

FACULDADE VALE DO AÇO LTDA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**MARCONYS NASCIMENTO BARBOSA**

ANÁLISE DA PRECISÃO DE MÉTODOS TRADICIONAIS DE LEVANTAMENTO DE  
QUANTITATIVOS DE MATERIAIS BÁSICOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

**MARCONYS NASCIMENTO BARBOSA**

**ANÁLISE DA PRECISÃO DE MÉTODOS TRADICIONAIS DE LEVANTAMENTO DE  
QUANTITATIVOS DE MATERIAIS BÁSICOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia Civil  
da Faculdade Vale do Aço para obtenção  
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Orientador: Randal Silva Gomes

Açailândia/MA

2022

**Ficha catalográfica - Biblioteca José Amaro Logrado  
Faculdade Vale do Aço**

B238a

Barbosa, Marconys Nascimento.

Análise da precisão de métodos tradicionais de levantamento de quantitativos de materiais básicos da Construção Civil. / Marconys Nascimento Barbosa. – Açailândia, 2022.

39 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil, Faculdade Vale do Aço, Açailândia, 2022.

Orientador: Prof. Esp. Randal Silva Gomes.

1. Levantamento de quantitativos. 2. Métodos tradicionais. 3. Telhas cerâmicas. 4. Precisão de quantitativos. 5. Comparação de métodos. I. Barbosa, Marconys Nascimento. II. Gomes, Randal Silva. (orientador). III. Título.

CDU 691-047.44

**MARCONYS NASCIMENTO BARBOSA**

**ANÁLISE DA PRECISÃO DE MÉTODOS TRADICIONAIS DE LEVANTAMENTO DE  
QUANTITATIVOS DE MATERIAIS BÁSICOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia Civil  
da Faculdade Vale do Aço para obtenção  
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Orientador: Randal Silva Gomes

Aprovado em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Randal Silva Gomes (Orientador)**

Faculdade Vale do Aço - FAVALE

---

**Prof.<sup>a</sup> Ludimilla da Silveira Ferreira**

Faculdade Vale do Aço - FAVALE

---

**Prof. Ramon Reis Rodrigues**

Faculdade Vale do Aço - FAVALE

Esta obra é dedicada à minha família que  
é a base de todo esforço do ser humano

## **AGRADECIMENTOS**

O desenvolvimento deste trabalho contou com a ajuda de diversas pessoas entre parceiros, amigos, colegas de trabalho e faculdade e professores, dentre as quais agradeço imensamente pelo apoio e orientação.

Em especial para minha família que sempre me apoiou nessa empreitada.

“Falar sem aspas, amar sem interrogação,  
sonhar com reticências, viver sem ponto  
final”

Charles Chaplin

## RESUMO

O Brasil e o mundo ainda enfrentam os efeitos decorrentes da pandemia da COVID-19, dentre esses efeitos destaca-se a crise econômica que afetou a indústria da Construção Civil. Com a elevação dos preços dos insumos, o custo de uma obra se elevou substancialmente, encarecendo cada vez mais o setor. Assim, a precisão no levantamento de quantitativos se tornou vital para a subsistência de um empreendimento. O presente trabalho visou analisar a precisão de métodos tradicionais de cálculos de quantitativos de telhas cerâmicas, que se fundamentam principalmente em padrão de consumo por metro quadrado estimados geralmente por fontes oficiais como SINAPI, ORSE, SBC e TCPO. Para tal, elencou-se os tipos de telhas frequentemente usadas na cidade de Açailândia e região, destacando-se a telha plan, colonial e romana. Foi elaborada uma planta baixa residencial para fins de cálculos dos quantitativos nos métodos tradicionais, realizada a estimativa da quantidade real de telhas com base na execução do sistema de cobertura e por conseguinte feita a comparação e análise dos resultados obtidos. Notou-se imprecisão no quantitativo de telhas plan e colonial entre os métodos usualmente conhecidos, chegando em até 21% de subestimação pelo SINAPI e ORSE para telha plan e 23% de superestimação pela SBC e fabricante São Pedro para telha colonial. Observou-se maior precisão nos quantitativos de telha plan com base no rendimento médio do fabricante Cemil e pelo SBC, assim como, também, no quantitativo de telha romana com base no rendimento médio do fabricante Livramento, SBC, ORSE e SINAPI.

**Palavras-chave:** Levantamento de quantitativos. Métodos tradicionais. Telhas cerâmicas. Precisão de quantitativos. Comparação de métodos.



## ABSTRACT

The Brazil and the world still face the effects of the COVID-19 pandemic, among these effects the economic crisis that affected the Civil Construction industry stands out. With the rise in input prices, the cost of a work rose substantially, making the sector more and more expensive. Thus, the precision in the quantitative survey has become vital for the subsistence of an enterprise. The present work aimed to analyze the accuracy of traditional methods of quantitative calculations of ceramic tiles, which are based mainly on consumption pattern per square meter generally estimated by official sources such as SINAPI, ORSE, SBC and TCPO. To this end, the types of tiles frequently used in the city of Açailândia and region were listed, highlighting the flat, colonial and Roman tile. A residential floor plan was prepared for the purposes of quantitative calculations in traditional methods, the estimation of the real amount of tiles was performed based on the execution of the roofing system and, therefore, the comparison and analysis of the results obtained was carried out. It was noted inaccuracy in the quantity of plan and colonial tiles among the methods usually known, reaching up to 21% underestimation by SINAPI and ORSE for plan tile and 23% overestimation by SBC and São Pedro manufacturer for colonial tile. Greater precision was observed in the quantity of plan tile based on the average yield of the manufacturer Cemil and by SBC, as well as in the quantity of roman tile based on the average yield of the manufacturer Livramento, SBC, ORSE and SINAPI.

**Keywords:** Quantitative survey. Traditional methods. Ceramic tiles. Quantitative accuracy. Comparison of methods

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Custo médio do metro quadrado (Reais) no âmbito nacional, julho 1994 - novembro 2021.....	13
Gráfico 2: Custo médio do metro quadrado (Reais) no estado do Maranhão, julho 1994 - novembro 2021.....	14
Gráfico 3: Algumas variações acumuladas nos preços dos insumos julho/20 a novembro/21.....	14

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estratégia de pesquisa.....	21
Figura 2: Planta baixa da residência estudada.....	22
Figura 3: Determinação do rendimento médio (Rm) conforme a norma.....	25
Figura 4: Execução do ensaio para a determinação do rendimento médio (Rm)...	27
Figura 5: Planta simplificada do sistema de cobertura.....	28
Figura 6: Exemplificação de um telhado convencional de duas águas.....	30

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1:	Detalhamento das telhas cerâmicas.....	23
Tabela 1:	Execução das medições das telhas estudadas.....	27
Tabela 2:	Quantitativo de telhas para uma água.....	30
Tabela 3:	Quantitativo total de telhas do sistema de cobertura.....	31
Tabela 4:	Comparativo do cálculo real x métodos tradicionais para telha plan.....	33
Tabela 5:	Comparativo do cálculo real x métodos tradicionais para telha colonial.....	33
Tabela 6:	Comparativo do cálculo real x métodos tradicionais para telha romana.....	34

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1:	Área útil.....	25
Equação 2:	Rendimento médio.....	26
Equação 3:	Determinação da quantidade de fiadas.....	28
Equação 4:	Determinação da quantidade de linhas.....	29
Equação 5:	determinação quantitativo real de telhas.....	29

## LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
$A_u$	Área útil
BIM	Building Information Modeling
C	Comprimento do telhado
CAD	Computer Aided Design
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
COVID-19	Corona virus disease - 2019
$C_u$	Comprimento útil
$C_{u,m}$	Comprimento útil médio
$G_{telha}$	Galga da telha
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
$L_{i=30\%}$	Largura do pano inclinado do telhado à 30%
$L_u$	Largura útil
$L_{u,m}$	Largura útil média
NBR	Norma brasileira
ORSE	Orçamento de Obras de Sergipe
PIB	Produto interno bruto
$Q_{fiadas}$	Quantidade de fiadas de telhas
$Q_{linhas}$	Quantidade de linhas
$QT_{real}$	Quantitativo real de telhas
SBC	Sistema Boletim de Custos
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices
t	Quantidade de telhas que compõe largura útil média
T/m <sup>2</sup>	Telhas por metro quadrado
TCPO	Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1.1.</b>	<b>Objetivos</b> .....	14
1.1.1.	Objetivo Geral .....	14
1.1.2.	Objetivos específicos .....	15
<b>1.2.</b>	<b>Justificativa</b> .....	15
<b>2.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	16
<b>2.1.</b>	<b>Levantamento de quantitativos</b> .....	16
<b>2.2.</b>	<b>Sistemas referenciais</b> .....	20
<b>3.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	22
<b>3.1.</b>	<b>Modelo arquitetônico</b> .....	22
<b>3.2.</b>	<b>Especificação das telhas cerâmicas</b> .....	24
<b>3.3.</b>	<b>Rendimento médio (Rm)</b> .....	25
<b>3.4.</b>	<b>Levantamento dos quantitativos de telhas</b> .....	28
3.4.1.	Métodos tradicionais de levantamento de quantitativos.....	32
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	33
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	36
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	37

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil e o mundo ainda sofrem os efeitos decorrentes da pandemia do COVID-19, evento este que foi o responsável por dizimar milhões de vidas, desestabilizar economias, provocar a falência de empresas, aumentar o número do desemprego, dentre outros incontáveis prejuízos econômicos e humanitários.

Mesmo diante deste cenário de recessão econômica, o setor da construção civil vem apresentando crescimento. No Brasil, o Produto Interno Bruto (PIB) da construção civil cresceu 3,9% durante o último trimestre de 2021 (IBGE, 2021). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), indica uma recuperação constante da atividade no setor, já que, no primeiro trimestre, o crescimento foi de 2,1% e, no segundo, foi de 2,7%.

É notório que um dos fatores para que a construção civil prospere novamente é redução dos custos dos materiais construtivos, pois, o custo médio da construção civil decolou em consequência da crise instalada.

Consoante informações extraídas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (SINAPI), no Brasil o custo médio do metro quadrado (moeda corrente) em novembro de 2021 é de R\$ 1.506,76, deste total R\$ 903,22 corresponde à material e R\$ 603,54 à mão de obra por metro quadrado. No Maranhão o custo médio é de R\$ 1.415,11.

Diante da crise instalada no setor e a alta concorrência de mercado é fundamental a redução dos custos para a sobressalência do empreendimento, tendo em vista a escassez dos recursos. Para tanto a assertividade no levantamento dos quantitativos de uma obra a ser entregue deve ser a mais próxima da realidade. Para Mattos (2006), um dos fatores primordiais para um resultado lucrativo e o sucesso do construtor é uma orçamentação eficiente.

### 1.1. Objetivo

#### 1.1.1. Objetivo Geral

O presente trabalho visa realizar uma análise da precisão de alguns métodos de cálculos adotados tradicionalmente no ramo da orçamentação para



estimativas de custos de materiais básicos da construção civil, em especial para telhas cerâmicas dos tipos mais usuais em Açailândia e região circunvizinha.

#### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Elencar os tipos de telhas cerâmicas dos tipos mais usuais em Açailândia e região circunvizinha que atendam às normas específicas.
- Obter os resultados de ensaios de rendimento médio e medições dos insumos estudados.
- Realizar uma estimativa mais aproximada ao real do quantitativo de telhas com base na forma usual de execução de um sistema de cobertura.
- Elencar métodos tradicionais de cálculo de quantitativos de telhas e comparar os resultados dos métodos tradicionais com o real.

#### 1.2. Justificativa

O presente trabalho é relevante para o setor e para a sociedade por trazer à tona a importância do levantamento dos quantitativos de insumos alocados em uma obra, para que não a torne demasiadamente onerosa, tão pouco subestimada, prevenindo prejuízos ou “dores de cabeça” para os envolvidos.

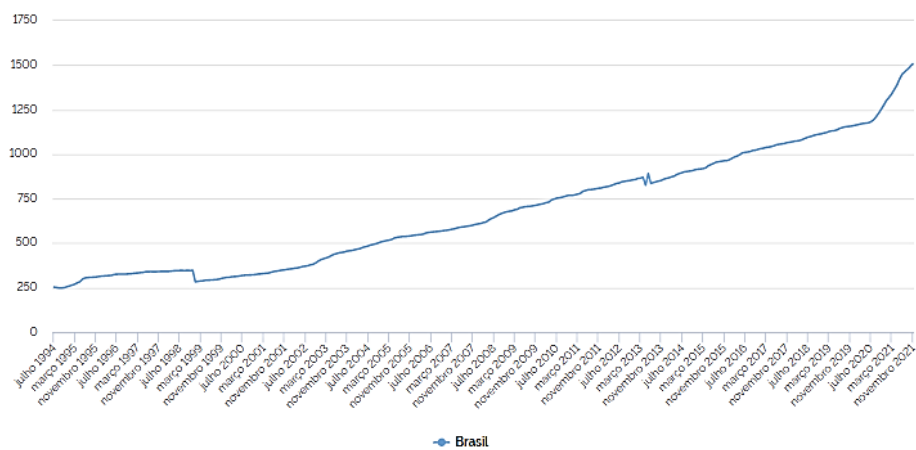
## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Levantamento de quantitativos

Em face da economia mundial ainda em recessão, o aprimoramento dos processos de gestão dos custos de um empreendimento é um dos motores que pode determinar a sobressalência perante o mercado cada vez mais competitivo.

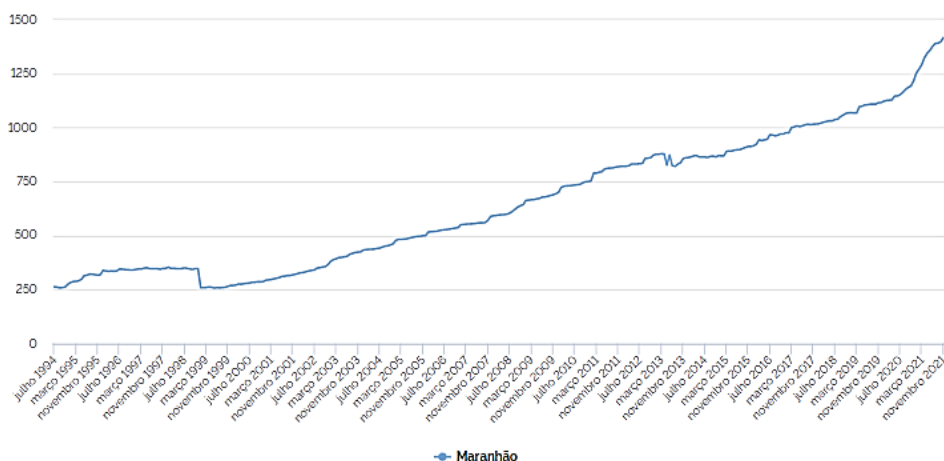
Os Gráficos 1 e 2 mostram a trajetória histórica do custo médio do metro quadrado da construção civil desde 1994 a 2021 em âmbito nacional e estadual respectivamente.

