

METODOLOGIA DE APOIO À CONCEÇÃO ARQUITETÓNICA COM BASE NO ORÇAMENTO PRELIMINAR

Aplicação à realidade brasileira

KASHMIR THAMIRIS FIGUEIRA SOARES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM PROJETO INTEGRADO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

Orientadora: Professora Doutora Bárbara Rangel Carvalho

Coorientador: Professor Doutor Jorge Manuel Moreira da Costa

Mestrado em
Projeto Integrado
na Construção
de Edifícios



OUTUBRO DE 2022

MESTRADO EM PROJETO INTEGRADO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ mprince@fe.up.pt

🌐 <https://www.mprince.net>

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <https://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado em Projeto Integrado na Construção de Edifícios – 2021/2022 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2022.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais

*Pois qual de vós, querendo edificar uma torre, não se
assenta primeiro a fazer as contas dos gastos, para ver
se tem com que a acabar?*

Lucas 14:28

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Rita, por ser a razão de ter iniciado meus estudos em Portugal.

Aos meus amigos de curso Luciana, Fernando, Matheus, Rodrigo e Yanh, por estarem ao meu lado nessa jornada.

Às minhas amigas de profissão Marina e Marcela, por me apoiarem mesmo que distantes fisicamente.

Aos meus professores do curso, por todo o profissionalismo e paixão pelo ensino demonstrados durante o curso.

À minha sócia Liliane pelo apoio aos meus estudos para nosso crescimento profissional.

À minha professora orientadora Bárbara, pela dedicação dada nesse processo, pela orientação sempre presente e por entender minhas ideias e me ajudar a organizá-las da melhor maneira possível.

Ao Professor Jorge Moreira da Costa por toda a disponibilidade e atenção dada aos alunos no cargo de professor e diretor do MPRINCE.

RESUMO

Atualmente, no cenário da economia brasileira, a necessidade de conhecimento para custos de construção é mais evidente do que nunca. O custo total é um fator que implica diretamente ao projeto arquitetônico. Quando há conhecimento sobre um projeto, sobre a relação com sua composição, características e localização geográfica, torna-se possível fazer uma estimativa de custos para melhor aproveitamento do espaço de projeto.

Para tanto, propõe-se a utilização de uma ferramenta auxiliar. Esta ferramenta pode ser usada em qualquer etapa do planejamento do projeto arquitetônico e ajudará a tomada de decisão do projetista, fornecendo conhecimento dos custos finais da construção.

Para isso, verifica-se a necessidade de um caso de estudo para analisar a estimativa de custos de projetos similares e com mesma localização geográfica. Por esses motivos, o condomínio Terras Alphaville, localizado na cidade de Maricá, foi escolhido para o estudo. Os projetos neste local são semelhantes em design e foram construídos com os mesmos padrões de construção. Ao observar o caso, é possível a compreensão da composição dos custos totais, também custos por ambientes, áreas estimadas e as bases para cálculo importantes.

Esta ferramenta auxiliar é programada com base nos dados do estudo de caso. Simulações feitas com esta ferramenta analisam e avaliam os custos totais de um projeto, fornecendo estimativas úteis para qualquer designer ou arquiteto, ajudando-os a elaborar projetos eficientes e econômicos.

PALAVRAS-CHAVE: orçamento, projeto arquitetônico, processo de projeto, custo de construção.

ABSTRACT

Nowadays, in the scenario of Brazilian economics, the necessity of knowledge for construction costs is more apparent than ever. The total cost is a factor that applies directly to the architectural design. When there is knowledge about a project, about the relation with its composition, characteristics and geographic location, it becomes possible to make an estimate of costs to better use of design space.

Therefore, use of an auxiliary tool is proposed. This tool can be used in any step of architectural design planning and will help the designer's decision making by providing knowledge of the final costs of construction.

This creates the need of a case study where there are multiple projects with known costs, similar geographic locations, and similar designs. For these reasons, the Terras Alphaville condominium, located in Maricá city, was chosen for the study. The projects at this location are similar in design and have been built with the same standards of construction. By observing the case, is possible the comprehension of the total costs' composition, also costs by rooms, estimated areas and the more important calculate bases.

This auxiliary tool is programmed based on the data from the case study. Additional simulations with this tool analyses and assess the total costs of a project, providing estimations useful to any designer or architect, helping them to design be both efficiently and cost effective.

KEYWORDS: budget, architectural design, process of project, cost of construction.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE GERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xiii
ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS	xv

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTO	1
1.2. PERTINÊNCIA DE ESTUDO	2
1.3. PROBLEMA DE PESQUISA	3
1.4. OBJETIVOS	3
1.5. METODOLOGIA	3
1.6. RESULTADOS ESPERADOS	4
1.7. ESTRUTURA DA APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	4

2. ESTADO DE ARTE	5
2.1. PROCESSO DE PROJETO	6
2.1.1. O PROJETO	6
2.1.2. AGENTES DO PROCESSO DE PROJETO	8
2.1.3. QUALIDADE EM PROJETO	10
2.1.4. ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO DE ARQUITETURA	12
2.1.5. PROCESSO DE CRIAÇÃO EM ARQUITETURA	15
2.2.6. FERRAMENTAS DE AUXÍLIO AO DESENHO	16
2.2. A EDIFICAÇÃO	18
2.2.1. REQUISITOS DE HABITAÇÃO	18
2.2.2. ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA CASA	21
2.2.2.1. Sistema estrutural	23
2.2.2.2. Alvenaria	25
2.2.2.3. Coberturas	26

2.2.2.5. Revestimentos.....	28
2.2.2.3. Acabamentos	29
2.2.2.4. Instalações hidráulicas e sanitárias	32
2.2.2.5. Instalações elétricas	34
2.2.2.6. Sistemas especiais	36
2.2.2.7. Forros.....	36
2.3. PROCESSO DE CÁLCULO DA CONSTRUÇÃO	38
2.3.1. O ORÇAMENTO.....	38
2.3.2. CÁLCULO DE CUSTO PELO CUB	39
2.3.3. CÁLCULO DE CUSTO PELO SINAPI.....	42
2.3.4. CÁLCULO DE CUSTO PELO CYPE	44
2.3.5. CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	44
 3.1. PROPOSTA METODOLÓGICA.....	 47
3.1. OBJETIVOS DO ESTUDO	47
3.2. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	48
3.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	48
3.2.2. CONDUÇÃO DO ESTUDO.....	48
3.3. ENQUADRAMENTO	49
3.4. CASO DE ESTUDO	53
3.4.1. CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO	53
3.4.2. SELEÇÃO DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS.....	53
3.4.3. SELEÇÃO DE DADOS E FERRAMENTAS	59
3.4.3.1. Especificações técnicas	59
3.4.4.1. Memorial descritivo.....	66
3.4.4.2. Base de dados	68
3.4.4.3. Ferramentas de auxílio ao estudo.....	68
3.4.4. ORÇAMENTO SINTÉTICO.....	72
3.4.4.1. Custos totais simulados	73
3.4.4.2. Custos por ambiente	79
3.4.7. CONCLUSÕES DO CASO DE ESTUDO.....	88
3.5. PLANO EXPERIMENTAL	89
3.5.1. QUADRO DE DADOS INICIAIS.....	91

3.5.2. QUADRO DE CÁLCULO.....	93
3.5.3. QUADROS DE CONCLUSÕES.....	94
3.5.2. UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA.....	95

4. Conclusão.....97

4.1. CONCLUSÕES GERAIS.....97

4.2. CONSTRANGIMENTOS DO PROCESSO 97

4.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 98

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Composição de custos em uma construção	5
Figura 2 - Processo de projeto de um empreendimento	6
Figura 3 - Atividades intelectuais do processo de projeto em arquitetura	7
Figura 4 - Fases do processo de projeto. Fonte: Ruchel et al (2013) adaptado	8
Figura 5 - Os quatro principais participantes que atuam em um empreendimento de construção de edifícios. Fonte: Melhado (1994) adaptado	8
Figura 6 - Tempo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal das atividades. Fonte: Melhado (1994) adaptado.	11
Figura 7 - Impacto da variável com base no tempo decorrido de projeto. Fonte: PMBOOK apud. Regalla 2018, p.21	12
Figura 8 - Esquema da estruturação na NBR 15.575. Fonte: Asbea; CAU/BR, 2013	18
Figura 9 - Tipos de fundação. Fonte: Borges (2006) adaptado	24
Figura 10 - Exemplo de laje treliçada. Fonte: Milito (2011)	25
Figura 11 - Parede em alvenaria com blocos cerâmicos. Arquivo pessoal.	25
Figura 12 - Tijolo cerâmico de vedação. Fonte: NBR 15270-3.....	26
Figura 13 - Telhado com telha metálica. Arquivo pessoal.....	27
Figura 14 - Ambientes com porta interna tipo "kit porta" e portas externas com vidro temperado e alumínio. Arquivo pessoal.	28
Figura 15 - Chapisco em muro. Arquivo pessoal.....	29
Figura 16 - Diferentes padrões de porcelanato. Arquivo pessoal.....	30
Figura 17 - Evolução de uma construção. Arquivo pessoal	31
Figura 18 - Detalhe de soleira, tabeira e peitoril.....	31
Figura 19 - Instalação predial de água fria. Fonte: Júnior (2019).....	32
Figura 20 - Evolução do Mercado de Sistemas Fotovoltaicos Distribuídos no Brasil. Fonte: Empresa de Pesquisa Energética	33
Figura 21 - Partes constituintes de uma instalação de esgoto de banheiro em corte esquemático. Fonte: Júnior (2019).....	34
Figura 22 - Esquema de instalação elétrica. Fonte: Júnior (2018)	34
Figura 23 - Relação entre os sistemas construtivos e insumos	37
Figura 24- Exemplo de composição Sinapi. Fonte: Custos de composições analítico. Maio de 2021- SINAPI	43
Figura 25 - Esquema da metodologia utilizada	49
Figura 26 – Localização da Cidade de Maricá. Fonte: Wikipédia.....	50

Figura 27 - Imagens de vinculação do empreendimento Reserva Pilar	51
Figura 28 - Fase 1 e fase 2 do Empreendimento Alphaville. Fonte: divulgação da empresa.	52
Figura 29 - Situação Atual dos Condomínios. Fonte: Google Hearth.....	52
Figura 30 - Projeto B12	55
Figura 31 - Projeto G22.....	56
Figura 32 - Projeto H12.....	57
Figura 33 - Projeto Q13.....	58
Figura 34 - Questionário - Cobertura.....	60
Figura 35 - Questionário - Sistema estrutural.....	60
Figura 36 - Questionário - Acabamentos de cozinha	61
Figura 37 - Questionário - Louças das instalações sanitárias	61
Figura 38 - Questionário - Portas	62
Figura 39 - Questionário - Janelas	62
Figura 40 - Evolução dos custos dos projetos-padrão. Mão de obra com encargos Sociais para Projeto Padrão R1-N	68
Figura 41 - Custo por m2 utilizando área real	77
Figura 42 - Custo por m2 utilizando ATC	77
Figura 43 - Custo por m2 utilizando ATEQ.....	77
Figura 44- Ferramenta proposta - Visão Geral.....	90
Figura 45 - Quadro de dados iniciais.....	91
Figura 46 - Quadro de cálculo.....	93
Figura 47 - Quadros de conclusões	94
Figura 48 - Área real sem ponderação.....	95
Figura 49 - Área real com ponderação.....	95

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Fases e atividades do projeto de arquitetura	12
Tabela 2 - Exigências de Desempenho.....	19
Tabela 3 - Características dos edifícios para cumprir as exigências de desempenho	19
Tabela 4 - Correlação entre elementos do sistema construtivo.....	21
Tabela 5 - Sistemas construtivos de uso recente na cidade de São Paulo	22
Tabela 6 - Pontos mínimos para tomada conforme NBR 5410	35
Tabela 7- Exemplo de diferenciação entre classe de insumos.....	40
Tabela 8 - Lote básico de insumos por m2 de construção	41
Tabela 9 - Objetivos para seleção dos casos.....	53
Tabela 10 - Comparativo - padrões de construção CUB e projetos selecionados	54
Tabela 11 - Objetivos Específicos para a condução do estudo.....	59
Tabela 12 - Pontos de água e esgoto por padrão de construção.....	64
Tabela 13 - Pontos elétricos mínimos por ambiente	65
Tabela 14 - Memorial descritivo	66
Tabela 15 - Composições CUB Projetos Padrão Residenciais Normal R1-N Com encargos sociais	68
Tabela 16 – Composições do orçamento sintético.....	69
Tabela 17 - Custos totais simulados	73
Tabela 18 - Variação de áreas e custo simulado global total	74
Tabela 19 - Variação do CUB/m2 para cálculo utilizando Área Real	74
Tabela 20 - Variação do CUB/m2 para cálculo utilizando Área Total Construída	75
Tabela 21 - Variação do CUB/m2 para cálculo utilizando Área Equivalente	75
Tabela 22 - Resultado dos custos totais por metro quadrado para cálculo com Área Real	76
Tabela 23 - Resultado dos custos totais por metro quadrado para cálculo com ATC	76
Tabela 24 - Resultado dos custos totais por metro quadrado para cálculo com ATEQ	76
Tabela 25 - Custos específicos de construção por sistema construtivo	78
Tabela 26 - Percentagem dos custos específicos por sistema construtivo	78
Tabela 27 - Área útil e a relação sobre as áreas de construção	79
Tabela 28 - Custos pontos e peças em áreas molhadas	79
Tabela 29 - Pontos elétricos e custo por ambiente	80
Tabela 30 - Custos por tipo de ambiente analisados	83
Tabela 31 - Custo e área média por ambiente do menor ao maior	87

Tabela 32- Variação dos custos por ambiente encontrados	87
Tabela 33 - Percentagem de área útil sobre área de construção.....	88
Tabela 34 - Representação de custos dos ambientes nos custos totais.....	88
Tabela 35 – Comparativo da variação CUB/m2 com custo simulado.....	91
Tabela 36 - Representação da área útil sobre áreas de construção	92

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR Norma Brasileira

CAU/BR Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SINDUSCON Sindicatos Estaduais Da Indústria Da Construção

SINAPI Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

AU Área útil

ATC Área total construída

ATEQ Área total equivalente

1

INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTO

Nos últimos anos, no cenário econômico brasileiro, tem ocorrido um aumento significativo nos custos de construção civil no país devido a inúmeros fatores políticos e econômicos, agravada mais recentemente pela situação gerada pela pandemia mundial. De 2016 a 2022 o aumento no custo de construções ficou em 40,45% enquanto a inflação do mesmo período ficou em 28,15% (Castro 2022).

Em 2015 uma pesquisa qualitativa e quantitativa foi feita pelo CAU-BR – Conselho de Arquitetura e Urbanismo – em parceria com o Datafolha - Instituto de Pesquisas do Grupo Folha - que resultou em um diagnóstico sobre arquitetura e urbanismo no Brasil.

A parte qualitativa da pesquisa mencionada foi feita com grupos de discussão e demonstrou que as dificuldades principais encontradas durante uma obra se relacionam a três eixos principais: planejamento, mão de obra e material. No campo de planejamento, a maioria dos entrevistados relatou dificuldade em calcular o orçamento da obra devido a falta de conhecimento e má assessoria. O resultado da pesquisa mostra considera todos os tipos de construções e retrata a importância do orçamento de construção no Brasil (Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) 2015).

