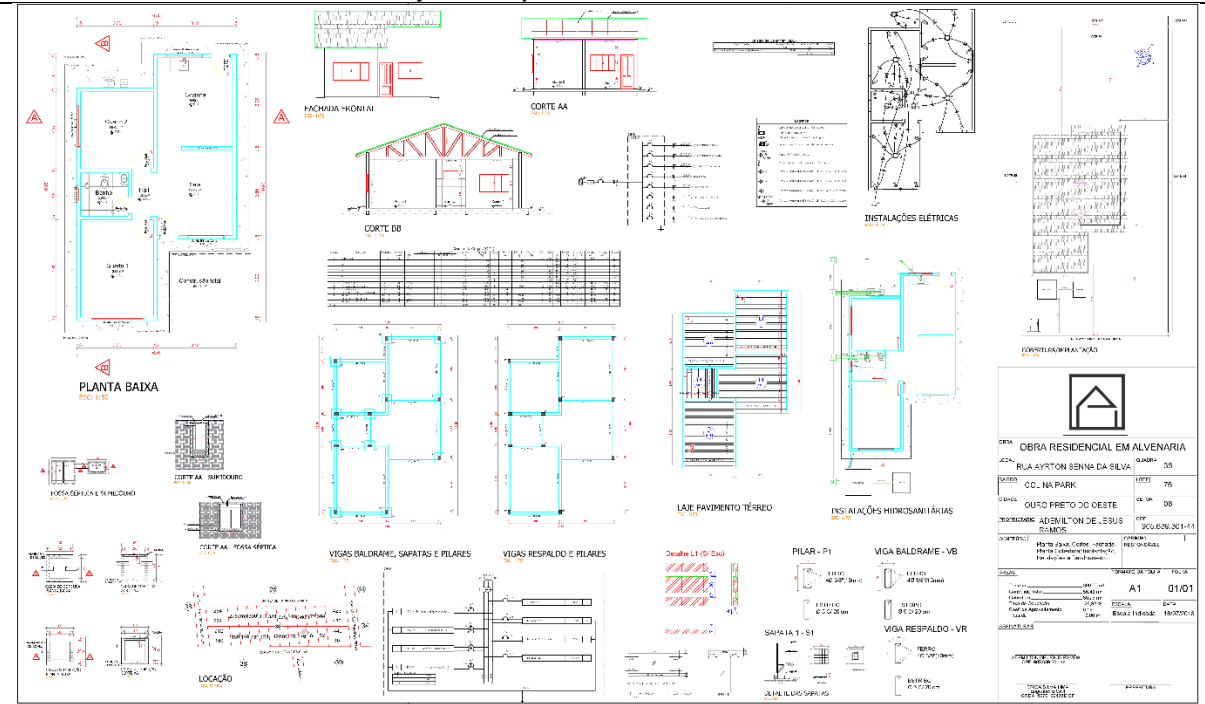


Projeto Estrutural



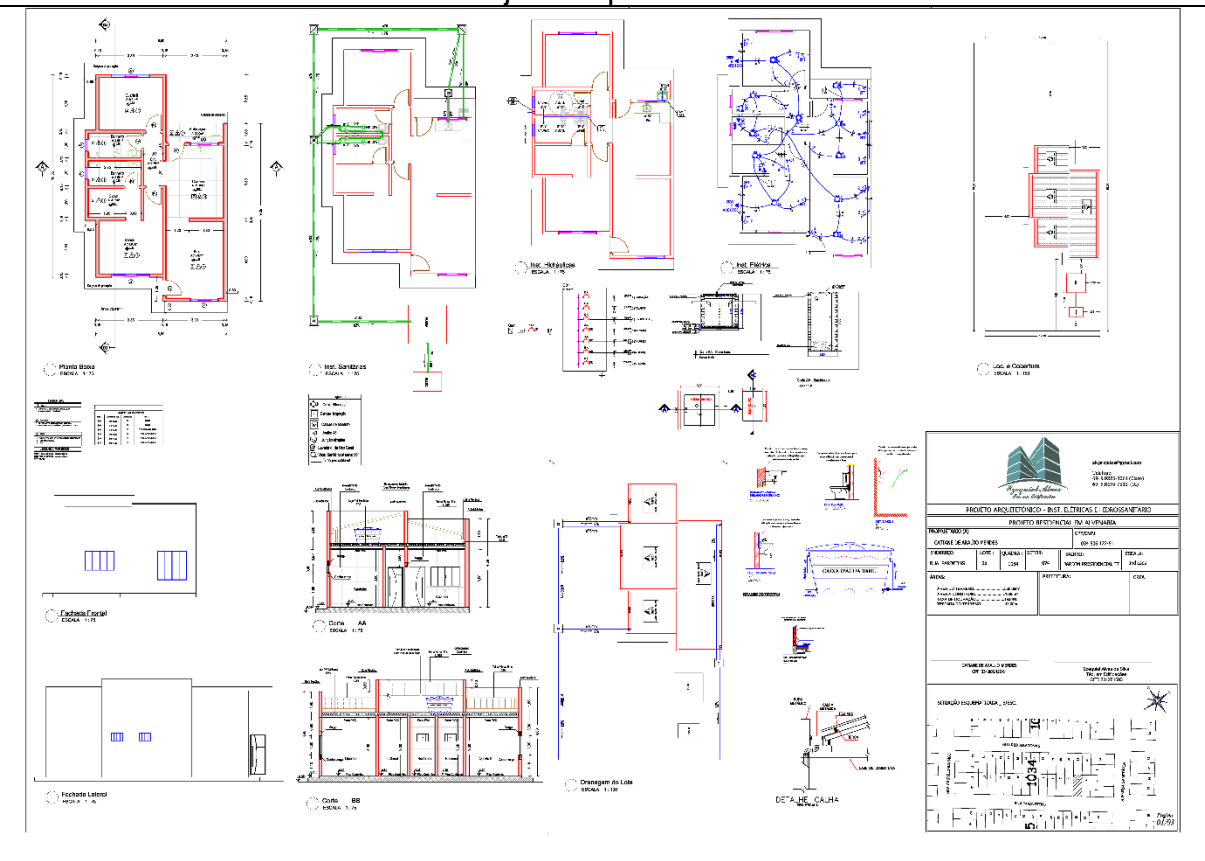
Unidade Habitacional 122

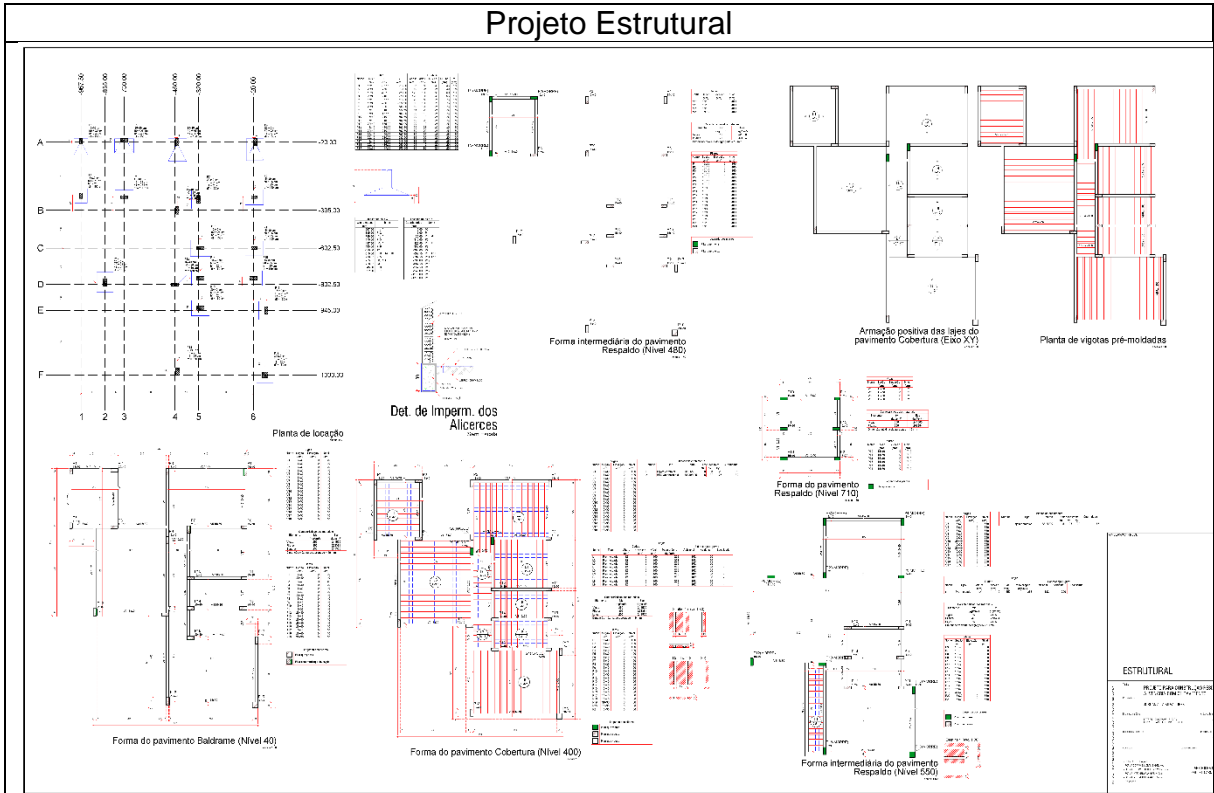
Projeto Arquitetônico e Estrutural



Unidade Habitacional 127

Projeto Arquitetônico





Unidade Habitacional 134

Projeto Arquitetônico