Gráfico 1: Custo médio do metro quadrado (Reais) no âmbito nacional, julho 1994 - novembro 2021



. Fonte SINAPI (2021)

Gráfico 2: Custo médio do metro quadrado (Reais) no estado do Maranhão, julho 1994 - novembro 2021.



Fonte: SINAPI (2021)

É evidente a brusca ascensão do custo a partir de julho de 2020, assim que o Brasil começou a sentir os impactos da pandemia do COVID-19. Observa-se, também, que no último trimestre de 2021 houve uma desaceleração dessa trajetória devido à redução dos impactos da pandemia que ainda insiste a perdurar nos dias atuais.

Os custos dos insumos da construção civil são diretamente proporcionais no valor total da obra. A Construção Civil convive, há 17 meses consecutivos, com fortes elevações nos preços dos seus insumos (CBIC, 2021). O Gráfico 3 apresenta a variação acumulada dos preços de alguns insumos da construção civil.

Gráfico 3: Algumas variações acumuladas nos preços dos insumos julho/20 a novembro/21



Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2021)

Santiago; Freitas e Castro (2012, p.10) afirmam que “no Brasil, a construção civil ainda é predominantemente artesanal caracterizada pela baixa produtividade e principalmente pelo grande desperdício”.

Segundo Araújo e Meira (1997):

Para que os objetivos de uma empresa sejam alcançados, dentro da máxima eficiência, é indispensável que a empresa obtenha harmonia entre os recursos físicos e financeiros, através do planejamento racional, para se obter uma definição precisa dos recursos necessários, compatíveis com os prazos e custos. Vale salientar que deficiências na administração da produção podem ocasionar falta ou excesso de mão-de-obra e materiais, atrasos e interrupções na produção.

Para Mattos (2010):

Com a intensificação da competitividade e a redução dos recursos financeiros, as empresas estão sendo obrigadas a investir em gestão de controle e processos, pois sem essa sistemática gerencial os empreendimentos terão a imprecisão do seu prazo, custo, lucro e o fluxo de caixa.

Diante disto o levantamento de quantitativos é uma das principais componentes que irá definir os custos e prazos do produto de uma empresa do setor da construção civil.

O *takeoff* (levantamento de quantitativos) “constitui-se de um processo demorado de contagem de componentes realizados da leitura e interpretação de conjuntos de desenhos impressos, ou mais recentemente, desenhos CAD” (SABOL, 2008, p.2).

Constante Xavier (2008):

“O levantamento de quantidades a partir de um projeto inclui a elaboração de cálculos baseados nas dimensões previstas em projeto, tais como: volume de concreto, áreas de piso, metragem de fôrmas, quantidades de portas, área de pintura, área de telhado, etc; bem como ao cálculo de volumes, escavação, lastros, nivelamento e apiloamento.”

Para Alder (2006) o levantamento de quantitativos, tradicionalmente, é realizado manualmente, com auxílio de software para geração de planilha eletrônica disponível para o orçamentista. O método de quantificação dos insumos inclui a medição de todos os elementos do empreendimento, utilizando-se da escala em projetos impressos. Este método tende a ser tedioso e moroso, especialmente as transferências de medições para a planilha eletrônica, sendo que estas devem ser verificadas cuidadosamente para assegurar a exatidão.

Afirma Sabol (2008) que este processo (manual) de levantamento de quantitativos está sujeito a erros humanos, os quais tendem a propagar imprecisões nos orçamentos. Atualmente, a quantificação, da forma tradicionalmente feita, é demorada, podendo consumir de 50% a 80% do tempo de um de um engenheiro orçamentista em um projeto.

Para Mattos (2006), essa é uma das etapas “que intelectualmente mais exigem do orçamentista, porque demanda leitura de projeto, cálculos de áreas e volumes, consulta a tabelas de engenharia, tabulação de números, etc.”.

A importância do levantamento de quantitativo dos serviços do projeto fornece o ponto de partida para a avaliação global do papel da gestão de custos dentro uma equipe do projeto (MATIPA, 2008).

Apesar desta característica trabalhosa e entediante, o levantamento de quantitativos é um passo essencial na estimativa de custos de obras de construção civil, uma vez que, antes que o custo da obra possa ser determinado, a quantidade de

trabalho a ser feito deve ser mensurada. Quantitativos de materiais podem ser feitos tanto manualmente como eletronicamente, dependendo da preferência e ferramentas disponíveis para o orçamentista (ALDER, 2006).

Monteiro e Martins (2013) salientam que cada componente é medido individualmente pelo levantador, a mensuração é completa de interpretações pessoais do projeto, isto é, mesmo sendo realizado nas mesmas condições, é possível levantar quantidades de serviço diversos. Além do mais, cada levantador tem seu próprio método, dificultando a conferência das quantidades e atribuições na planilha orçamentária.

Para um bom orçamento, é essencial se ter conhecimento de todas as etapas a serem realizadas na obra em questão. Antes de iniciar a elaboração dele em uma determinada obra, deve se ter conhecimento de certas condições ou fatores, nem sempre expressos no projeto, que podem acrescentar no custo da obra, como a análise de planejamento e projetos, definindo condições para o canteiro de obras, a fim de evitar problemas futuros (TISAKA, 2011).

Salienta Mattos (2010):

Orçar não é um mero exercício de futurologia ou jogo de adivinhação. Um trabalho bem executado, com critérios técnicos bem estabelecidos, utilização de informações confiáveis e bom julgamento do orçamentista, pode gerar orçamentos precisos, embora não exatos, porque o verdadeiro custo de um empreendimento é virtualmente impossível de se fixar de antemão. O que o orçamento realmente envolve é uma estimativa de custos em função da qual o construtor irá atribuir seu preço de venda - este, sim, bem estabelecido.

Possíveis erros ou omissões nesta documentação resultam em custos imprevistos, atrasos na entrega da obra, deficiência nas funcionalidades para qual o empreendimento foi projetado e, em casos extremos, litígios entre os agentes envolvidos no processo (EASTMAN et al., 2011).

Um erro no levantamento de quantitativo pode refletir perigosamente no custo final da obra, no qual pode intervir na decisão de uma empresa ou cliente. Logo, considera-se esta etapa de suma importância para o sucesso do empreendimento, em que é indispensável a melhoria para que se tenha o máximo de precisão (SANTOS; ANTUNES; BALBINOT, 2014).

O levantamento quantitativo possui diversa relevância em cada etapa do seu ciclo e da entidade, tanto no início estimando seu custo, quanto na definição do seu prazo de construção. Além de interferir na execução propriamente, no qual o

gerenciamento do projeto tem como indicadores o custo e o prazo (MONTEIRO; MARTINS, 2013).

A etapa de levantamento das quantidades por serviço é muito importante, porque é nela que se definirão praticamente as quantidades de materiais que serão comprados na obra e o dimensionamento de equipes de trabalho em função dos prazos preestabelecidos. Portanto, é necessário o máximo de atenção na obtenção destes quantitativos. Para que a possibilidade de erros seja a menor possível (GOLDMAN, 2004, p.69).