Quando os custos de construção não são calculados corretamente e ultrapassam o orçamento disponível, pode haver consequências. Entre estas, a necessidade de alteração do projeto durante a execução da obra ou mesmo a suspensão da mesma por parte do proprietário. Em casos extremos, onde o proprietário encontra-se impossibilitado de arcar com a variação entre o valor calculado e o valor aditivo, são gerados efeitos financeiros e legais, como exemplo a necessidade de suspensão de contratos e prazo da licença de obras.

O orçamento final disponível para uma construção influencia a tomada de decisões feitas durante o processo de projeto, principalmente nas decisões iniciais que se referem ao dimensionamento, tipologia e soluções construtivas.

Portanto, existe o interesse por parte dos proprietários em determinar o valor de construção de seu imóvel o mais previamente possível, o que representa um grande desafio principalmente no estágio inicial de projeto.

Também assim, existe uma grande preocupação por parte do projetista, sendo arquiteto, engenheiro ou técnico, em atingir os objetivos dos clientes dentro de sua realidade orçamentária. A preocupação se estende em garantir que a qualidade do projeto e da construção não seja prejudicada na tentativa de diminuir os custos de construção, principalmente com o uso de materiais de baixa qualidade.

No Brasil atualmente é possível utilizar bases nacionais de dados de custos por metro quadrado. É utilizado maioritariamente o CUB/m² - Custo Unitário Básico por Metro Quadrado - para auxiliar na estimativa prévia dos custos da construção total. Com uma estimativa de custos é possível ajustar o programa inicial do projeto, como exemplo a limitação tipológica ou de área construída, para adequar o dimensionamento total da construção ao fator orçamentário, utilizando unicamente o Custo versus Metro Quadrado para a tomada de decisões.

No cenário tecnológico, algumas pequenas e médias empresas brasileiras têm se destacado no mercado do ensino voltado aos arquitetos e engenheiros com ofertas de formação em diversas vertentes no âmbito da arquitetura e construção, explicitando a necessidade do conhecimento e uso das novas tecnologias.

Dentre essas formações é amplamente divulgada a necessidade do projetista de conhecer e utilizar as ferramentas BIM. Essas ferramentas agilizam os processos de projeto através da execução de modelagem 2D e 3D simultaneamente, assim como, podem auxiliar na execução do orçamento preliminar. O auxílio se estabelece na etapa de estudo de viabilidade econômica ainda nas fases iniciais de projeto, desde que as informações trabalhadas se alinhem à bases de dados de custos. Essas bases de dados podem ser tanto públicas, como é o caso do SINAPI ou bases próprias do gabinete ou empresa de construção.

1.2. PERTINÊNCIA DE ESTUDO

O projeto arquitetônico é por onde se iniciam e se orientam os projetos complementares de engenharia e a previsão de custos. Assim sendo, este deve ser meticulosamente elaborado de forma a facilitar os trabalhos das várias especialidades.

De acordo com o disposto no Art. 6 das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, *“O curso de Arquitetura e Urbanismo deverá possibilitar formação profissional que revele, pelo menos, as seguintes competências e habilidades: (...) c) as habilidades necessárias para conceber projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo e para realizar construções, considerando os fatores de custo, de durabilidade, de manutenção e de especificações, bem como os regulamentos legais, e de modo a satisfazer as exigências culturais, econômicas, estéticas, técnicas, ambientais e de acessibilidade dos usuários(...)”*.

Sendo assim, tornam-se essenciais os conhecimentos que relacionem os custos de construções para as áreas de competências profissionais.

Na maioria das vezes as decisões feitas pelos projetistas consideram apenas as solicitações básicas dos clientes, geralmente relacionadas a algum fator estético ou programa de necessidades que são encarados pelo cliente, muitas vezes pessoas leigas sobre o processo de arquitetura e construção, como uma lista de desejos, sem profundamente questionar a real necessidade do programa. Por parte do projetista, principalmente do recém-formado, pode nem sempre existir o conhecimento, ou preocupação sobre as principais informações referentes ao desenvolvimento do projeto que possam minimizar os custos de construção.

Entretanto, a exigência financeira impõe uma previsibilidade maior dos custos antes mesmo da consolidação do projeto base a fim de determinar um limite de custo que possa de fato ser arcado pelo cliente. Para tanto, durante o processo de concepção do projeto as necessidades de adequações e a flexibilização quanto ao programa inicial devem ser avaliadas para que o projeto se mantenha dentro das expectativas de custo.

Mesmo com a utilização de ferramentas auxiliares ao projeto e a utilização de bases de dados de custo existe uma limitação do profissional projetista em relação a elaborar um projeto arquitetônico que possa estar dentro das expectativas do cliente em termos econômicos e de utilização final, e principalmente, de dados que possam auxiliar ao profissional a orientar os seus clientes sobre as melhores soluções de divisão e dimensionamento interno que o possam atender no viés econômico.

As demandas por projetos arquitetônicos eficazes no requisito orçamental fazem com que seja necessário ao arquiteto conhecimento sobre os custos de construção e sua relação com o projeto arquitetônico.

1.3. PROBLEMA DE PESQUISA

Constatada a necessidade de se definir um projeto arquitetônico coincidente com o orçamento do cliente o problema foco desta pesquisa é analisar **se é possível prever o preço de construção de uma residência unifamiliar durante as várias interações do processo conceptual**. Considerando para o tal, abranger os requisitos ideais do cliente em relação a espacialidade, dimensionamento interno e principalmente em relação ao custo.

1.4. OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é oferecer uma ferramenta de suporte à tomada de decisão do projetista na elaboração do projeto de arquitetura orientado ao custo, em um recorte geográfico e tipológico.

Para tal, os objetivos específicos do trabalho são:

- Identificar e analisar as metodologias de cálculo de custo de construções, suas ferramentas, metodologias, indicações de uso e limitações;
- Identificar os processos de tomada de decisão durante a concepção do projeto arquitetônico;
- Identificar os elementos de construção que influenciam no custo e qualidade final;
- Identificar e analisar as tomadas de decisões referentes ao projeto arquitetônico que influenciam no orçamento final da obra;
- Verificar custos de uma obra por ambiente.

1.5. METODOLOGIA

Visando atingir os objetivos geral e específicos apresentados, este estudo baseia-se em uma pesquisa de natureza qualitativa, de abordagem exploratória com foco principal em um estudo de caso com extração, análise e processamento dos dados, para a interpretação coerente conforme as pesquisas realizadas. O objetivo final é responder à questão da pesquisa, utilizando-se assim os métodos descritos abaixo.

Pesquisa bibliográfica exposta no capítulo 2 intitulado “Estado de Arte”, onde são exploradas referências em teses, artigos, livros, sites e materiais vinculados que compõem o embasamento teórico do trabalho.

A pesquisa incluiu **busca às Normas e Leis Federais** que contém informações relevantes ao tema como também bases de dados públicas.

Posteriormente, foi realizado o **caso de estudo** a fim de se coletar e analisar os dados para a proposta metodológica.

O caso de estudo baseia-se na **análise do custo simulado** de construção de quatro projetos residenciais unifamiliares de tipologia, estilo arquitetônico e técnicas construtivas similares, em condomínios fechados dentro de um recorte geográfico.

Para compor os custos simulados foi utilizado modelagem em BIM dos projetos. Posteriormente a integração da modelagem com a ferramenta OrçaFascio com dados composições analíticas do SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - ajustando os dados das composições para o cenário hipotético que melhor condiz com o cenário real. A análise final foi feita sobre os quantitativos importados para Excel.

1.6. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se, ao final da pesquisa, ser possível a compreensão de como se compõe os custos em uma construção residencial unifamiliar, quais sistemas com maior impacto nos custos, quais ambientes necessitam maior atenção durante o processo de elaboração de um projeto e como o projetista pode tomar partido do resultado do Caso de Estudo, por meio de aplicação de uma metodologia específica.

1.7. ESTRUTURA DA APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado em capítulos, subcapítulos e temas de exploração, sendo organizados da seguinte forma:

Capítulo 1 – Com o objetivo de introduzir o trabalho, apresentar o contexto, a pertinência do estudo, o problema de pesquisa, a metodologia e o resultado esperado do trabalho;

Capítulo 2 – Apresentação das conclusões encontradas na revisão bibliográfica feita. Introduz o estudo de diversos autores, normas e leis que pautam as questões relevantes ao trabalho. O capítulo está subdividido em três temas centrais: projeto, edificação e custo.

Capítulo 3 – O capítulo apresenta o recorte cultural e geográfico onde a pesquisa se estabelece, os objetos do estudo e apresenta os resultados encontrados no caso de estudo. É apresentada a proposta metodológica com base nos resultados encontrados no Caso de Estudo e explicação de seu uso.

Capítulo 4 – São então apresentados as conclusões dos capítulos anteriores, os resultados gerais da pesquisa os constrangimentos do processo e os desenvolvimentos futuros.

2

ESTADO DE ARTE

O trabalho desenvolvido é focado em edificações unifamiliares residenciais de médio porte. Sendo assim, a forma habitual que se constitui o processo de construções desse tipo é linear iniciando-se por projeto, posteriormente pelo processo de construção até a finalização da obra, etapa onde é possível conhecer o custo total real da construção.

Quando o foco da construção são os custos, é importante uma análise de todas as etapas. Sendo necessário a compreensão de como os custos se **compõe** e se **quantificam**. Para compreender como ocorre a **composição dos preços** é necessário compreender como a edificação é constituída, quais elementos a compõe e como eles se relacionam. Para compreender a **quantificação** é necessário compreender o projeto, como ele se desenvolve, como as soluções propostas impactam nos custos e, principalmente, como são tomadas as decisões referentes a essas propostas (soluções adotadas). O resumo desta interação é apresentada na Figura 1.

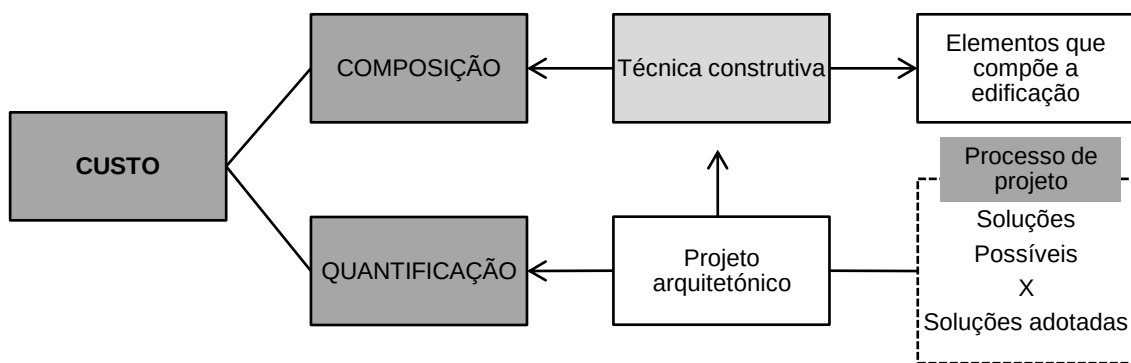


Figura 1 - Composição de custos em uma construção

Sendo assim, foram identificadas as três principais áreas de conhecimento necessárias para os estudos posteriormente desenvolvidos. Para isso, este capítulo desenvolvido explora as temáticas:

- Projeto e os processos em arquitetura;
- Edificação, requisitos e composição construtiva de uma residência;
- Custo, metodologias de cálculo de construção e base de dados.

Primeiramente faz-se necessário compreender o significado do projeto de arquitetura, quem e como o produz, incluindo as ferramentas necessárias para sua idealização e os processos desenvolvidos. Posteriormente há a necessidade de se compreender sobre o objeto projetado – a edificação, suas

limitações que influenciam o projeto, como se compõe e quais materiais necessários para sua produção. Por fim, compreender como é dado e calculado o custo do objeto.

2.1. PROCESSO DE PROJETO

Ao procurar um maior conhecimento sobre o ato de projetar é necessário um estudo sobre os processos de projeto que visam a qualidade do objeto construído. Sendo também importante observar se a integração entre processo de projeto e orçamento se faz presente. É necessário também reconhecer os agentes de influência e como os processos internos se articulam. Assim será possível compreender a participação e importância do projeto de arquitetura para a construção como um todo.

Também é necessário entender como o projeto de arquitetura é criado e desenvolvido. Conhecer suas etapas de elaboração, os resultados esperados e as ferramentas utilizadas, assim como essas ferramentas podem interferir de maneira positiva e negativa no ato de projetar.

2.1.1. O PROJETO

O **projeto** pode ter diferentes significados mesmo se analisado sobre a mesma ótica de construção civil. Em uma visão macro, ele pode ser entendido como o **processo completo de um empreendimento** ou uma **fase** necessária do ciclo de processo completo, sendo assim também um processo complexo por si só.

Não existe uma definição específica de seu significado, tendo cada autor uma ideia própria do significado na palavra em diferentes contextos. De acordo com Regalla (2018), na natureza do significado teórico o projeto pode ser considerado como um plano, desejo ou uma composição provisória de algo que será realizado no futuro

Na visão do **processo de projeto de um empreendimento** no setor da construção, ele é “*caracterizado pelo conjunto de atividades com fases pré-estabelecidas para desenvolver produtos e serviços de acordo com as necessidades dos clientes. Assim, no processo de projeto as fases e atividades tem início com o planejamento estratégico, seguido pelo planejamento do empreendimento, a concepção do produto, o desenvolvimento do produto e a entrega final*”(Ruschel et al. 2013). Na visão de processo de empreendimento citado, pode-se considerar o projeto arquitetônico como parte da concepção do produto, conforme descrito na Figura 2.

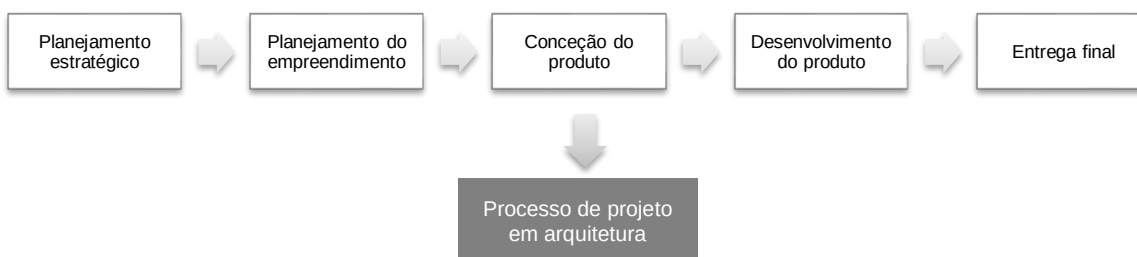


Figura 2 - Processo de projeto de um empreendimento

Ainda pela ótica do processo de um empreendimento, Costa, (1995) considera “*produzir um edifício e uma atividade complexa*” que durante seu processo de elaboração até o resultado final diversas decisões influenciam em diferentes graus no resultado final. Para o autor, a produção de um edifício é um

conjunto de atividades desenvolvidas “com o objetivo de produzir um bem de consumo que, espera-se, satisfaça o melhor possível os anseios – econômicos e profissionais – de todos os intervenientes e dos futuros utilizadores”.

Para Melhado (1994), quando relacionado à **construção de edifícios** o conceito de projeto tem que ser tratado como processo da atividade de construir. Segundo o autor, “o projeto deve ser encarado como informação, a qual pode ser de natureza tecnológica (como no caso de indicações de detalhes construtivos ou locação de equipamentos) ou de cunho puramente gerencial – sendo útil ao planejamento e programação das atividades de execução, ou que a ela dão suporte (como no caso de suprimentos e contratação de serviços), sendo assim de importância crucial”.

De acordo com Kowaltovski et al. (2006), quando relacionado à **elaboração do projeto de arquitetura** o conceito de projeto tem enfoque no processo de decisão em que cada solução possível para um problema único é baseada em um conjunto de possíveis soluções. Os autores afirmam que “o projeto arquitetônico faz parte da família de processos de decisão. O processo de decisão em um projeto pode utilizar a descrição verbal, gráfica ou simbólica, isto é, vários mecanismos de informação, para antecipar analiticamente um modelo e seu comportamento”.

Ainda segundo Kowaltovski et al. (2006) “pode-se considerar o processo de projeto como um conjunto de atividades intelectuais básicas, organizadas em fases de características e resultados distintos. Essas atividades são **análise, síntese, previsão, avaliação e decisão**. Na prática, algumas atividades podem ser realizadas através da intuição, algumas de forma consciente e outras a partir de padrões ou normas”. A visão das atividades básicas é demonstrada na Figura 3.

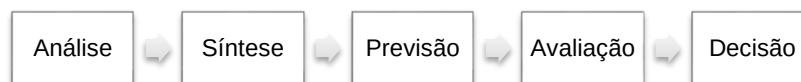


Figura 3 - Atividades intelectuais do processo de projeto em arquitetura

Costa (1995) afirma que durante o processo de decisão da atividade de projetar, sendo em arquitetura ou em qualquer especialidade, existem mais de uma alternativa para a decisão a ser tomada e que poucas vezes essas decisões não consideram outras opções de mesma ou especialidade distinta no campo de projeto. Sendo assim, a opção do projetista é um resultado da análise da qualidade da solução.

Na área de arquitetura, engenharia e construção, as informações coletadas da fase final do processo linear do projeto é utilizado como informações relevantes para novos projetos, formando assim um processo cíclico. Diversos autores citam a importância da avaliação pós ocupação como parte desse ciclo do projeto por auxiliar na retroalimentação com o feedback e as informações coletadas durante o processo que serão utilizadas para definição de novos projetos (Kowaltovski et al. 2006; Regalla 2018; Ruschel et al. 2013).

A Figura 4 representa visualmente o processo de projeto de um empreendimento em visão macro. O processo inicia-se pelos pré-requisitos para então a etapa de planejamento. A etapa de projetos inclui também e os seus próprios processos (entregas parciais). Após a entrega das unidades e a avaliação pós ocupação, as informações coletadas entram novamente no processo de um empreendimento futuro.

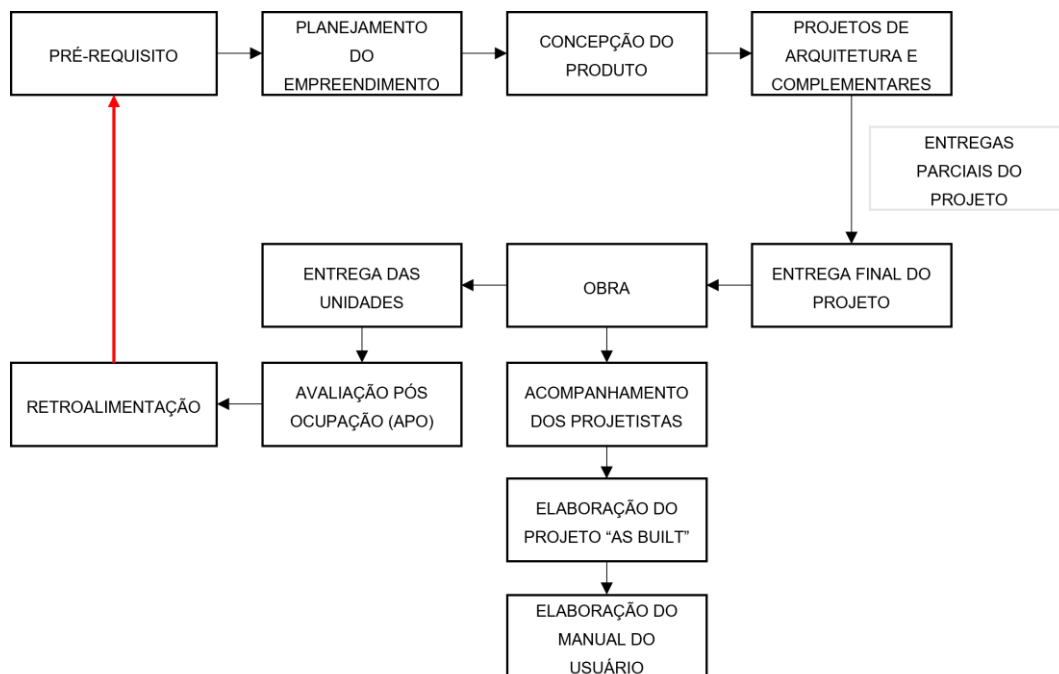


Figura 4 - Fases do processo de projeto. Fonte: Ruchel et al (2013) adaptado.

2.1.2. AGENTES DO PROCESSO DE PROJETO

O processo de projeto possui diferentes agentes que participam direta ou indiretamente de diferentes fases do processo. Melhado (1994) identifica quatro categorias de participantes principais do processo de projeto que são o **empreendedor**, o **projetista**, o **construtor** e o **usuário**, sendo respectivamente responsáveis pela **geração**, **formalização**, **fabricação** e **utilização** do produto final. O autor também afirma que apesar de possuírem o sucesso do empreendimento como interesse em comum, cada um dos participantes tem capacidades diferentes de interferir no processo. A Figura 5 representa os principais participantes e seus respectivos papéis no processo de um empreendimento.

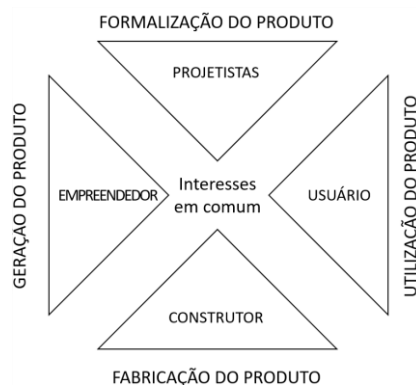


Figura 5 - Os quatro principais participantes que atuam em um empreendimento de construção de edifícios. Fonte: Melhado (1994) adaptado

Em pequenas construções residenciais, muitas vezes o usuário assume também o papel de empreendedor uma vez que é investidor da construção. Esse papel pode ser desempenhado também por uma instituição financeira, como um banco, que possibilita recursos financeiros para a construção, e que em alguns casos possuem regras próprias que influenciam no processo decisório do projeto.

Sob a ótica da qualidade, Melhado (1994) considera o empreendedor, o construtor e o usuário como clientes do projeto, fazendo assim com que haja a necessidade de o projeto cumprir as expectativas empresariais do empreendedor, a clareza de informações necessárias ao construtor e satisfação no consumo do produto pelo usuário.

O arquiteto no processo de projeto

Melhado (1994) aponta uma histórica desassociação entre o trabalho do arquiteto, engenheiro e do construtor num claro afastamento entre as áreas de conhecimento e objetivos das atividades. Segundo o autor esse afastamento ocorreu sobretudo a partir da Primeira Revolução Industrial quando surgem novas formas de construir e o uso de novos materiais estruturais. Por fim, quando surgem as novas teorias na arquitetura caracterizando o papel social do arquiteto e o aumento da complexidade das construções, as atividades profissionais de arquitetura e engenharia se diferenciam por completo.

Na busca de propostas, acredita-se que é fundamental avaliar de que modo a participação e o enfoque profissional de arquitetos e engenheiros, em seus papéis de projetistas e como construtores, influenciam a qualidade da construção de edifício. A dissociação progressiva entre a atividade de construir propriamente dita (execução) e a concepção da obra (projeto) criaram algumas lacunas no cerne do setor de atividade

(Melhado, 1994)

A complexidade das construções citada por Melhado (1994) aumenta a necessidade de conhecimento específico e assim a necessidade de uma divisão de tarefas do projeto, também pela responsabilidade de cada profissional envolvido. Assim sendo, atualmente existem os projetos complementares ou de especialidades, em que os profissionais responsáveis pela sua elaboração são de áreas distintas de atuação, como exemplo projetos de climatização, estrutura e elétrica desenvolvidos respectivamente no campo da engenharia mecânica, civil e elétrica.

Silva (2004) destaca a importância da gestão na etapa de processo de projeto por ser a etapa que estrutura as outras fases do processo de empreendimento e a mais estratégica em relação aos gastos da produção e agregação de qualidade.

No Brasil, o arquiteto e urbanista é formado para ser um profissional generalista capaz de transitar por diferentes áreas de estudo que incorpora artes, ciências sociais, engenharia entre outras. Apesar disso, popularmente é reconhecido quase que exclusivamente nos âmbitos de projeto de edifícios, urbanismo e paisagismo (Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) 2015).

Em 2010 foi sancionada a Lei 12.378 que regulamenta as atividades e atribuições do arquiteto e urbanista e criou o atual Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, CAU/BR e os Conselhos de Arquitetura e Urbanismo dos Estados e do Distrito Federal.

De acordo com a Resolução CAU/BR N° 21, de 5 de abril de 2012, as atribuições do Arquiteto e Urbanista aplicam-se em diversos campos de atuação entre os quais:

- De Arquitetura e Urbanismo, concepção e execução de projetos;
- De Arquitetura de Interiores, concepção e execução de projetos;

- Da Tecnologia e resistência dos materiais, dos elementos e produtos de construção, patologias e recuperações;
- Dos sistemas construtivos e estruturais, estruturas, desenvolvimento de estruturas e aplicação tecnológica de estruturas;
- De instalações e equipamentos referentes à Arquitetura e Urbanismo;
- Do Conforto Ambiental, técnicas referentes ao estabelecimento de condições climáticas, acústicas, lumínicas e ergonômicas, para a concepção, organização e construção dos espaços.

2.1.3. QUALIDADE EM PROJETO

Em relação ao projeto arquitetônico, existe uma considerável diferença entre qualidade da proposta arquitetônica e da qualidade do projeto. A **qualidade do projeto** pode estar relacionada ao detalhamento da proposta, qualidade dos desenhos e informações relacionadas. Já a **qualidade da proposta** arquitetônica se refere ao conjunto das decisões tomadas no processo de projeto. Sendo assim, a qualidade pode ser considerada fator gráfico (de **representação**) ou processual (**decisões** do processo). Portanto é necessário compreender o motivo pelo qual a qualidade do projeto pode ser impactada.

Ao estudar diversas pesquisas sobre qualidade na construção, Costa (1995) verificou que as principais causas de falta de qualidade nos edifícios é causado principalmente por deficiência em projetos. Outra conclusão de sua pesquisa foi observar que em comparação com a fase de execução, a fase de projeto dispõe das melhores condições do ambiente de trabalho, de maior possibilidade de analisar as alternativas frente as necessidades observadas e de geralmente maior nível técnico dos participantes e mesmo assim é responsável por igual ou maior montante de reparação.

Melhado (1994) teoriza a possibilidade da “*pressão psicológica*” exercida pelo empreendedor interferir negativamente na qualidade do empreendimento ao apontar uma crítica recorrente feita sobre a exigência dos empreendedores por obras mais rápidas. “*Essa exigência recai sobre os projetistas que devem entregar seus projetos em menor tempo possível, diminuindo assim o tempo para projetos, para planejar, pensar, refletir, aferir e optar por melhores alternativas*” (Cambiachi apud. Melhado p.67).

Costa (1995) afirma que o dono-de-obra, considerado para esse trabalho como o empreendedor, tem parte da parcela na qualidade do projeto uma vez que ao objetivar o menor custo da construção, além de ao não compreender a complexidade e importância da etapa de projeto reduz seus investimentos e exige prazos irrealistas.

Ao analisar os estudos sobre qualidade do empreendimento *versus* investimento na fase de projeto, é perceptível uma conduta similar dos empreendedores tanto em Portugal como no Brasil. Melhado (1995) afirma que “*no Brasil o que se observa é uma cultura em que o projeto é quase sempre visto como um ‘mal necessário’ em função das exigências legais. Esse é um dos motivos que levam os projetos a serem simplesmente indicativos, fazendo com que parte das decisões que caberiam ao projeto sejam efetivamente tomadas durante a realização da obra*”. Pela ótica portuguesa trazida no trabalho de Costa (1995), quando sobre o papel do empreendedor afirma que “*de forma natural e quase institucionalizada, (...) o primeiro esforço na sua legítima tentativa de obter o melhor possível pelo custo mais baixo será através da redução dos honorários de projeto(...)*”.

Relacionando a qualidade final dos projetos com o custo final da construção, o investimento inicial em tempo na execução do projeto aumenta a qualidade do produto final e consequentemente diminui o custo final do processo, ao minimizar erros e prever soluções assertivas.

Para Melhado (1994) um maior investimento na fase inicial do projeto permitiria o seu desenvolvimento mesmo que isso significasse um prazo maior. O autor aponta que, apesar das decisões tomadas nas fases iniciais de um empreendimento serem as com maior capacidade de influenciar os custos finais, são as que exigem menor investimento, possibilitando assim maior interferência para redução de custos e falhas nas fases seguintes.

A Figura 6 representa a visão do autor ao demonstrar o corelação entre o tempo de **desenvolvimento de um empreendimento** e o custo mensal das atividades. Na prática corrente, o custo e o tempo investido na etapa de projeto são menores, impactando assim no maior custo durante a execução do empreendimento. Em contrapartida, quando há mais tempo e recursos dedicados na etapa de projeto, o custo mensal do empreendimento é menor durante o processo.

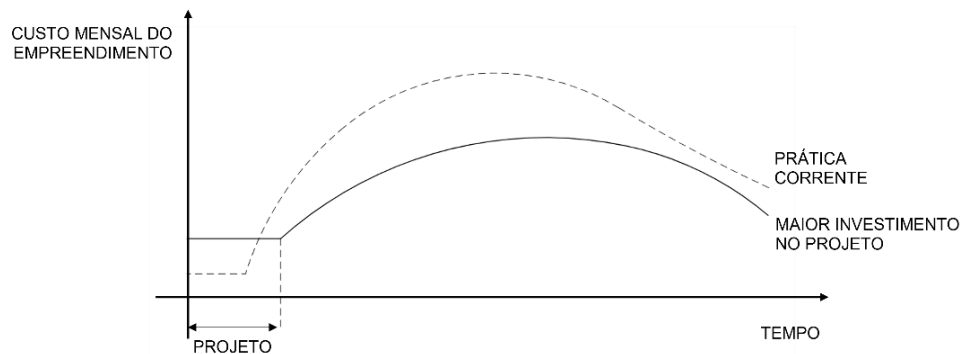


Figura 6 - Tempo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal das atividades. Fonte: Melhado (1994) adaptado.

O processo de projeto pode ser analisado pela mesma perspectiva do processo de empreendimento, necessitando maior investimento de tempo nas fases iniciais do processo. Regalla (2018) explica que no **processo de projeto**, com a sequência das etapas, ocorrem as consolidações das ideias abstratas ao produto final. Sendo assim, o grau de incerteza é maior nas etapas iniciais e diminui conforme o processo evolui, assim como a possibilidade de interferir no produto final sem impactar nos custos. A Figura 7 ilustra graficamente que os riscos e incertezas diminuem ao se aproximar ao término do projeto enquanto os custos de mudança aumentam.