A partir dessas premissas, o desempenho do engenheiro orçamentista é primordial para a precisão de um orçamento, pois, este influenciará no valor final da obra. Para Neto, Fensterseifer e Formoso (2003) “em função de o produto da construção ser de elevado valor, o preço tem importância muito grande durante o processo de tomada de decisão do cliente”.

O correto para a realização de um levantamento quantitativo é manter um memorial de cálculo indicando os passos realizados, para que seja possível, analisar os valores obtidos em caso de falhas nos cálculos dos quantitativos (XAVIER, 2008).

Não se pode deixar de considerar que esse processo pode ser aperfeiçoado com o auxílio da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*).

Para Robinson (2007):

BIM é uma ferramenta colaborativa usada pelos membros da indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC) baseada em um número de soluções de software. A BIM incorpora todos os componentes ou objetos da edificação, incluindo suas geometrias, relações espaciais, propriedades e quantidades, além de todas as informações referentes a serviços e equipamentos no ciclo de vida da edificação.

## 2.2. Sistemas referenciais

A forma tradicional de levantamento de quantitativos que boa parte dos engenheiros orçamentistas utilizam fundamentam-se basicamente pelo produto da área do telhado pelo rendimento por metro quadrado do tipo de insumo, majorada posteriormente por percentuais. Algumas das bases de dados provém de sistemas referenciais de natureza pública e privada, e para este trabalho serão adotados os principais, a saber:

- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (SINAPI);
- Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO);

- Base de Dados do Sistema Boletim de Custos (SBC);
- Orçamento de Obras de Sergipe (ORSE).

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, é o principal referencial para a construção civil, particularmente para as obras públicas. É uma referência nacional para a composição de custos para aquisição de materiais, equipamentos, serviços e mão de obra, itens que são componentes de orçamentos de obras (CAIXA, 2022).

Para o IBGE (2022), o SINAPI:

[...] tem por objetivo a produção de séries mensais de custos e índices para o setor habitacional, e de séries mensais de salários medianos de mão de obra e preços medianos de materiais, máquinas e equipamentos e serviços da construção para os setores de saneamento básico, infraestrutura e habitação. [...] Os preços e custos auxiliam na elaboração, análise e avaliação de orçamentos, enquanto os índices possibilitam a atualização dos valores das despesas nos contratos e orçamentos.

O SINAPI é gerenciado de forma compartilhada pela Caixa Econômica Federal e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esse sistema atualiza as referências periodicamente para todas as capitais brasileiras, além de ser bastante abrangente e trazer referências para diversos serviços da engenharia civil (CAIXA, 2022).

A Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO) é um dos principais sistemas referenciais de caráter privada da engenharia de custos do Brasil. Elaborada pela PINI, empresa referência em pesquisas e informações para o segmento da construção civil.

A TCPO assegura uma ordenação agrupada das peculiaridades de uma obra, propiciando um controle orçamentário mais coerente e preciso. A principal função da TCPO é alimentar as bases de dados dos sistemas de gerenciamentos utilizados nas obras (PINI, 2021).

A Base de Dados SBC, de natureza privada, compõe o melhor banco de composições analíticas com 11.036 composições e 8.813 insumos em 27 capitais. “São adequadas, cidade a cidade em função da produtividade de mão-de-obra, assim como em relação a preços e custos”. O (Informativo SBC, 2022).

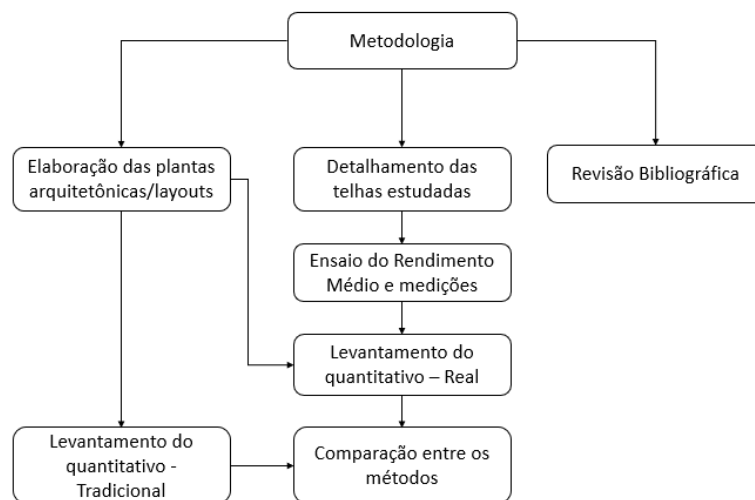
O ORSE é um software, de natureza pública, desenvolvido e mantido pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe (CEHOP) no qual são

encontrados inúmeros insumos e composições de preços unitários. Atualmente o banco de dados conta com 9389 insumos e 9484 composições de preços unitários. O sistema continua sendo disponibilizado de forma gratuita, propiciando o acesso fácil e rápido das informações a toda a comunidade técnica, empresarial, científica e órgãos de fiscalização e controle (ORSE, 2022).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos da pesquisa, foi realizada a seguinte estratégia detalhada na Figura 1.

Figura 1: Estratégia de pesquisa.



Fonte: Autor (2021)

Como exposto na Figura 1, trata-se de uma pesquisa de caráter descritivo e quantitativo, onde explorou-se referências bibliográfica em livros, artigos científicos e sites relacionados ao tema em questão. Em paralelo, foi elaborada uma planta baixa de uma edificação residencial unifamiliar de baixo padrão para serem realizados os cálculos dos quantitativos e feito o detalhamento das telhas cerâmicas tradicionais na cidade e região.

Os quantitativos de telhas cerâmicas calculados pelos métodos tradicionais, de fontes oficiais e consagradas, foram confrontados com a projeção dos quantitativos que mais se aproximam da realidade construtiva.

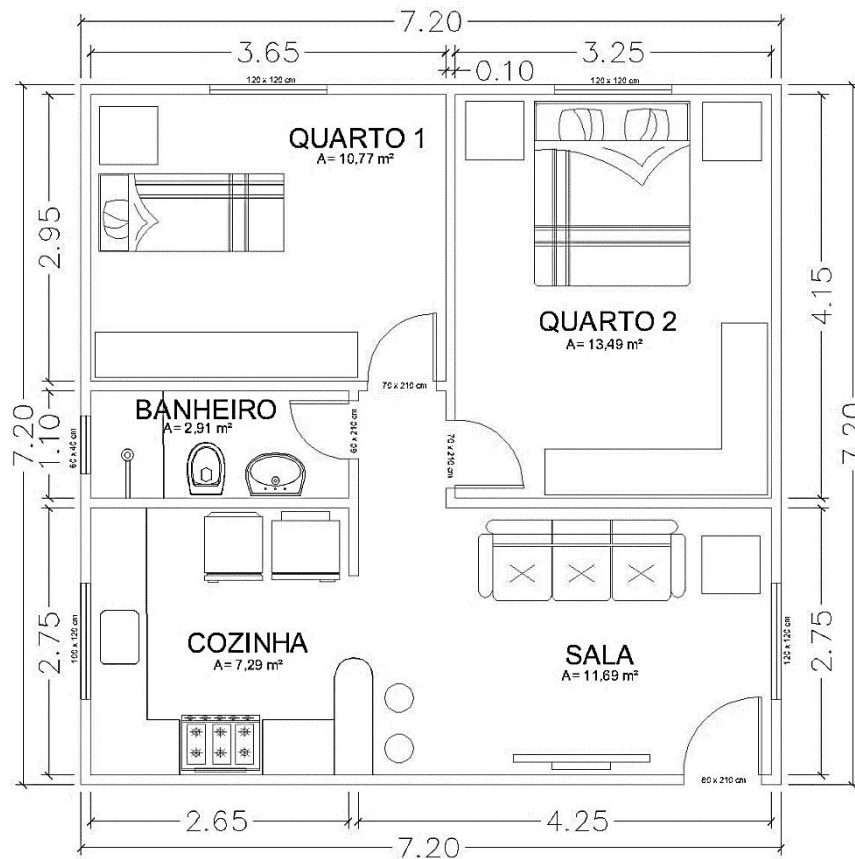
Os ensaios e testes foram realizados na cidade de Açailândia/MA.