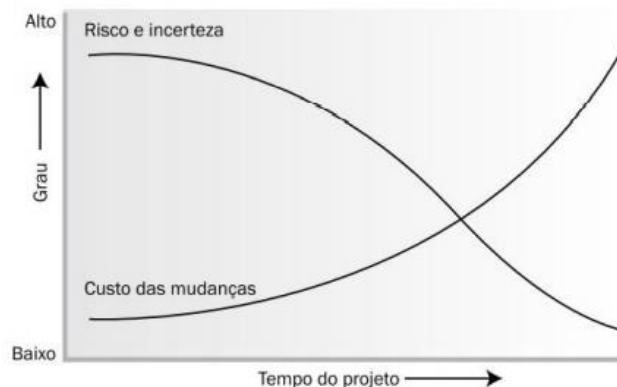


Figura 7 - Impacto da variável com base no tempo decorrido de projeto. Fonte: PMBOOK apud. Regalla 2018, p.21

A qualidade do produto final do processo de projeto depende da qualidade das fases subsequentes e da constante análise minuciosa do resultado de cada etapa. Bertezini (2006) destaca a importância do programa de necessidades (fase inicial do projeto) para a qualidade final no processo de projeto e seu papel como canal de comunicação entre projetistas e clientes. Sendo a etapa inicial, é onde os custos de mudança são praticamente irrelevantes considerando o custo total do projeto, e de grande importância para consolidação das primeiras ideias com a participação mais significativa dos clientes. É nessa etapa que a “lista de desejos” é primeiramente analisada e interpretada e ajustada à realidade pelo profissional.

2.1.4. ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO DE ARQUITETURA

Classicamente, o projeto arquitetônico pode ser dividido em diferentes etapas ou fases. As etapas têm sequência linear e cada etapa se constitui em consolidar parte das decisões definidas para o projeto, possibilitando a concretização das decisões nas fases seguintes. Melhado (1994) afirma que *“a liberdade de decisão entre as alternativas vai sendo gradativamente substituída pelo detalhamento das soluções adotadas”*. O produto de cada etapa do projeto, geralmente em forma de representação gráfica, pode ser então analisado e avaliado em relação as características apresentadas e objetivos a serem atingidos.

Para Bertezini (2006) a subdivisão do processo de projeto em etapas é importante por permitir identificar claramente as atividades a serem realizadas no desenvolvimento do projeto e para cada atividade poder definir conteúdo e informações, atribuir responsabilidades específicas - contribuindo para a transparência do processo - e disponibilizar recursos necessários a cada atividade.

A elaboração de projetos é dividida em etapas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 13532: Elaboração de Projetos de Edificações. Cada descrição de etapa orienta para as informações de referência a utilizar, quais informações técnicas deverão ser produzidas e quais documentos técnicos deverão ser apresentados. As informações técnicas são meios de representação que podem ser, entre outros, desenhos, textos, planilhas e tabelas, fluxogramas, cronogramas, fotografias e maquetes.

O Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Arquitetura e Urbanismo, disponibilizado pela AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura, divide o projeto em fases, em que cada fase corresponde a um ou a um conjunto de etapas descritas na NBR 13532. O manual insere as informações solicitadas por esta norma, e descreve com clareza e detalhamento todos os produtos propostos para cada fase, documentações necessárias e os respectivos responsáveis por cada atividade. As atividades por fase e sub-fase são descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Fases e atividades do projeto de arquitetura

Fase conforme AsBEA	Sub faseamento conforme AsBEA	Informações técnicas a produzir, conforme NBR 13532
Fase A Concepção do produto	LV - Levantamento de Dados	a) Registros de vistorias no local da futura edificação e de arquivos cadastrais (municipais, estaduais ou federais), incluindo os seguintes dados mínimos: vizinhança da edificação (acidentes); leis municipais de parcelamento de solo e de zoneamento; serviços públicos, companhias concessionárias, água potável, esgotos sanitários, escoamento de águas pluviais, energia elétrica em alta ou baixa tensão,

Fase B Definição do produto		iluminação pública, gás combustível, coleta de lixo e pavimentação; terreno destinado à edificação; orientação Norte-Sul, direção e sentido dos ventos predominantes; diferença ou alterações ocorridas após o levantamento topográfico e cadastral (LV-TOP); edificações existentes no terreno destinado à edificação (a demolir ou não); área de construção, número de pavimentos, uso atual, características arquitetônicas e construtivas; b) outras informações relevantes.
	PN - Programa de Necessidades	a) as necessárias à concepção arquitetônica da edificação (ambiente construído ou artificial) e aos serviços de obra, como nome, número e dimensões (gabaritos, áreas úteis e construídas) dos ambientes, com distinção entre os ambientes a construir, a ampliar, a reduzir e a recuperar, características, exigências, número, idade e permanência dos usuários, em cada ambiente; b) características funcionais ou das atividades em cada ambiente (ocupação, capacidade, movimentos, fluxos e períodos); c) características, dimensões e serviços dos equipamentos e mobiliário; exigências ambientais, níveis de desempenho; instalações especiais (elétricas, mecânicas, hidráulicas e sanitárias).
	EV - Estudo de Viabilidade	a) metodologia empregada; b) soluções alternativas (físicas e jurídico-legais); c) conclusões e recomendações
	EP - Estudo Preliminar	a) sucintas e suficientes para a caracterização geral da concepção adotada, incluindo indicações das funções, dos usos, das formas, das dimensões, das localizações dos ambientes da edificação, bem como de quaisquer outras exigências prescritas ou de desempenho; b) sucintas e suficientes para a caracterização específica dos elementos construtivos e dos seus componentes principais, incluindo indicações das tecnologias recomendadas; c) relativas a soluções alternativas gerais e especiais, suas vantagens e desvantagens, de modo a facilitar a seleção subsequente.
	AP - Anteprojeto	Informações técnicas relativas à edificação (ambientes interiores e exteriores), a todos os

		elementos da edificação e a seus componentes construtivos considerados relevantes.
	PL - Projeto Legal	Informações necessárias e suficientes ao atendimento das exigências legais para os procedimentos de análise e de aprovação do projeto legal e da construção, incluindo os órgãos públicos e as companhias concessionárias de serviços públicos, como departamento de obras e de urbanismo municipais, conselho dos patrimônios artísticos e históricos municipais e estaduais, autoridades estaduais e federais para a proteção dos mananciais e do meio ambiente, Departamento de Aeronáutica Civil.
Fase C Identificação e solução de interfaces	PB - Projeto Básico /Pré Executivo	a) as relativas à edificação (ambientes externos e internos) e a todos os elementos da edificação, seus componentes construtivos e materiais de construção; b) as exigências de detalhamento devem depender da complexidade funcional ou formal da edificação.
Fase D Projeto de detalhamento das especialidades	Projeto Executivo (AsBEA)/ Projeto para execução de arquitetura (NBR) Detalhamento	(NBR especifica os documentos técnicos e textos, mas não as informações técnicas a produzir)

A primeira etapa ou fase do projeto referente ao levantamento de dados, programa de necessidade e estudo de viabilidade visam o entendimento do local a ser edificado, como também as necessidades de projeto. É uma fase primordialmente de análise objetiva.

Na etapa (Fase A) de estudo preliminar pressupõe o estudo do projeto como produto (representado graficamente em forma de desenho) e inclui soluções de forma e função, além de incluir ou propor soluções construtivas específicas ao projeto. Por ser a etapa inicial em que o desenho arquitetônico começa a ganhar forma e as soluções para cada necessidade são adotadas, essa é a fase mais importante do ponto de vista do planejamento econômico. As soluções aqui adotadas afetam toda a cadeia pra produção do projeto subsequente.

A etapa de anteprojeto (Fase B) consolida as soluções no EP tanto do ambiente interno como externo a edificação e indica memorial descritivo dos elementos e materiais da construção.

O projeto legal (Fase B) se refere a necessidade de se incluir ao desenho as informações necessárias sobre as exigências legais do projeto, que devem ser conhecidas ainda no levantamento de dados.

No projeto básico/ pré executivo (Fase C) há necessidade de serem detalhadas soluções construtivas conforme complexidade da construção, como também consolidar as soluções construtivas.

O projeto executivo/ projeto de execução (Fase C) é o que engloba todas soluções construtivas pertinentes ao projeto, detalhamentos gerais, quantitativos de materiais e componentes. É o projeto mais

completo de arquitetura que deverá ser encaminhado para o canteiro de obras e utilizado para orçamentos específicos ou de empreitada, por possuir mais riqueza de informações e soluções adotadas.

2.1.5. PROCESSO DE CRIAÇÃO EM ARQUITETURA

Dentre as várias etapas do processo de projeto em arquitetura, o processo de concepção do objeto ou **criação** do objeto é o ponto inicial da consolidação das ideias e objetivos dos agentes do empreendimento. Essa etapa de criação se insere na fase de definição do produto, conforme definição da AsBEA.

O profissional ou profissionais envolvidos, neste trabalho tratados como projetistas, devem ser capazes de integrar todas as informações relevantes para o projeto e materializar todas as decisões que melhor cumpram o programa inicial do projeto. De acordo Kowaltowski et al (2006), dentro das infinitas possibilidades de solução, o projetista deve apresentar aquelas que atendam ao programa do cliente nos requisitos funcionais, técnicos e financeiros.

Ainda na visão de Kowaltowski et al (2006), em arquitetura *“o processo de criação de projeto não possui métodos rígidos, apesar de determinados procedimentos serem comum a alguns profissionais”*. Os autores afirmam que o processo em sua maioria das vezes é individual e informal, sendo um processo complexo e trabalhado internamente pelo profissional. *“Os processos podem, inclusive, pertencer a escolas de regras estéticas quando relacionado à criação de formas”* (Kowaltowski et al. 2006).

Carvalho (2013) afirma que o trabalho criativo não pode ser sistematizado de forma absolutamente racional, para a autora *“fatores como intuição, subjetividade, experimentalismo, fazem parte do processo de trabalho”*, sendo essa a principal característica que distingue o processo criativo de outras disciplinas do campo da construção.

Considerando que a metodologia de projeto é um procedimento organizado para transportar o processo de criação a certo resultado, ela procura racionalizar as atividades criativas e apoiar o projetista para a solução de problemas cada vez mais complexos dentro de inúmeras possibilidades. Sendo a intuição parte importante do processo de projeto (Kowaltowski et al. 2006).

Alguns autores enfatizam que a experiência seja necessária aos projetistas. Regalla (2018) afirma que é possível constatar que *“projetistas fazem uso intensivo do conhecimento processual, ou seja, aquele que é obtido pela experiência”*.

Portanto, a concepção do projeto depende da capacidade do projetista em tornar as infinitas soluções possíveis em cursos de ação de melhor maneira possível, com o objetivo de alcançar os resultados mais adequados às solicitações feitas sobre o projeto final. Essas solicitações têm por objetivo a qualidade do produto final sobre a ótica dos participantes do processo global do empreendimento. Esse processo decisório pode ser pautado em metodologias específicas que o auxiliam, já que os processos de projeto não são integralmente racionais, tendo a intuição e experiência como parte importante do processo.

Quando não se tem uma definição clara do problema de projeto a atenção do projetista oscila entre a compreensão do problema e da sua solução em função das incertezas e dos diferentes interesses envolvidos a serem satisfeitos (Regalla 2018). Quando é possível, a participação do cliente é uma maneira de reduzir os erros de trajetória do processo, sendo necessária documentação das comunicações e das decisões (Kowaltowski et al. 2006).

Metodologias de otimização do projeto

Na visão de qualidade em projeto e construção, com o objetivo de ter uma execução eficiente do produto (construção), alguns conceitos teóricos se pautam na elaboração do projeto com foco principal para a etapa construtiva.

Um desses conceitos, a **Racionalização Construtiva**, é definida por Sabbatini (1989) como a sendo *“um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases”*.

Segundo Melhado (1994), a *“a racionalização pode ser aplicada a qualquer método, processo ou sistema construtivo”*. O autor afirma que com o objetivo de simplificar operações, diminuir custos e aumentar a produtividade, a maioria das medidas de racionalização devem ser empregadas na fase de projeto.

Já o conceito de **Construtibilidade** é *“propriedade inerente ao projeto de um edifício, ou de sua parte, que exprime a aptidão que este edifício (ou sua parte) tem de ser construído”* (Sabbatini 1978). Sabbatini (1989) exemplifica o conceito afirmando que um edifício tem grau superior de construtibilidade se o seu nível de detalhamento demonstrar perfeitamente como ele será construído, e grau inferior se as decisões de construção tiverem que ser executadas durante a etapa de construção. Na visão de Melhado (1994), *“a participação dos profissionais ligados diretamente à execução de construções nas várias etapas do empreendimento é (...) indispensável dentro da filosofia da construtibilidade – com grande reflexo sobre a etapa de projeto”*.

A construtibilidade parte do princípio que a facilidade de execução leva ao menor custo do empreendimento, exigindo assim que os arquitetos tenham conhecimentos não só sobre o objetivo do empreendimento, mas também do processo de execução (considerando materiais, técnicas, mão de obra, logística, etc) e que possam assim produzir projetos que alcancem os objetivos relacionados ao menor custo. Na ótica da construtibilidade o projetista deverá considerar o processo (construção) e o produto (projeto), de maneira geral, será bem definido, bem detalhado e apresentará soluções simples.

Conforme afirmam Barros e Melhado (apud Melhado 1994, p. 119) *“o detalhamento construtivo deve buscar soluções nessa direção, especificando as de maior construtibilidade entre as alternativas e deixando absolutamente claras suas características no projeto, para que se possa tirar máximo proveito de materiais, mão de obra e equipamentos e evitar situações obscuras nas etapas de execução e controle, deixando a cargo da obra apenas a implementação dessas soluções no canteiro”*.

Sendo assim o projetista deverá incluir o processo racional da construção na sua experiência e ter em considerações as soluções que implicam em custo ao otimizar recursos na hora de formalizar as ideias no processo criativo. Em resumo, ter conhecimento das melhores práticas construtivas que interferem positivamente no projeto e tomar partido delas.

2.2.6. FERRAMENTAS DE AUXÍLIO AO DESENHO

Para auxiliar o processo decisório é possível recorrer a diversas formas de representação gráfica das decisões elaboradas como forma de análise e consolidação das decisões atribuídas. Como representação tridimensional pode ser utilizado a maquete física e, mais recentemente, a modelagem feita em impressora 3D.

Os desenhos de projeto são forma de representação gráfica que formaliza as soluções definidas durante o processo criativo do projeto. No ato de desenhar, o desenho desempenha o papel de representar as soluções administradas enquanto outras soluções são estruturadas. A importância do desenho dá-se a

medida que, durante o processo mental de concepção do projeto, há uma relação entre a interpretação do desenho e o surgimento de novas ideias. Essas formas de interação entre desenho e soluções de ideias auxilia o projetista a concretizar as soluções de maneira gráfica e representar suas ideias. O arquiteto pode explorar diferentes abordagens para obter soluções diferentes durante a concepção do projeto. A abordagem pode influenciar soluções de projeto referentes a características pessoais, por experiência face ao problema ou influência por sua formação (Kowaltowski et al. 2006).

O ato de desenhar, principalmente à mão livre, pode representar as ideias do projetista para uma reflexão própria ao passo que as ideias, principalmente visuais, não estão concretizadas. Muitas vezes a interpretação do desenho fica a cargo apenas do projetista nas fases iniciais de seu processo criativo.

A utilização de ferramentas auxiliares ao desenho, como modeladores 3D ou desenho assistido por computador, dá suporte aos profissionais envolvidos nos projetos, tanto principais quanto complementares, e ajudam o profissional a apresentar, compartilhar e discutir suas ideias com seus clientes, demais colaboradores e os profissionais responsáveis para construção da edificação. Proporciona assim, uma comunicação clara e permite a compreensão de ideias por agentes do processo que possam ter maior dificuldade de interpretar as ideias do projetista, como no caso dos futuros utilizadores.

Kowaltowski et al., (2006) destacam a importância dos estudos tridimensionais para o estudo da topografia e modelos simples para estudo de massa e volumetria. É destacado também que a maquete física ajuda na compreensão das relações espaciais mais complexa e uma ferramenta visual importante para a comunicação das intenções de ideias e a discussão sobre o projeto.

Segundo Flores (2015), as ferramentas digitais não devem ser vistas como obrigatórias no processo do desenho de arquitetura, mas sim como ferramentas complementares a outras existentes, com a capacidade de aumentar a qualidade e rapidez do processo de criação. Segundo o autor, o uso do computador para arquitetura pode ser justificado com a facilidade de se criar e alterar projetos, e ajudarem no armazenamento da documentação (a consolidação das decisões).

A evolução da tecnologia permitiu a evolução do desenho assistido por computador, ou mais conhecidos por CAD (*Computer Aided Design*), para utilização de modelagem em BIM (*Building Information Modeling*) que permite analisar o projeto em duas e em três dimensões, além de possibilitar estudar outras particularidades do projeto, como a eficiência energética, desempenho e características físicas e espaciais dos elementos construtivos. Esse tipo de modelagem contribui de maneira significativa para a análise do projeto em qualquer fase do seu processo, desde que as informações a serem analisadas sejam inseridas no projeto.

O surgimento das ferramentas em BIM significou uma evolução no campo da arquitetura, engenharia e construção influenciando todo o mercado e possibilitando um trabalho participativo e colaborativo entre as áreas envolvidas na construção.

A elaboração de projetos em BIM permite a utilização dos dados inseridos no modelo por outros programas que podem ser vinculados ao projeto principal e auxiliar na extração de dados. Para tanto existem diversos *plugins* desenvolvidos tanto pelas empresas que disponibilizam programas BIM como empresas focadas apenas em programas auxiliares.

Em 2020 uma pesquisa divulgada pela empresa de *software* Autodesk indicou que no mundo, cerca de 72% dos profissionais de construção acreditam que a transformação digital seja uma prioridade (IDC InfoBrief 2020). As novas tecnologias e *softwares* voltados para a indústria da construção conseguem estimar custos, prazos e diminuir desperdícios e esses de maneira assertiva. O trabalho do arquiteto e

engenheiro é simplificado, mas não extinto, sendo as ferramentas de desenho uma parte do processo do trabalho que influencia o processo de decisão para o melhor resultado final.

2.2. A EDIFICAÇÃO

Toda edificação deve servir efetivamente ao seu propósito. Para tanto existem exigências a serem cumpridas para cada uso determinado. Essas exigências podem interferir tanto na forma quanto nos materiais utilizados, influenciando a arquitetura, sendo assim também um fator limitador.

2.2.1. REQUISITOS DE HABITAÇÃO

Ao se conceber um projeto arquitetônico é necessário almejar que a edificação resultante final possa atender as necessidades dos usuários (utentes) em relação a diversos fatores. Essa necessidade denomina-se por **exigência dos usuários**. Existem diversos estudos e Normas Técnicas que definem os requisitos mínimos e serem atendidos na concepção de um edifício tendo como objetivo final atender as exigências do usuário final.

A NBR 15.575, 2013 Norma de Desempenho, da qual a Figura 8 ilustra o resumo da sua estruturação, tem como foco atender as exigências dos usuários, tratando-as como requisitos **qualitativos** que devem ser atendidos por **critérios** de grandeza **quantitativa**, que podem ser assim **avaliados**. O foco da norma *“está no comportamento em uso dos elementos e sistemas do edifício no atendimento dos requisitos dos usuários e não na prescrição de como os sistemas são construídos”*(Associação Brasileira dos Escritórios de arquitetura (AsBEA) 2013).



Figura 8 - Esquema da estruturação na NBR 15.575. Fonte: Asbea; CAU/BR, 2013

As exigências de desempenho citadas na Norma se esquadram nos seguintes grupos:

Segurança – Referente à segurança estrutural, segurança contra o fogo e segurança no uso e na operação;

Habitabilidade – Referente à estanqueidade, desempenho térmico, desempenho acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico;

Sustentabilidade – Referente à durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental.

De acordo com Gomes (2015), as exigências econômicas, estão em estreita dependência com as exigências anteriores, podendo ser de fato condicionantes assumindo particular importância na quantificação da conservação dos níveis de qualidade requeridos. Para o autor é necessário levar em conta os custos iniciais e de manutenção na escolha dos materiais, utilizando preferencialmente materiais duráveis e de baixa manutenção.

Para Pedro (1999) as exigências de desempenho da habitação em que a arquitetura pode contribuir de maneira significativa podem ser classificadas de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 - Exigências de Desempenho

Exigência de habitabilidade	Agradabilidade	Conforto higrotérmico
		Conforto acústico
		Conforto visual
		Qualidade do ar
Exigências de segurança	Segurança	Segurança no uso normal
		Segurança contra incêndio
		Segurança contra intrusão
Exigências de uso	Adequação espaço-funcional	Capacidade
		Espaciosidade
		Funcionalidade
	Articulação	Privacidade
		Acessibilidade
	Personalização	Adaptabilidade
		Apropriação
Exigências de economia	Economia	Economia

Pedro (1999) indica as características que os edifícios devem ter para cumprir cada uma das exigências, sendo resumidas conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Características dos edifícios para cumprir as exigências de desempenho

Agradabilidade	
Conforto acústico	Os edifícios devem ser concebidos de modo a proporcionar um adequado isolamento e afastamento relativamente a fontes de ruído exteriores e a garantirem a ausência de fontes de ruídos internas.
Conforto visual	Os edifícios devem ser concebidos de modo que os espaços habitáveis recebam isolamento direta, e que os espaços interiores disponham de iluminação natural permitindo o controlo visual do exterior.

Qualidade do ar	Os edifícios devem ser concebidos de modo a proporcionar as condições de ventilação que assegurem a evacuação de cheiros e gases decorrentes do uso e a desenfumagem em caso de incêndio.
Conforto Higrotérmico	Os edifícios devem ser concebidos de modo a proporcionar aos utentes adequadas condições de proteção contra as temperaturas externas e a chuva.
Segurança	
Segurança no uso normal	Os edifícios devem ser concebidos de modo a não provocarem acidentes decorrentes do uso dos seus espaços e equipamentos.
Segurança contra incêndio	Os edifícios devem ser concebidos de modo a limitarem o risco de ocorrência de incêndio, a facilitarem a evacuação dos ocupantes e a favorecerem a intervenção dos bombeiros.
Segurança contra intrusão	Os edifícios devem ser concebidos de modo a conferirem proteção aos moradores e às instalações contra a intrusão indesejável de pessoas, animais e objetos.
Adequação espaço-funcional	
Capacidade – Programa de espaços	Os edifícios devem ser concebidos de modo a disporem de programas de espaço comuns, espaços individuais e espaços não habitacionais adequados à sua utilização.
Espaciosidade - Área	Os edifícios devem ser concebidos de modo a disporem de espaços comuns, espaços individuais e espaços não habitacionais com áreas adequadas à sua utilização.
Espaciosidade - Dimensão	Os edifícios devem ser concebidos de modo a disporem de espaços comuns, espaços individuais e espaços não habitacionais com dimensões adequadas à sua utilização.
Funcionalidade	Os edifícios devem ser concebidos de modo a proporcionarem aos utentes adequadas condições no desenvolvimento das funções de uso dos espaços que os integram.
Articulação	
Privacidade	Os edifícios devem ser concebidos de modo a proporcionarem privacidade aos utentes, pelo modo de como se estabelecem a relação entre espaços individuais, comuns e públicos.
Acessibilidade	Os edifícios devem ser concebidos de modo a proporcionarem uma ligação fácil entre o espaço exterior e as habitações, e entre as diversas habitações entre si.
Personificação	

Apropriação	Os edifícios devem ser concebidos de modo que suscitem relações de identidade dos moradores e devem permitir realizar intervenções que favoreçam a identificação individual e coletiva.
Adaptabilidade	Os edifícios devem ser concebidos de modo a permitir aos moradores a escolha da habitação com as características que lhes seja mais adequada e/ou a realização de intervenções no sentido de adequar as habitações aos seus modos de uso e necessidades específicas.
Economia	Os edifícios devem ser concebidos de modo a, durante o seu período de vida útil, satisfazerem as restantes exigências com um custo global (construção, exploração e manutenção) mínimo.

A maioria dos requisitos, principalmente aqueles relacionados à segurança e ao conforto, que a edificação deve cumprir têm impacto nos custos, uma vez que podem interferir na escolha de materiais e nas técnicas construtivas para atender qualitativamente a edificação.

2.2.2. ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA CASA

É de necessidade do projetista conhecimento das técnicas construtivas e etapas de construção, para assim poder elaborar um projeto executivo que contemple todas as soluções necessárias para o cumprimento dos requisitos citados no item anterior.

Os elementos construtivos fazem partes de sistemas integrados entre si, que desempenham ações similares. Segundo Ching, (2001) uma edificação pode ser compostas nos sistemas físicos: estrutural, envoltório exterior e subdivisão do espaço interno, sendo cada sistema físico decomposto em subsistemas.

Existem inúmeras soluções construtivas e geralmente necessitam do conhecimento prévio da técnica utilizada, ou a ser utilizada, para cumprir um objetivo. Como por exemplo, se o sistema construtivo for estrutura em madeira dificilmente a solução de fechamentos internos serão em tijolos cerâmicos furados. Assim, com base no conhecimento básico dos sistemas construtivos e técnicas pode ser feito a seguinte relação exemplificada na Tabela 4.

Tabela 4 - Correlação entre elementos do sistema construtivo

Sistema	Dependência
Fundação	Características do solo
Estrutura	Condicionante cultural ou financeira; complexidade do projeto
Fechamentos internos	Solução estrutural adotada
Revestimentos e Acabamentos	Solução de fechamento adotada

Ao estudar a evolução das construções unifamiliares, Sato (2011) resumiu sua pesquisa na seguinte configuração construtiva utilizada desde 1930 até os dias atuais (de sua pesquisa) representadas na Tabela 5

Tabela 5 - Sistemas construtivos de uso recente na cidade de São Paulo

Sistema	Elemento	1913 - 2011
Estrutura	Alicerces	Marcação: Cavaletes ou gabarito, e arames
		Material: Tijolos de barro maciços, blocos cerâmicos e de concreto, com ou sem sapata de concreto armado
		Fundações: rasas ou profundas: brocas, estacas de concreto e tubulões
	Super-estrutura	Precisa de fôrma
Vedações Verticais	Acúmulo de funções	Estrutura reticulada de concreto armado. Paredes maciças de concreto armado. Alvenaria estrutural de blocos.
		Externas
		Revestimento em argamassas industrializadas ou dosadas em canteiro
		Internas
Vedações Horizontais	Inferiores	Material: concreto armado
	Superiores	Estruturação: telhado com ou sem platibanda, terças apoiadas em pilares, apoiadas na laje, e laje plana
		Material: telhas cerâmicas (planas ou capa-e-canal), de fibrocimento, de asfalto, concreto armado
	Intermediárias	Laje de concreto armado ou laje mista: vigotas pré-moldadas e lajotas cerâmicas
		Forro: (quando houver) de gesso (aderido ou não aderido)
Esquadrias	Janelas	Vergas: Concreto armado
		Fechamento: persianas (quando houver), caixilhos metálicos (aço, alumínio), de madeira, ou de PVC com vidros
		Dimensões e frequência: Vãos de grande largura, em alguns casos de piso a teto
	Portas	Fechamento: chapas de madeira planas (sem almofadas), maciças ou, mais recentemente não maciças(sarrafeadas)

Pode ser feita uma correlação entre as conclusões de Sato (2011) e as pequenas diferenças encontradas em novas construções desde a época de sua pesquisa publicada em 2011. A autora afirma que “a

variação dos estilos arquitetônicos sempre teve uma relação intrínseca com o gosto da elite (...): o desejo do que era novo, levou ao uso impensável de muitas soluções técnicas”, o que explicaria a “explosão” de novas construções com características similares na adoção dos planos de vidro e telhado oculto em platibanda - estética - e o emprego de materiais novos como as placas comentícias, revestimentos decorativos, esquadrias com isolamento, telhas isolantes térmica e acusticamente, etc.

As nomenclaturas, método de ensaios e especificações referentes aos materiais componentes da construção é normatizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas. Esse trabalho visa analisar as Normas correspondentes e também verificar as particularidades do uso corrente de cada elemento construtivo. Para esse trabalho serão considerados os seguintes sistemas especificados nos tópicos posteriores: Estrutural, alvenaria, esquadrias, cobertura, revestimentos, acabamentos, instalações hidráulicas e sanitárias, instalações elétricas e instalações especiais.

2.2.2.1. Sistema Estrutural

O projeto estrutural tem como objetivo assegurar a estabilidade do edifício. Segundo Leonhardt (1979) o tipo de sistema estrutural escolhido deve ser o mais favorável sob o ponto de vista técnico e econômico.

O sistema estrutural de uso corrente na construção de residências unifamiliares no Rio de Janeiro do Brasil é o concreto armado. Apesar de novas soluções começarem a ganhar mercado, fatores como mão de obra desqualificada, dificuldade da obtenção de matéria-prima e desconhecimento por parte do cliente dificultam o uso alargado dessas técnicas.

O sistema de construção em concreto armado (betão armado) é o sistema pelo qual o concreto (mistura de cimento, areia e brita) é reforçado ao ser aderido à armaduras de aço (Bastos 2019).

Existe a necessidade do uso de fôrmas na construção em concreto armado moldado no local. Milito (2011) afirma que a *“fôrmas podem variar cerca de 40% do custo total das estruturas de concreto armado, enquanto a estrutura representa em média 20% do custo total do edifício”*.

Fundações

Também chamado de alicerce, a fundação tem a função de distribuir as cargas do edifício para o solo. Os principais tipos de fundação são as diretas (rasas ou superficiais) e as indiretas (profundas). Segundo Borges (2006), tanto a forma quanto as dimensões das fundações são em função da natureza do terreno.

As fundações diretas transmitem as cargas da edificação num plano horizontal sobre o terreno (Figura 9 A). Já as estacas (fundação indireta) são elementos alongados destinados a transmitir as ações ao solo por meio do atrito superficial (resistência de atrito lateral) entre a estaca em seu comprimento e o apoio de sua extremidade inferior no solo (resistência de ponta), conforme Figura 9 B. Os blocos de fundação são responsáveis por direcionar os esforços dos pilares para as estacas (Bastos 2019; Borges 2006).

Segundo Milito (2011), as fundações rasas mais comuns em obras de pequeno porte são a sapata, sapata isolada e Redier (ensoleiramento).

As fundações profundas mais comuns em obras de pequeno porte são estacas moldada *in loco*, geralmente por trado manual.

É comum o uso do nome alicerce ser usado para se referir as vigas de fundação ou vigas baldrame, e em Portugal lintel de fundação. Esse elemento construtivo recebe esforço das paredes do pavimento a nível térreo. Essas vigas são geralmente apoiadas no solo e transferem as cargas das paredes e pilares para a fundação propriamente dita.