### 3.1. Modelo arquitetônico

Para o presente trabalho foi elaborada uma planta baixa (Figura 2) de uma residência unifamiliar de baixo padrão composta por dois quartos, uma cozinha, uma sala e um banheiro social.

Figura 2: Planta baixa da residência estudada.



Fonte: Autor (2022)

O modelo arquitetônico proposto tem 7,20m de largura e 7,20m de comprimento totalizando uma área de 51,84m<sup>2</sup>. A forma quadrangular adotada tem a finalidade de facilitar os cálculos.

A escolha desta planta se justifica por ser semelhante às casas populares financiadas pelo governo federal, assim como configurar semelhança à boa parcela das edificações habitacionais de Açailândia/MA.

Logo, este modelo arquitetônico é ideal e relevante para a pesquisa realizada.

### 3.2. Especificação das telhas cerâmicas

As especificações técnicas das telhas cerâmicas quanto aos requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis são regulamentadas pela ABNT NBR 15310:2009.

Para que os resultados sejam os mais próximos possíveis da realidade construtiva local, foi utilizada os materiais de cobertura tradicionalmente adotados em Açailândia e região, detalhados Quadro 1, que atendem a referida norma.

Quadro 1: Detalhamento das telhas cerâmicas.

Modelo/Fabricante	Especificação (Fabricante)	Ilustração
<b>Telha Colonial</b> (telha simples de sobreposição, <b>NBR 15310:2009</b> )  <b>Fabricante:</b> <b>São Pedro</b>	Largura: 14,7cm Comprimento: 48,5cm Posição do pino: 46cm Galga: 38,5cm R(m): 28T/m <sup>2</sup>	
<b>Telha Romana</b> (telha composta de encaixe, <b>NBR 15310:2009</b> )  <b>Fabricante:</b> <b>Cerâmica Livramento Ltda</b>	Largura: 24,2cm Comprimento: 40,8cm Posição do pino: 36,0cm Galga: 32,2cm R(m): 16,0T/m <sup>2</sup> Inclinação Mínima: 30%	

Conforme determina a norma, a telha deve trazer informações sobre a identificação do fabricante, modelo da telha, rendimento médio ( $R_m$ ) da telha, largura de fabricação x comprimento de fabricação x posição do pino ou furo, de amarração e galga média.

As dimensões dos corpos de prova foram conferidas com auxílio de uma trena e determinada pela média aritmética das mensurações obtidas

Notou-se irrelevante variação nas dimensões (na casa de milímetros) em relação às especificações gravadas no produto, logo, atendendo a tolerância de 2% (Portaria nº 276 do INMETRO, de 25 de junho de 2021) das dimensões nominais em relação as dimensões do fabricante.

As fotos da coluna “ilustrações” correspondem a fotografias reais dos corpos de prova em questão.

### 3.3. Rendimento médio ( $R_m$ )

O rendimento médio ( $R_m$ ) de telhas por metro quadrado é definido por um ensaio especificado na NBR 15310:2009, como exibido na Figura 3.

Figura 3: Determinação do rendimento médio ( $R_m$ ) conforme a norma.

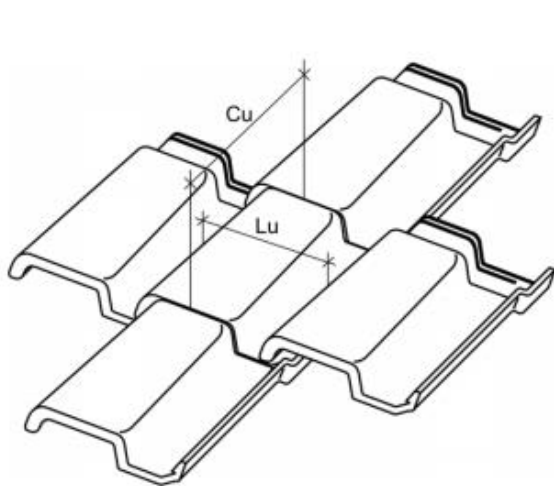


Figura 3-a: Determinação do rendimento médio da telha – exemplificação com telha composta de encaixe

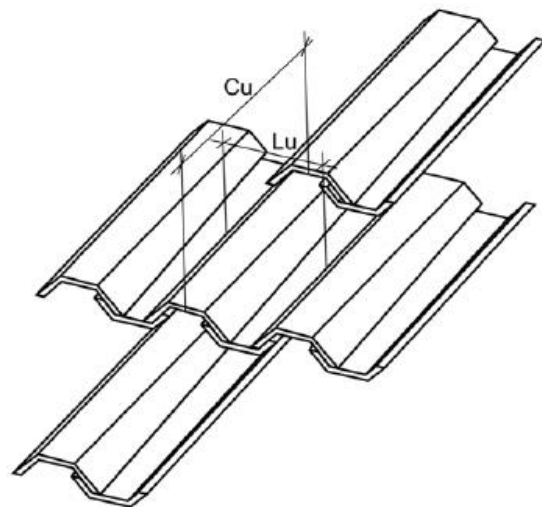


Figura 3-b: Determinação do rendimento médio da telha– exemplificação com telha simples de sobreposição

. Fonte: ABNT NBR 15310:2009.

A Figura 3 mostra o detalhamento da organização das telhas dos tipos composta de encaixe e telha simples de sobreposição, para a determinação do rendimento médio, obtida a partir do Comprimento útil ( $C_u$ ) e a Largura útil ( $L_u$ ).

A NBR 15310:2009 traz as seguintes definições:

- **Telha composta de encaixe:** telhas cerâmicas planas que possuem geometria formada por capa e canal no mesmo componente, para permitir o encaixe entre si, possuem pinos, ou pinos e furos de amarração, para fixação na estrutura de apoio.
- **telhas simples de sobreposição:** Telhas cerâmicas formadas pelos componentes capa e canal independentes. A concavidade ou convexidade define a utilização como canal ou capa respectivamente. O canal deve apresentar pinos, furos ou pinos e furos de amarração, para fixação na estrutura de apoio; a capa está dispensada de apresentar furos ou pinos.
- **pinos de apoio:** Saliência na parte inferior da telha, a qual impede o deslocamento longitudinal desta sobre o apoio.
- **canal:** Componente ou parte da telha cuja finalidade é conduzir água.
- **capa:** Componente ou parte da telha cuja finalidade é conduzir a água para o canal.
- **galga média:** Atributo da relação entre as telhas.
- **largura útil ( $L_u$ ):** Valor da largura da parte visível da telha quando montado o telhado.
- **comprimento útil ( $C_u$ ):** Comprimento da parte visível da telha quando montado o telhado.
- **área útil da telha ( $A_u$ ):** Produto do comprimento útil pela largura útil, expresso em metros quadrados

A área útil ( $A_u$ ) é obtida pelo produto da largura útil média ( $L_{u,m}$ ) e comprimento útil médio ( $C_{u,m}$ ),

$$A_u = L_{(u,m)} \times C_{(u,m)} \quad (\text{Equação 1})$$

O rendimento médio ( $R_m$ ) é obtido pelo inverso de  $A_u$ .

$$R_m = \frac{1}{A_u} \quad (\text{Equação 2})$$

Para determinação do rendimento médio das telhas, foi realizado ensaio (Figura 4) sob uma trama de madeira cuja galga adotada respeitou a recomendada pelos respectivos fabricantes (Quadro 1).