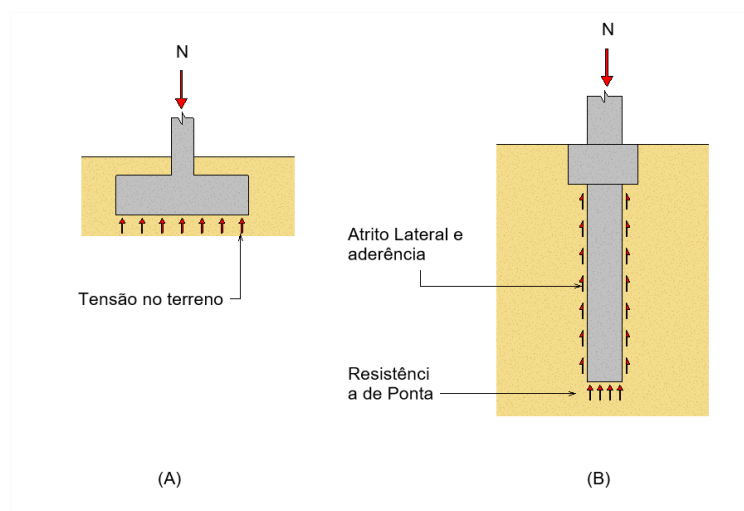


Figura 9 - Tipos de fundação. Fonte: Borges (2006) adaptado

Pilares

De acordo com Bastos (2011) os pilares são os elementos mais importantes do sistema estrutural de uma construção do ponto de vista da estabilidade e segurança. São os elementos verticais que recebem as cargas das lajes e vigas.

Vigas

Vigas são elementos horizontais lineares tipo barra com função básica é vencer vãos e transmitir as cargas para os apoios, geralmente pilares (Bastos 2019).

Conforme NBR 6118: Projeto de Estruturas em Concreto, a seção transversal mínima das vigas deve respeitar a largura de 12cm, e em vigas-paredes a largura mínima será de 15cm. A norma considera vigas-parede as vigas altas em que a relação entre o vão e a altura l/h é inferior a 2 em vigas biapoiadas e a 3 em vigas contínuas.

Pisos e Lajes

Em construções de casas contemporâneas há necessariamente o uso de coberturas planas, o que distingue das construções em estilo colonial predominantes nas décadas passadas em que era comum que a cobertura fosse feita diretamente pelo telhado em telhas cerâmicas, com ou sem forro de lambri, técnica ainda não obsoleta.

Laje é um elemento horizontal com função de piso e cobertura que recebe ações verticais provenientes de sua utilização. As ações são transmitidas para as vigas de apoio ou diretamente aos pilares, dependendo do tipo de viga (Bastos 2019).

O tipo mais comum utilizado em obras de pequeno porte são as lajes pré-fabricadas “comuns” e com treliça. Trata-se do uso de vigotas de concreto pré-fabricadas. No caso da laje treliçada usa-se armadura em forma de treliça espaçadas. Posteriormente a laje é preenchida por concreto. É utilizado elementos intermediários entre as vigotas com função de solidarização dos elementos. Esses elementos podem ser tijolos cerâmicos, elementos de concreto ou EPS (Milito 2011).

Entre as vantagens do uso da laje treliçada por Milito (2011) está a possibilidade de apoiar as paredes diretamente na laje e ainda a passagem de tubulações, aberturas para domos e outros uma vez que é permitido diversos tipos de reforço estrutural no local da obra.

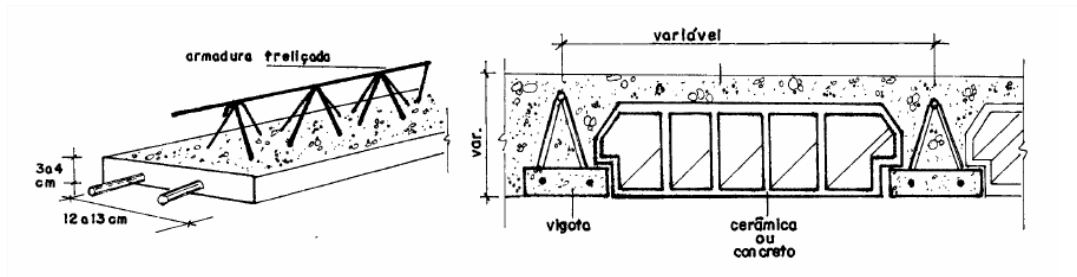


Figura 10 - Exemplo de laje treliçada. Fonte: Milito (2011)

2.2.2.2. Alvenaria

No entendimento antigo do sentido da palavra alvenaria é uma obra composta por pedras naturais ou artificiais. Em um entendimento mais moderno é considerada um conjunto formado por blocos ou tijolos unidos por argamassa. Quando cumpre função estrutural é chamada de alvenaria resistente. Quando não cumpre com a função de resistir esforços verticais é chamada de alvenaria de vedação (Milito 2011).

A fim de cumprir os requisitos técnicos necessários deve apresentar características de resistência mecânica, isolamento termo acústico, resistência ao fogo e estanqueidade.

O uso mais comum de alvenaria no Brasil é alvenaria de fechamento de blocos cerâmicos furados. Também são encontrados métodos que utilizam alvenaria estrutural de blocos de concreto e atualmente ganhando mais aceitação popular alvenaria de fechamento com *Drywall* placas de gesso acartonado.



Figura 11 - Parede em alvenaria com blocos cerâmicos. Arquivo pessoal.

Tijolos

O tijolo mais utilizado tem as dimensões 9x19x19cm (Figura 12), é fabricado por extrusão matéria-prima argilosa de cor avermelhada, cozido em altas temperaturas e deve ser posicionado com os furos

na posição horizontal. A NBR 15270-3:2005 Dispõe sobre as dimensões e características exigidas para as peças.

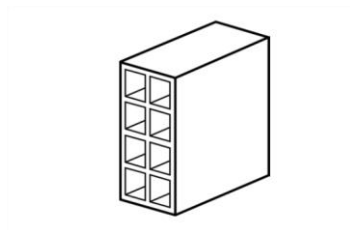


Figura 12 - Tijolo cerâmico de vedação. Fonte: NBR 15270-3.

Argamassa

Argamassa é uma mistura homogênea de agregados, aglomerantes e água. Pode conter ou não aditivos.

A função da argamassa, no contexto de componente da alvenaria não estrutural, é unir solidamente os elementos de alvenaria, distribuir uniformemente as cargas e vedar as juntas. Deve ter característica que permita a boa trabalhabilidade. Pode ser feita manualmente ou com uso de betoneira a partir de uma mistura de cimento, cal e areia (Milito 2011).

Vergas

Para a perfeita execução de vãos na alvenaria é necessário o uso de vergas e contra vergas na execução de vãos abertos, janelas e portas, evitando assim o aparecimento de fissuras. Segundo Milito (2011) a função das vergas é distribuir as cargas concentradas de forma uniforme pela alvenaria interior. Para o autor, as vergas devem ultrapassar a alvenaria em 30cm ou 1/3 do vão de cada lado. As vergas podem ser pré-moldadas ou moldadas no local.

2.2.2.3. Coberturas

As coberturas tem como função a vedação da casa quanto as condições externas. Podem ser planas ou inclinadas. Quando planas, devem manter caimento que possibilite o escoamento de águas pluviais.

De acordo com (Milito 2011) as cobertura não planas são compostas de três elementos sendo eles estrutura, telha e condutores de águas pluviais. Ainda segundo o autor a estrutura pode ser de madeira, metálica ou alvenaria e podem ser divididas em armação e trama. A trama é composta por peças de menor seção como terças e caibros para apoio direto das telhas e se apoiam sobre a armação. A armação é composta por elementos de função estrutural, formada por peças como tesouras e escoras.

Atualmente no mercado existem inúmeros materiais e modelos de telhas, sendo de uso mais comum as telhas metálicas para telhados embutidos com platibanda (Figura 13).



Figura 13 - Telhado com telha metálica. Arquivo pessoal.

2.2.2.4. Esquadrias

Portas e janelas têm a função de vedação da edificação, portanto devem cumprir função similar ao sistema de alvenaria. Para Ching (2001) as portas externas e janelas devem manter a vedação e o mesmo isolamento das paredes, quando fechadas.

As portas e janelas podem ser classificadas quanto a abertura e material de construção.

Portas

As portas são geralmente compostas por três partes principais: batente, folha e guarnição. Batente compreende a peça de madeira que será aderida à alvenaria com uso de pregos e/ou espuma expansiva e/ou argamassa colante. A folha é o elemento de vedação que será fixado ao batente. A guarnição, ou alisar, é a parte de finalização, fazendo o acabamento entre a parede e o batente, permitindo que os materiais sofram dilatação e contração, escondendo assim as falhas entre os elementos.

O principal material utilizado em portas internas é a porta de madeira. Além da composição do material principal, a porta também pode ser composta por elementos metálicos, chamado de ferragens, tais como fechaduras, dobradiças e maçanetas.

Atualmente é mais comum encontrar o modelo “kit porta”. Trata-se do modelo de porta com batente, folha e guarnição já cortados e montados, necessitando apenas a instalação do batente no vão. O modelo facilita a instalação no local de obra, uma vez que não há necessidade de se manter instalações de carpintaria na obra, pois as peças já veem preparadas e cortadas, algumas vezes só necessitam da camada final de verniz ou pintura.

As portas podem ser classificadas também pelo seu acabamento, sendo os tipo Premium com melhores acabamento (Ching 2010).

Janelas

As janelas devem ser sempre estanques a passagem de água e vento e, portanto, possuir drenos na parte inferior (peitoril) para saída de água. A escolha dos materiais que compõe as janelas devem considerar o clima da região e a manutenção necessária, podendo ser também materiais isolantes térmicos e acústicos (Milito 2011).

As soluções para janelas e portas de corres externas mais comum encontradas no mercado são em PVC e alumínio. Com o valor mais baixo, apesar da vedação insuficiente, e mais utilizado é a vedação em vidro temperado com caixilharia leve de alumínio. Portas externas também podem ser feitas com mesmo material e acabamentos (Figura 14).



Figura 14 - Ambientes com porta interna tipo "kit porta" e portas externas com vidro temperado e alumínio. Arquivo pessoal.

2.2.2.5. Revestimentos

Os revestimentos de parede (interna e externa), piso e teto tem funções diversas e são sobretudo realizados a partir de argamassa com características específicas para cada função e cumprimentos dos requisitos aos elementos relacionados. Milito (2011) caracteriza algumas das funções do revestimento, entre elas de dar maior resistência ao choque ou abrasão, impermeabilização ou o aumento do isolamento térmico e acústico.

A aplicação dos revestimentos são feitas por camadas homogêneas, diminuindo a rugosidade de suas camadas a fim de se conseguir, ao final do processo de aplicação, ter uma superfície lisa, plumada e nivelada para a aplicação dos acabamentos.

Chapisco

A camada de revestimento posterior aos elementos de fechamento e construtivo é o chapisco. Trata-se de um revestimento rústico com alta rugosidade que compõe basicamente concreto e areia aplicado em alvenarias, elementos estruturais (de concreto ou pedra) com o objetivo de permitir mais adensamento da camada posterior. Ao chapisco podem ser incluído aditivos impermeabilizantes ou outros tipos de aditivos conforme a necessidade. Sua aplicação pode ser feita com auxílio de escova, colher ou equipamento – novidade no mercado da construção.



Figura 15 - Chapisco em muro. Arquivo pessoal.

Emboço

A NBR 13529 define emboço como sendo a “camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final”.

Trata-se de uma camada mais regular de revestimento, geralmente aderido ao chapisco. É uma argamassa com mistura principalmente de cimento, areia e cal, sendo a cal substituída por aréola – mistura de areia fina e média, argila e silte. O traço utilizado e os materiais utilizados dependem do uso. Também há a possibilidade de utilizar aditivos impermeabilizantes.

Reboco

Trata-se da camada mais fina e final do revestimento. É uma argamassa composta de cimento, cal e areia, podendo ter outros materiais em adição ao cimento. Atualmente, pela praticidade do uso, é comum o uso da argamassa pronta.

É indicada que a aplicação do reboco se inicie somente após a colocação de peitoris, instalações infra elétricas e hidráulicas. A espessura deve ser entre 2mm a 5mm e a aplicação é feita com uso de desempenadeira (Milito 2011).

Contrapiso

Também chamado de lastro, base ou camada de regularização, o contrapiso é de uma argamassa de concreto magro para regularização, preparação e impermeabilização do piso ou laje, para recebimento do revestimento. A espessura e o traço da argamassa depende da indicação para o tipo de piso (Milito 2011).

2.2.2.3. Acabamentos

Revestimentos Cerâmicos e Porcelanato

Azulejos são materiais cerâmicos ou louça vidrada. Já o porcelanato é constituído de uma mistura argilosa com aditivos e sua queima é feita sob altas temperaturas e pressão, com resultado de um material mais resistente e de baixa porosidade (Milito 2011).

A Norma Brasileira (ISO 13006 Modificada) define porcelanato como *“placa cerâmica para revestimento com baixa porosidade e elevado desempenho técnico. Pode ser esmaltada ou não, polida ou natural, retificada ou não retificada”*.

Atualmente existe no mercado uma variada gama de revestimentos decorativos azulejados e porcelanatos, com diferentes aplicações e texturas., conforme exemplificado na Figura 16.

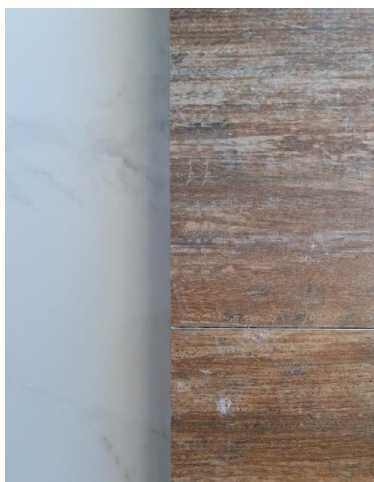


Figura 16 - Diferentes padrões de porcelanato. Arquivo pessoal.

Pinturas e texturas

Existem diversos produtos de acabamento com base em pinturas e texturas. Ainda podem ser acrescentados como acabamentos os papéis de parede em uso interno e porcelanato em uso de fachadas.

O uso de revestimento externo mais utilizado é textura rústica ou grossa, também conhecida pelo acabamento texturado grafiato. Geralmente produto aplicado em uma única demão diminuindo custos de mão de obra. Por ser composto por grãos grossos apresenta maior resistência, aderência e durabilidade.

A Figura 17 demonstra 4 fases de uma construção, sendo: a) Obra no início do chapisco; b) Obra com início dos acabamentos; c) Tabeiras e textura exterior finalizada; d) Esquadrias instaladas.



Figura 17 - Evolução de uma construção. Arquivo pessoal

Peitoris, soleiras e tabeiras

Existe o cuidado em utilizar peças mais resistentes para acabamento principalmente de quinas e encontro entre materiais com diferenças físicas. Para esses tipos de acabamentos é utilizado principalmente pedras naturais como mármore e granitos.

Os peitoris são as peças de acabamento utilizados em janelas. Soleiras são utilizadas geralmente em mudança de piso, paginação ou desnível, podendo ser chamadas de filete quando se trata de uma peça fina com cerca de 4cm de largura.

Tabeiras podem ser utilizadas na paginação de piso em interiores e exteriores. A diferença entre as peças são os acabamentos e faces a serem polidas dependendo do uso (Figura 18).