A metodologia das medições e cálculos seguiu como determinado pela NBR 15310:2009.

Figura 4: Execução do ensaio para a determinação do rendimento médio ( $R_m$ ).



Figura 4-a: Determinação do rendimento médio da telha plan



Figura 4-b: Determinação do rendimento médio da telha colonial



Figura 4-c: Determinação do rendimento médio da telha romana

Fonte: Autor

Os resultados alcançados apresentam-se na Tabela 1.

Tabela 1: Execução das medições das telhas estudadas.

Dimensões	Telha Plan	Telha Colonial	Telha Romana
Largura útil mínima (cm)	15,4	18,0	18,1
Largura útil máxima (cm)	18,2	18,6	18,9
Largura útil média (cm)	16,8	18,3	18,5
Comprimento útil médio (cm)	38,5	38,5	32,5
Área útil média (m <sup>2</sup> )	0,0647	0,0705	0,0601
Galga (cm)	38,5	38,5	32,2
Rendimento médio (T/m <sup>2</sup> )	30,92	28,39	16,32

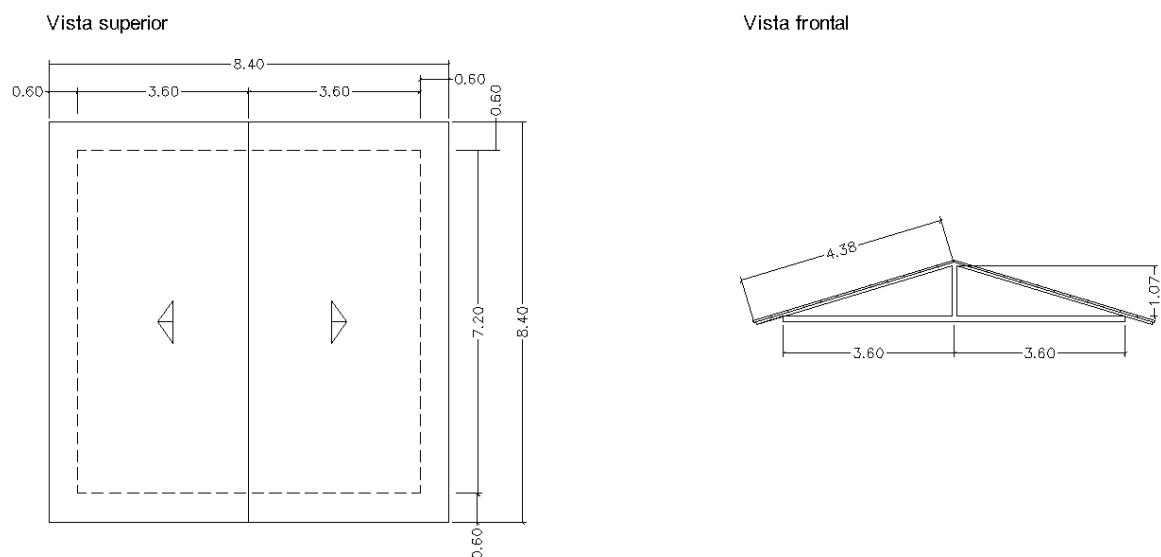
Fonte: Autor (2022)

Os rendimentos médios obtidos permaneceram dentro dos limites de tolerância de 4% estabelecido pela Portaria nº 276 do INMETRO, de 25 de junho de 2021.

### 3.4. Levantamento dos quantitativos de telhas

Inicialmente foi elaborado o detalhamento da cobertura da planta residencial estudada, exibida na Figura 5.

Figura 5: Planta simplificada do sistema de cobertura.



Fonte: Autor (2022)

Para determinação dos quantitativos reais de telhas necessárias para a cobertura da edificação proposta, foi deduzida como seria na execução da obra a distribuição real das telhas no telhado.

Para tanto, considerou-se:

- Telhado de duas águas;
- Beiral estimado de 60cm para ambos os lados;
- Galga recomendada pelos fabricantes;
- Inclinação de 30%;
- Trama convencional de madeira.

Sendo assim, ao se considerar os cálculos para uma água do telhado, pode se obter as seguintes informações:

- Comprimento do telhado (C) = 8,40m
- Largura do pano inclinado ( $L_{i=30\%}$ ) = 4,20m x 1,044 (fator de correção) = 4,38m
- Área da superfície inclinada (C x  $L_{i=30\%}$ ): 8,40m x 4,38m = 36,83m<sup>2</sup>
- Área total do telhado: 36,83m<sup>2</sup> x 2 (águas) = 73,66m<sup>2</sup>

Sabe-se que umas das etapas iniciais da execução de sistema de cobertura é a armação da trama. Para tanto é necessário se obter quantas fiadas (fileira de telhas dispostas na direção do comprimento detalhadas na Figura 6) e linhas (fileira de telhas dispostas na direção da largura detalhadas na Figura 6) serão necessárias para a fixação da estrutura.

As ripas são fixadas conforme a galga específica do tipo de telha. Assim, deve-se dividir a largura do pano inclinado do telhado ( $L_{i=30\%}$ ) pela galga ( $G_{telha}$ ), a fim de encontrar a quantidade de fiadas de telhas ( $Q_{fiadas}$ ).

$$Q_{fiadas} = \frac{L_{i=30\%}}{G_{telha}} \quad (\text{Equação 3})$$

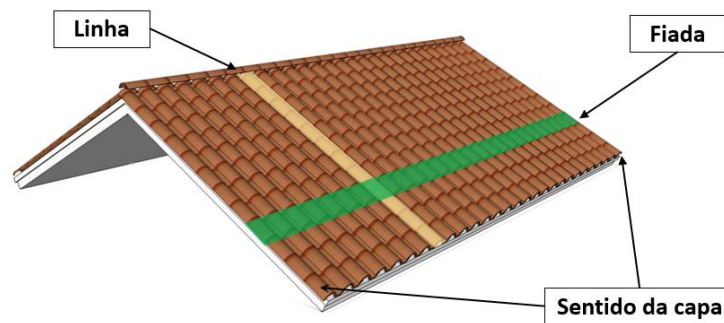
Porém, é importante ressaltar que nem sempre esse valor corresponde à um número exato, logo, no momento da construção da trama, dispõe-se de uma estrutura que comporte uma fiada a mais ou a menos, deixando o beiral menor ou maior, já que é dispendioso e ineficiente realizar cortes em telhas.

A quantidade de linhas ( $Q_{linhas}$ ) é determinada pela razão do comprimento do telhado (C) pela largura útil média ( $L_{u,m}$ ) das telhas, multiplicada pela quantidade de telhas que compõe largura útil média (t).

$$Q_{linhas} = \frac{C}{L_{(u,m)}} \times t \quad (\text{Equação 4})$$

Sabe-se que, usualmente na prática, o número dessas linhas segue ímpar, pois, a posição das telhas das extremidades é geralmente no sentido do canal, ou no sentido da capa (Figura 6) com acabamento em argamassa. Porém, essa prática não se aplica à telha romana, pois, trata-se de uma telha composta.