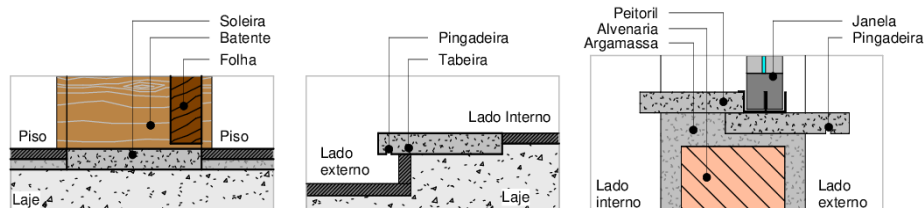


Figura 18 - Detalhe de soleira, tabeira e peitoril

2.2.2.4. Instalações hidráulicas e sanitárias

Instalação de água fria

O sistema mais usual de uma rede de água fria predial é alimentado pela distribuição pública. Quando a distribuição pública é descontínua, é necessário o uso de reservatório superior de água (Creder 1976). No Brasil, como são utilizados normalmente reservatórios superiores por conta de um abastecimento não contínuo, as instalações hidráulicas funcionam sob baixa pressão (Júnior 2019).

O sistema de distribuição de água fria se inicia com a entrada no edifício pelo chamado ramal de distribuição. A água passa por um dispositivo de medição chamado hidrômetro que geralmente é instalado em um compartimento de alvenaria e interligado por canalização e registros, formando assim o “cavelete”. A tubulação chega até a alimentação do reservatório superior e então seguem para os ramais de distribuição. Os tubos mais comumente utilizados são de PVC rígido, embutidos na alvenaria. A Figura 19 representa o sistema descrito de maneira simplificada.

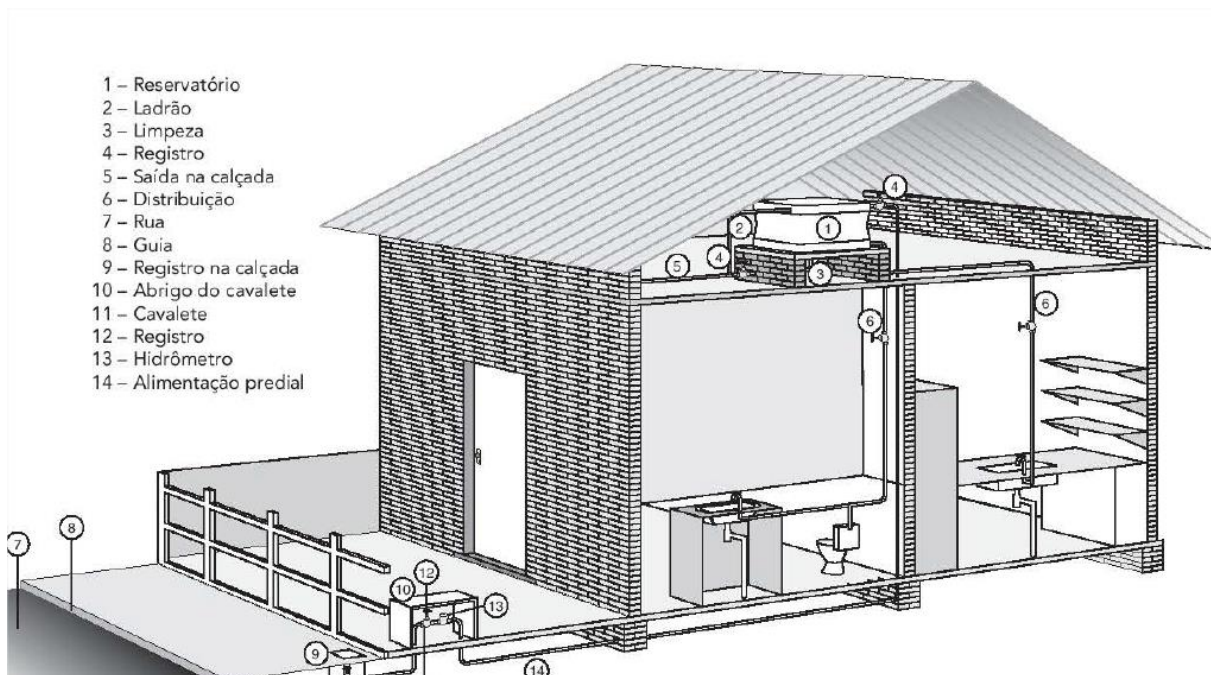


Figura 19 - Instalação predial de água fria. Fonte: Júnior (2019)

De acordo com Júnior (2019), os dispositivos controladores de fluxo controlam, interrompem e estabelecem o fornecimento de água nas tubulações e aparelhos sanitários, sendo algum desses dispositivos; torneiras, misturadores, registros de pressão, válvulas de descarga (autoclismo), entre outras.

Instalações de água quente

Por questões culturais no Estado do Rio de Janeiro e outras regiões de clima quente e úmido do Brasil é comum o uso de água aquecida apenas no ponto de chuveiro com uso do chuveiro elétrico. O uso de aquecedores de água acumulação, tipo bombas de calor, chamados também de “boiler elétrico” usualmente utilizados em parte da Europa não é popular no país. O aquecimento de água mais comum

utilizado é o aquecimento à gás, e é o sistema mais comum utilizado em zonas onde há distribuição de gás encanado.

Atualmente tem se tornado mais comum a utilização de painéis de placa fotovoltaica no uso residencial, o que possibilita que o sistema de aquecimento de água possa ser elétrico. A estimativa para 2023 é que 140.011 residências estarão com o sistema de painéis fotovoltaicos, conforme projeção feita pela Empresa de Pesquisa Energética (Empresa de Pesquisa Energética 2014) . A Figura 20 representa a projeção considerando a potencialidade das residências em instalar o sistema.

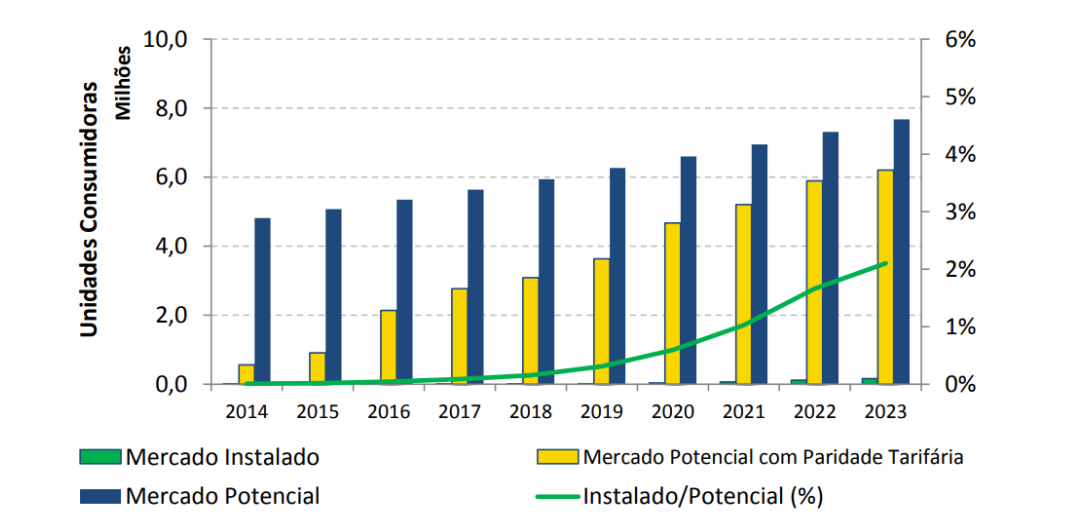


Figura 20 - Evolução do Mercado de Sistemas Fotovoltaicos Distribuídos no Brasil. Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Esgotos sanitários

Os sistemas individuais de esgoto podem ter coleta pública para tratamento adequado ou possuir sistema de fossa séptica e sumidouro, necessitando assim atender legislação vigente e normas técnicas referentes.

De acordo com Júnior (2019), os componentes principais de um sistema de esgotamento sanitário são:

- Aparelhos sanitários ou peças de utilização (incluem louças e metais);
- Desconectores ou sifões, com função de vedar passagem de gases;
- Ralos – podendo ser seco e sifonado, sendo o primeiro destinado principalmente a receber águas dos chuveiros, pisos laváveis, terraços e varandas;
- Caixas sifonadas, com função de receber efluentes de ramais de descarga de aparelhos como lavatórios, chuveiros e banheira e encaminhar a água para o ramal de esgoto;
- Ramal de esgoto – recebe os efluentes dos ramais de descarga,
- Tubo de queda – tubulação vertical que recebe efluentes do ramal de esgoto;
- Tubo de ventilação - destinado a possibilitar trocas entre o ar atmosférico e o interior das instalações de esgoto;
- Caixas de inspeção (de esgoto e gordura) – para permitir a inspeção e manutenção das tubulações,
- Coletor predial – trecho da tubulação compreendida entre o último ponto de inspeção ou ramal de esgoto e o coletor público.

Um ramal de descarga é composto pela tubulação que recebe os efluentes dos aparelhos sanitários. Devem ser ligados à caixas de inspeção, caixa sifonada ou caixa de gordura, dependendo do aparelho a eles conectados.

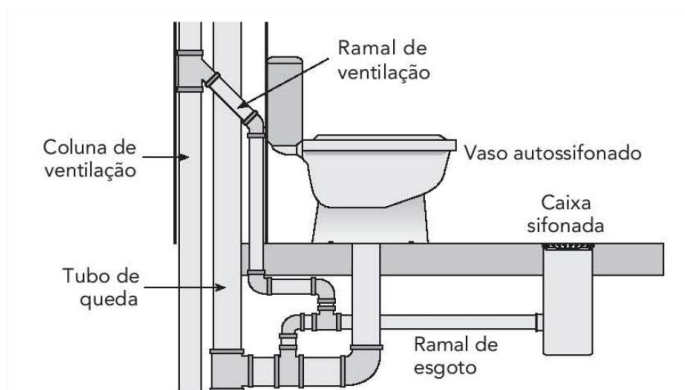


Figura 21 - Partes constituintes de uma instalação de esgoto de banheiro em corte esquemático. Fonte: Júnior (2019)

2.2.2.5. Instalações elétricas

No Brasil, o sistema de distribuição elétrico residencial é de baixa tensão. A rede de alimentação pública passa para o ramal de ligação, que transfere para o quadro de medidores nos limites do terreno e posteriormente ao quadro de distribuição no interior da edificação, conforme demonstrado na Figura 22. A tensão de fornecimento é 127V e 220V na maioria das cidades brasileiras(Júnior 2019). Geralmente a rede de distribuição é aérea.

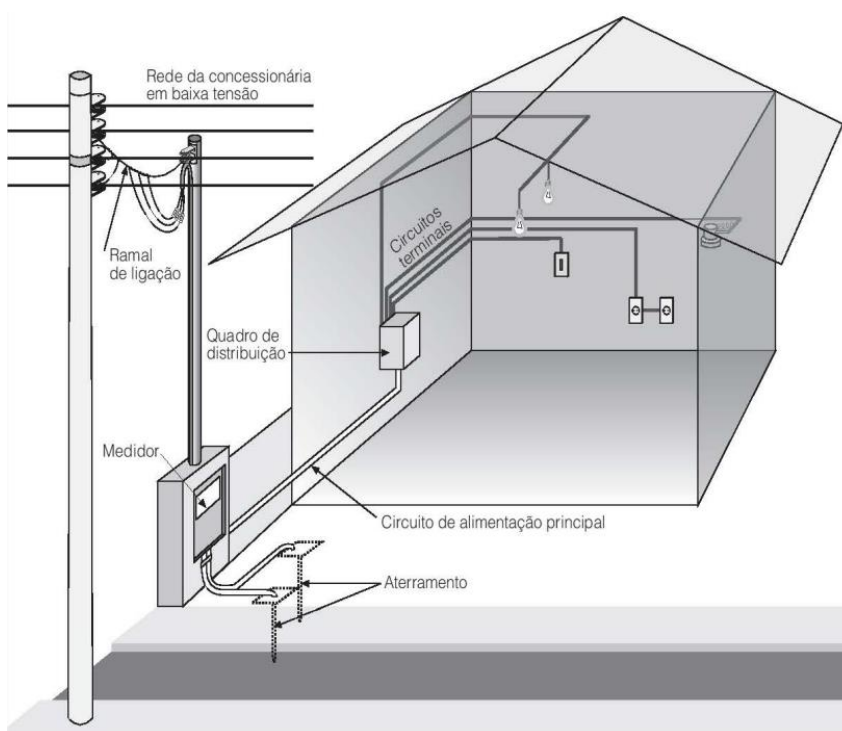


Figura 22 - Esquema de instalação elétrica. Fonte: Júnior (2018)

O quadro de distribuição pode também ser chamado de Quadro de luz (ou ainda quadro de luz e força) são onde se localizam o disjuntor geral e os disjuntores dos circuitos. Ele geralmente embutido na parede interna da edificação, devendo estar em local de fácil acesso evitando-se locais privados ou que fiquem trancados (Júnior 2019).

Júnior (2019) caracteriza os circuitos como “*linhas de distribuição de energia interna*”, podendo ser do tipo circuitos de distribuição - quando a função é alimentar quadros terminais ou outros quadros - ou circuitos terminais, que partem dos quadros terminais. Os circuitos terminais podem ser então iluminação, tomadas ou motores (para equipamentos de uso a motor).

O sistema elétrico interno de uma residência se constitui geralmente pelos componentes: eletrodutos, condutores de eletricidade, caixas, interruptores, tomadas e aparelhos de iluminação.

Os eletrodutos são condutos que podem ser aparentes ou embutidos na alvenaria que são destinados a abrigar os condutores elétricos com a função de proteção e facilidade da troca dos condutores. Podendo ser rígidos, semirrígidos ou flexíveis, dependendo do material que os compõe. Sua dimensão depende da quantidade de condutores que serão nele instalados (Júnior 2019). Podem ser também chamados de conduítes ou dutos flexíveis, dependendo da forma e função.

Os condutores de eletricidade são geralmente os fios e cabos de cobre com isolamento em PVC, podendo ser rígidos ou flexíveis com função de transportar corrente elétrica do quadro de luz ao ponto de utilização.

As caixas são acessórios utilizados nas instalações elétricas com funções diversas como fixação de interruptores e tomadas, fixação de luminárias na laje, derivação de eletrodutos, etc. Podem ser de materiais diversos, embutidas ou aparentes.

Os dispositivos de manobra ou de comando são dispositivos que interrompem os circuitos. Os principais. São dispositivos são os interruptores, sensores de presença e campainhas.

As tomadas são os dispositivos que permitem o uso da tensão do circuito. Podem ser de 10 A para uso geral ou 20 A para uso específico como lavadora, micro-ondas e ar-condicionado.

A NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão estabelece pontos mínimos conforme ambiente de utilização, resumido na Tabela 6. A norma ainda orienta à necessidade de se prever ao menos um ponto de luz fixo no teto correspondente a um interruptor.

Tabela 6 - Pontos mínimos para tomada conforme NBR 5410

Ponto de Tomada	Requisito mínimo
Banheiros	Um ponto de tomada, próximo ao lavatório
Cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos	Um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos
Varandas	1 ponto
Salas e dormitórios	Ponto de tomada para cada 5 m, ou fração de perímetro
Demais cômodos e dependências	Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m ²

Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m ² e igual ou inferior a 6 m ²
Um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6 m ² , devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível

Os aparelhos de iluminação são variados em formas e tamanhos, podendo permitir diferentes focos de iluminação a depender da necessidade. Não é recomendado pontos de luz com menos de 100W de potência de iluminação e ao menos um ponto de luz no teto com comando por interruptor de parede (Júnior 2019).

As peças de acabamento dos interruptores e tomadas são chamados de espelho.

2.2.2.6. Sistemas Especiais

Ao grupo de sistemas de aquecimento, telefonia, arrefecimento, sonorização e outros demais existentes podem ser agrupados como sistemas especiais.