Figura 6: Exemplificação de um telhado convencional de duas águas.



Fonte: Autor (2022)

Conhecendo-se a quantidade de fiadas e a quantidade de linhas, pode se deduzir que o quantitativo real de telhas ( $QT_{real}$ ), é o produto dos dois valores encontrados.

$$QT_{real} = Q_{fiadas} \times Q_{linhas} \quad (\text{Equação 5})$$

Em face dos parâmetros propostos, das especificações das telhas dispostas no Quadro 1 e admitindo-se apenas o quantitativo das telhas Plan, Colonial e Romana (exceto cumeeira) apresentadas neste estudo, chega-se aos quantitativos elencados na Tabela 2.



Tabela 2: Quantitativo de telhas para uma água.

Modelo de telha	$Q_{fiadas}$			$Q_{linhas}$		$QT_{real}$		Diferença
	Calculada	Beiral menor	Beiral maior	Calculada	Adotada	Beiral menor	Beiral maior	
<b>Plan</b>	11,9	11	12	100	101	1.111	<b>1.212</b>	101
<b>Colonial</b>	9,7	9	10	91,8	93	837	<b>930</b>	93
<b>Romana</b>	13,7	13	14	45,4	46	598	<b>644</b>	46

Fonte: Autor (2022)

Nota-se que na coluna  $Q_{fiadas}$  os décimos dos valores calculados se aproximam mais do valor do beiral maior do que o valor do beiral menor. Isso significa que para o beiral não ficar demasiadamente “curto” a tendência é utilizar o valor de beiral maior.

Na coluna  $Q_{linhas}$  o valor adotado é o próximo valor ímpar, como visto anteriormente a face da telha nas extremidades deve ser no mesmo sentido (capa ou canal).

Sendo assim, o total de telhas para o telhado proposto, relativo às duas águas, é exposto na Tabela 3.

Tabela 3: Quantitativo total de telhas do sistema de cobertura.

Modelo de telha	Beiral menor		Beiral maior		Média dos Rendimentos (T/m <sup>2</sup> )
	Quantidade	Rendimento (T/m <sup>2</sup> )	Quantidade	Rendimento (T/m <sup>2</sup> )	
<b>Plan</b>	2.222	30,17	2.424	32,91	31,54
<b>Colonial</b>	1.674	22,73	1.860	25,25	23,99
<b>Romana</b>	1.196	16,24	1.288	17,49	16,86

Fonte: Autor (2022)

O rendimento apresentado na Tabela 3, refere-se à razão entre a quantidade calculada e a área total do telhado corresponde à 72,66m<sup>2</sup>.

A coluna “média dos rendimentos (T/m<sup>2</sup>)” corresponde à média entre os valores dos rendimentos obtidos para beiral menor e maior.

### 3.4.1. Métodos tradicionais de levantamento de quantitativos

Os métodos tradicionais que boa parte dos orçamentistas utilizam fundamentam-se basicamente pelo produto da área do telhado pelo rendimento por metro quadrado do tipo de insumo, majorada posteriormente por um percentual. As bases variam de profissional para profissional, segundo suas interpretações, tabelas de engenharias e base de dados.

Na tabela SINAPI 2021/11 o consumo de telhas é estimado de 26T/m<sup>2</sup> para o tipo colonial e plan (código 00007173) e 16T/m<sup>2</sup> para o tipo romana (código 00007175).

Na Base de Dados do Sistema Boletim de Custos (SBC) 2021/12 - São Luís/MA, o consumo de telhas é estimado de 33T/m<sup>2</sup> para telha do tipo plan (código I062757), 28T/m<sup>2</sup> para o tipo colonial (código I000620) e 16T/m<sup>2</sup> para o tipo romana (código I002010).

Na Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO) 2013 o consumo de telha plan é de 28T/m<sup>2</sup> (código 07320.3.8.2). Esta fonte sugere ainda a majoração em 5% da área inclinada como fator de segurança.

Na base de dados ORSE (Orçamento de Obras de Sergipe) 2021/11 o consumo de telha plan e colonial é de 26T/m<sup>2</sup> (código I07173S) e para o tipo romana 16T/m<sup>2</sup> (código I07175S).

Em uma busca pela internet é possível constatar em fontes não oficiais a adoção de rendimentos maiores ou menores para os tipos de telhas estudadas. Variação, esta, devida possivelmente pela diferença da especificação das telhas da região e cultura de execução do sistema de cobertura. No entanto, os valores resultantes destas servirão apenas de mera exposição.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para efeito de comparação, serão adotados os parâmetros de rendimentos mais comum no mercado, aqui destacadas pela SINAPI, TCPO, ORSE, SBC, rendimento médio indicado pelos fabricantes e rendimentos próximos a estes.

Os resultados obtidos estão expostos nas Tabelas 4, 5 e 6, separadas por tipo de telha cerâmica e comparado com o total de quantitativos calculados e exibidos na Tabela 3.

Tabela 4: Comparativo do cálculo real x métodos tradicionais para telha plan.

Fonte	Rendimento T/m <sup>2</sup>	Quantitativo de telhas (73,66m <sup>2</sup> )	Beiral Menor		Beiral Maior	
			Diferença	Variação	Diferença	Variação
SINAPI / ORSE	26	1915	-307	-14%	-509	-21%
TCPO	28	2166	-56	-3%	-258	-11%
Fabricante Cemil	32	2357	135	6%	-67	-3%
SBC	33	2431	209	9%	7	0%
Outros	24	1768	-454	-20%	-656	-27%
Outros	25	1842	-381	-17%	-583	-24%
Outros	27	1989	-233	-10%	-435	-18%
Outros	30	2210	-12	-1%	-214	-9%

Fonte: Autor (2022)

Tabela 5: Comparativo do cálculo real x métodos tradicionais para telha colonial.

Fonte	Rendimento T/m <sup>2</sup>	Quantitativo de telhas (73,66m <sup>2</sup> )	Beiral Menor		Beiral Maior	
			Diferença	Variação	Diferença	Variação
SINAPI / ORSE	26	1915	241	14%	55	3%
SBC / Fabricante São Pedro	28	2062	388	23%	202	11%
Outros	24	1768	94	6%	-92	-5%
Outros	25	1842	168	10%	-19	-1%
Outros	27	1989	315	19%	129	7%

Fonte: Autor (2022)

Tabela 6: Comparativo do cálculo real x métodos tradicionais para telha romana.

Fonte	Rendimento T/m <sup>2</sup>	Quantitativo de telhas (73,66m <sup>2</sup> )	Beiral Menor		Beiral Maior	
			Diferença	Variação	Diferença	Variação
<b>SINAPI / SBC / ORSE / Fabricante Livramento</b>	16	1179	-17	-1%	-109	<b>-8%</b>
<b>Outros</b>	17	1252	56	<b>5%</b>	-36	-3%
<b>Outros</b>	15	1105	-91	<b>-8%</b>	-183	<b>-14%</b>

Fonte: Autor (2022)

As colunas intituladas “diferença” nas Tabelas 4, 5 e 6 exibem a subtração algébrica entre os respectivos quantitativos reais (Tabela 4) e o quantitativo calculado na coluna “Quantitativo de telhas (73,66m<sup>2</sup>)”, nesta ordem.

As colunas intituladas “variação” nas Tabelas 4, 5 e 6 correspondem à variação percentual entre “diferença” e total real (Tabela 3).

A fonte “Outros” refere-se a informações que podem ser encontradas em sites da internet e/ou popularmente conhecidas e constam nas tabelas apenas para fins de exposição.

Observa-se que as diferenças e a variações negativa indicam que os quantitativos calculados pelos métodos tradicionais foi subestimado. Já para as diferenças e variações positivas acusam que o quantitativo calculados pelos métodos tradicionais foi superestimado. As variações acima de 5% foram destacadas em vermelho.

Na Tabela 4, é notória a expressiva subestimação a adoção dos parâmetros da tabela SINAPI e ORSE, podendo chegar à 21%. Já o fabricante e SBC apresentaram maior precisão em relação aos demais. Observa-se, também, que a adoção de qualquer outro rendimento diferente da Base de Dados SBC e do fabricante Cemil resulta em subestimação considerável para o projeto estudado.

Na Tabela 5, a base de dados SBC e o fabricante São Pedro não obtiveram o rendimento preciso, ocorrendo subestimação nos parâmetros adotados, chegando à 23% para ambos, sendo o pior resultado da pesquisa para as fontes oficiais.

Na Tabela 6, os resultados de ambos os parâmetros foram melhores, haja vista que as fontes oficiais elencadas adotam o mesmo coeficiente de rendimento. Resultado este dentro do esperado, pois a telha romana possui geometria formada por capa e canal no mesmo componente, e os seus encaixes mais definidos que

restringem a variação na largura útil e comprimento útil ao se disporem umas nas outras, diferentemente das telhas do tipo plan e colonial.

As telhas do tipo plan e colonial possuem capa e canal independentes, pinos e encaixes que permitem grande variação na largura útil e no comprimento útil fator este que pode explicar a imprecisão dos resultados dos métodos aqui estudados.

Entretanto, não se pode deixar de considerar os efeitos do arredondamento dos resultados, geralmente para mais, assim como a margem de previsão para perdas e desperdícios, que correntemente é de 5% a 10%. Todavia, mesmo havendo majorações, pode-se constatar que ainda assim faltaria material, principalmente telhas plan e colonial, caso se adotasse os métodos tradicionais para levantamento dos quantitativos. Isto certamente ocasionará “dores de cabeça”, uma vez que, demandará atrasos na obra, custos adicionais, e em litígio entre as partes para casos mais extremos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de elaboração de um orçamento de um empreendimento se sobressai como um dos elementos mais importantes, em vista ao mercado cada vez mais acirrado e a crise instalada. Um erro ou imprecisão na interpretação de um projeto é capaz de afetar substancialmente em todos os sentidos a obra executada.

É provável concluir que os métodos tradicionais estão sujeitos às imprecisões em determinados projetos como no projeto residencial aventado. Haja vista que essas falhas podem acarretar diversos prejuízos. No caso de subestimação, as principais consequências são o atraso na entrega da obra e a elevação do custo. No tocante à superestimação, pode-se destacar a sobra demasiada de material e o custo desnecessário apropriado à obra em decorrência deste.

Isto posto, a precisão nas técnicas de levantamento de quantitativos é um dos pilares para a construção civil, dado que, está ligada diretamente ao custo dos serviços, sendo este um elo direto com o cliente, posto que, quanto mais caro menos atrativo para ele e quanto mais barato mais atrativo será. A obra entregue dentro do prazo é primordial para a satisfação do cliente.

Assim, a experiência do engenheiro orçamentista é fundamental para a assertividade do orçamento e conseqüentemente na confiabilidade dos serviços prestados.

Cabe-se ressaltar que os métodos apresentados aqui, podem, muitas vezes, apresentar-se falhos, afetando, frequentemente, a tomada de decisão das empresas e dos clientes. Neste sentido a tecnologia BIM vem substituindo os métodos tradicionais e aprimorando o processo de levantamento de quantitativos, promovendo a sofisticação e a atratividade da Construção Civil.

## REFERÊNCIAS

ALDER, M. A. **Comparing time and accuracy of building information modeling to onscreen take off for a quantity takeoff on a conceptual estimate**. Dissertação (Master of Science). School of Technology Brigham Young University, 2006.

ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de; MEIRA, Gibson Rocha. **O papel do planejamento, interligado a um controle gerencial, nas pequenas empresas de construção civil**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Gramado: ABEPRO, 1997. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/>> Acesso em 18 dez. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15310: Componentes cerâmicos — Telhas — Terminologia, requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

BRASIL. Ministério da Economia. **Portaria INMETRO nº 276**, de 25 de junho de 2021. Brasília: INMETRO, 2021.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA). **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI**. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referenciasprec-os-insumos/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 03 jan. 2022.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI. **Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal**. 8ª Ed. Brasília: CAIXA, 2020.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Construção Civil: desempenho 2021 e cenário para 2022**. Banco de Dados CBIC Dezembro/2021. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/12/construcao-civil-desempenho-2021-e-cenarios-2022.pdf>> Acesso em: 04 jan. 2022.

EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2a. ed., Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira: a estrutura de um setor de planejamento técnico**. 4 ed. São Paulo: PINI, 2004.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos 2021**. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Rio de Janeiro: Agência IBGE Notícias, 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil: O que é**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e->

custos/9270-sistema-nacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?=&t=o-que-e> Acesso em 03 jan. 2022.

MATIPA, W. M. **Total cost management at the design stage using a building product model**. Tese (PhD in Philosophy Engineering). Cork: Faculty of Engineering, National University of Ireland, 2008.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras**. Pini, São Paulo, 2006.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MONTEIRO, André; MARTINS, João Poças. **A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design**. Automation in Construction, v. 35, p. 231-253, 2013.

NETO, J. P. B.; FENSTERSEIFER, J. E.; FORMOSO, C. T. **Os Critérios Competitivos da Produção**: um Estudo Exploratório na Construção de Edificações. RAC, v. 7, n.1, Jan./ Mar. 2003.

Orçamento de Obras de Sergipe (ORSE). Disponível em: <<http://orse.cehop.se.gov.br/>> Acesso em: 02 jan. 2022.

PINI. **TCPOweb**. Disponível em: <<https://tcpoweb.pini.com.br/home/home.aspx>> Acesso em: 09 nov. 2021.

ROBINSON, C. Structural BIM: discussion, case studies and latest developments. **The structural design of tall and special buildings**, v. 16, p. 519-533, 2007.

SABOL, L. **Challenges in Cost Estimating with Building Information Modeling**. 2008. Disponível em: [https://www.academia.edu/3879014/2\\_sabol\\_cost\\_estimating](https://www.academia.edu/3879014/2_sabol_cost_estimating). Acesso em: 08 nov. 2021.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CASTRO, R. C. M. **Steel Framing**: arquitetura. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia; Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2012. Disponível em: <[https://engprime.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Manual\\_SF\\_Arquitetura\\_web.pdf](https://engprime.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Manual_SF_Arquitetura_web.pdf)> Acesso em: 11 nov. 2021.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda; ANTUNES, Cristiano Eduardo; BALBINOT, Guilherme Bastos. **Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia BIM**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis, SC, v. 6, n. 12 p. 134-155. 2014.

SISTEMA BOLETIM DE CUSTOS – SBC. Disponível em: <<https://informativosbc.com.br/>> Acesso em: 02 jan. 2022.

Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO). 13. ed. São Paulo: Pim, 2008.



TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**/ Maçahiko Tisaka. — São Paulo: Editora Pini, 2011.

XAVIER, I. S. L. **Orçamento, Planejamento e Custos de Obras**. São Paulo: FUPAM, 2008.