2.2.2.7. Forros

Forros são elementos construtivos utilizados como acabamento e revestimento de tetos. Quando há a necessidade de ter um espaço livre sob a laje para passagem de condutores e tubagem, ou por fatores como conforto térmico, esses elementos são chamados de rebaixo. Podem ser de materiais diversos, e apoiados na laje ou no telhado apoiado nos caibros. Os principais materiais encontrados para utilização de forro são placas de gesso acartonado e PVC.

A figura 23 ilustra a relação entre insumos, elementos e sistemas em uma construção.

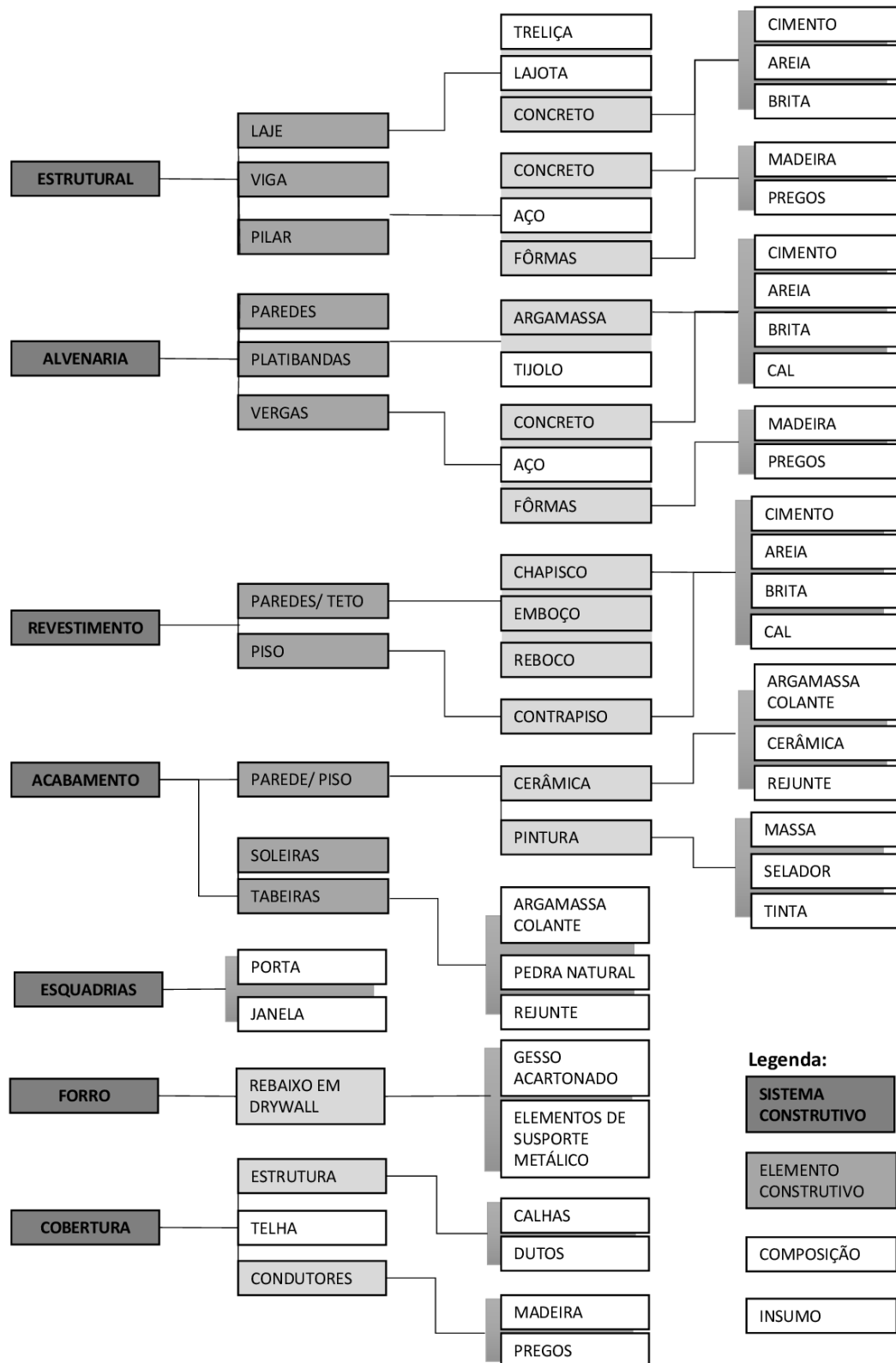


Figura 23 - Relação entre os sistemas construtivos e insumos

2.3. PROCESSO DE CÁLCULO DA CONSTRUÇÃO

2.3.1. O ORÇAMENTO

É notória a importância de um orçamento bem feito para a execução de uma construção. Além de se evitar compras excessivas ou deficientes, um orçamento bem feito contribui para a realização de um cronograma físico-financeiro de obras. Assim como projeto, o orçamento é o produto de um processo, a orçamentação.

A orçamentação está na área da engenharia conhecida como engenharia de custos. O Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos – IBEC define a engenharia de custos como *"uma arte, ciência e técnica de gestão de custos, para converter apropriadamente orçamentos bem feitos em gastos bem realizados, que maximizem a viabilidade a ser consumada no empreendimento"*.

A orçamentação envolve a identificação, descrição, quantificação, análise e valorização de uma série de itens. Requer habilidade e conhecimento detalhado dos serviços a serem executados, de interpretação dos desenhos, planos e especificações (Mattos 2006).

Dentro do campo da construção civil é nítido que o orçamento é uma atividade de previsão acima de tudo. Não se compromete com o custo final da construção e está passível as flutuações de mercado e condicionantes externos imprevisíveis para o canteiro de obras e a realidade do mercado.

Mattos (2006) afirma que orçar não é um trabalho de adivinhação, mas sim de previsão utilizando-se de critérios bem estabelecidos, de informações confiáveis e de *"bom julgamento do orçamentista"* que podem gerar *"orçamentos precisos, embora não exatos"*. Para o autor, *"o verdadeiro custo de um empreendimento é virtualmente impossível de se fixar de antemão"*.

Ainda segundo Mattos (2006) o orçamento considera três atributos principais:

Aproximação: relacionado à precisão de um orçamento, com a intenção de diminuir a margem de erro. Como exemplo, considerar as perdas e desperdícios de um determinado insumo;

Especificidade: consideração que todo orçamento se relaciona intrinsecamente às condições e política da empresa e as condições do local (clima, relevo, facilidade de acesso etc.);

Temporalidade: relacionado com a flutuação dos preços, impostos, evolução de métodos construtivos e os cenários financeiros e gerenciais.

Segundo ao grau de detalhamento o orçamento pode ser categorizado em:

Estimativa de custo: Quando há uma ideia básica do objeto a ser construído. No Brasil, geralmente utiliza-se o CUB/m² para se ter um custo global estimado. Orçamento com alto grau de incerteza. Para Dias (2011) a estimativa de custos deve ser utilizada na etapa de viabilidade econômica ou projeto básico.

Orçamento Sintético (Preliminar): Orçamento que considera o projeto, plantas e documentos auxiliares. Necessita da análise quantitativa de materiais e serviços. Utiliza-se geralmente alguma base de dados com composições indicativas (exemplo SINAPI). Orçamento com grau mais baixo de incerteza.

Orçamento Analítico (Detalhado ou Executivo): Considera todos os quantitativos de insumos de mão de obra, material e equipamentos necessários em obra. Geralmente utiliza valores de mercado e necessita de maior detalhamento de projeto. O grau de incerteza é mais baixo.

A composição total de um orçamento tendo em vista o intuito da comercialização da obra, ou melhor, pela ótica do empreiteiro é chamado de preço de venda (PV).

Para calcular o PV é necessário considerar BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) que inclui: despesas indiretas de funcionamento da obra, custo administrativo, custos financeiros, fatores imprevistos, impostos e lucro (Mattos 2006).

Matos (2006) também aponta a dificuldade de se calcular os custos indiretos. Os custos diretos da obra são mais facilmente calculados. Em geral são os insumos da mão de obra calculados em hora, maquinário por hora de serviço e materiais pela quantidade necessária na composição do serviço. Já os custos indiretos são mais dificilmente mensuráveis como exemplo mão de obra de serviços de outros profissionais envolvidos como engenheiro, previsão com contas de água luz, despesas com correio, custos de administração e juros.

Cada empresa de construção possui cálculos próprios e trabalham com BDI que representam a realidade de suas empresas. De acordo com Dias (2011) BDI pode variar entre 30 e 50%, podendo ser mais alto.

A expressão que melhor representa a composição do cálculo de BDI é dada por:

$$BDI(\%) = \frac{PV}{CD} - 1$$

2.3.2. CÁLCULO DE CUSTO PELO CUB

O CUB - Custo Unitário Básico representa os custos parciais de uma obra por metro quadrado determinado por tipo de construção em uma determinada área territorial brasileira. O CUB teve início com a Lei Federal 4.591 de 16 de dezembro de 1964 que determina que os Sindicatos Estaduais da Indústria da Construção (SINDUSCON) devem mensalmente divulgar os custos unitários do mês antecessor até o dia 5 de cada mês.

O CUB é utilizado principalmente na elaboração de estimativa de custos de construção. Ao ser multiplicado pela área representativa de um tipo de construção, chega-se a um valor estimado do custo da construção.

Ao cálculo do CUB excluem-se: *“fundações, submuramentos, paredes-diafragma, tirantes, rebaixamento de lençol freático; elevador(es); equipamentos e instalações, tais como: fogões, aquecedores, bombas de recalque, incineração, ar-condicionado, calefação, ventilação e exaustão, outros; playground (quando não classificado como área construída); obras e serviços complementares; urbanização, recreação (piscinas, campos de esporte), ajardinamento, instalação e regulamentação do condomínio; e outros serviços; impostos, taxas e emolumentos cartoriais, projetos: projetos arquitetônicos, projeto estrutural, projeto de instalação, projetos especiais; remuneração do construtor; remuneração do incorporador”*(Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 2005).

Os critérios e normas para a base de cálculo do custo ficam a cargo da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. O CUB/m² foi proposto inicialmente para calcular o valor de bens imóveis. Porém os novos padrões de construção, impulsionados pelas mudanças significativas da sociedade e do mercado de construção, motivaram as alterações na primeira NBR - Norma Brasileira que faz referência ao CUB. Sendo assim, essas alterações refletem as novas características e desenvolvimento das construções, e também dos projetos de arquitetura.

Também houve a necessidade de atender às diferentes legislações urbanas de todo o país. Com o passar do tempo e por conta das atualizações feitas pela ABNT nos critérios de cálculo, o CUB passou a ter uma importância significativa para a indústria da construção como um todo. A Norma atualizada para o cálculo do CUB/m² é a NBR 12.721:2006 - Avaliação de custos unitários de construção para

incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios. Sendo assim, o CUB tem aparato legal (Lei Federal 4.591 de 1964), técnico e normativo (NBR 12.721:2006).

O CUB, por definição na NBR 12721:2006, é o “*Custo por metro quadrado de construção do projeto-padrão [...], e que serve de base para a avaliação de parte dos custos de construção das edificações*”. A norma também define projeto-padrão como “*projetos selecionados para representar os diferentes tipos de edificações*”, caracterizando-os de acordo com as seguintes características:

- Número de pavimentos;
- Ambientes;
- Número de dormitórios;
- Área de construção.

Os tipos de projeto são então subdivididos conforme tipo de acabamento em baixo, médio e alto. Para padrão residencial existem 3 níveis de acabamento: baixo, normal e médio. Já para projetos comerciais existem apenas o padrão normal e padrão alto. Os Projetos-padrão Galpão Industrial e Residência Popular não possuem subdivisão de padrão.

Como parte da Lei, também é caracterizado pela NBR 12721:2006 o cálculo é feito a partir de um **lote básico de insumos** (Tabela 8) que corresponde aos quantitativos de materiais, mão de obra, despesas administrativas e equipamentos por metro quadrado de construção, referentes à cada tipo de projeto-padrão.

Na lista do **lote básico de insumos**, cada **insumo representado** corresponde a uma CLASSE de insumos que possuem mesmas características funcionais. Cada padrão de acabamento possui sua própria lista de insumos representativos de uma determinada classe, ou seja, todos os insumos que fazem parte do padrão de construção e que cumprem a mesma função do insumo representado na classe. A Tabela 7 exemplifica uma constituição de insumos representativos referentes a classe “emulsão asfáltica” para cada padrão de construção.

Tabela 7- Exemplo de diferenciação entre classe de insumos

Lote básico (por m ² de construção) - Emulsão asfáltica impermeabilizante			
Classe	Família de insumos		
	Padrão Baixo	Padrão Normal	Padrão Alto
Emulsão asfáltica	Espuma de poliuretano;	Emulsão adesiva	Cera p/ madeira;
	Impermeabilização de caixa d'água por cristalização;	Hidroasfalto;	Emulsão adesiva;
	Impermeabilização com manta butílica;	Impermeabilizante pega normal;	Emulsão impermeabilizante;
	Manta asfáltica Sika 1;	Manta impermeabilizante;	Hidroasfalto
	Tinta betuminosa neutrol	Tinta de base betuminosa para impermeabilização;	Impermeabilizante pega normal;
		Véu de poliéster; Emulsão impermeabilizante	Manta impermeabilizante;
			Tinta de base betuminosa para imperm. Véu de poliéster

Para se chegar ao valor do CUB/m² é levado em consideração o lote básico de insumos representado na Tabela 8. Cada insumo é multiplicado pelo peso (coeficiente físico) que representa o consumo suposto de cada classe em cada projeto-padrão e tipo de construção que é dado pela NBR em questão.

Os preços que compõe os insumos são pesquisados pelo Sindicatos da Indústria da Construção nas próprias construtoras ou podem ser pesquisados diretamente nas fornecedoras sejam indústrias, empresas atacadistas ou de varejo considerando que valores totais devem incluir frete e taxas.

Os dados referentes aos preços devem passar por uma avaliação estatística utilizando média, mediana ou outro método dos valores para serem utilizados como base de cálculo, procurando assim um resultado fiel possível à realidade da variação de seu custo.

Também entram nos cálculos as despesas administrativas, mão de obra e equipamentos. Aos custos de mão de obra são acrescidos os custos com encargos sociais.

Por fim multiplica-se todos os custos encontrados pelos coeficientes dado pela NBR para cada insumo por padrão de construção e soma-se todos os resultados, para um mesmo projeto-padrão de construção. Chega-se assim ao valor do CUB/m² representativo para o tipo de construção a ser avaliado, que é então divulgado.

Tabela 8 - Lote básico de insumos por m² de construção

Material	Un
Chapa compensado plastificado 18 mm 2,20 x 1,10 m	m ²
Aço CA-50 Ø 10 mm	kg
Concreto fck=25 MPa abatimento 5±1cm,.br. 1 e 2 pré-dosado	m ³
Cimento CP-32 II	50kg
Areia média	m ³
Brita nº 02	m ³
Bloco cerâmico para alvenaria de vedação 9 cm x 19 cm x 19 cm	un
Bloco de concreto sem função estrutural 19 x 19 x 39 cm	un
Telha fibrocimento ondulada 6 mm 2,44 x 1,10 m	m ²
Porta interna semi-oca para pintura 0,60 x 2,10 m	un
Esquadria de correr tamanho 2,00 x 1,40 m, em 4 folhas (2 de correr), sem báculos, em alumínio anodizado cor natural, perfis da linha 25	m ²
Janela de correr tamanho 1,20 m x 1,20 m em 2 folhas, em perfil de chapa de ferro dobrada nº 20, com tratamento em fundo anticorrosivo	m ²
Fechadura para porta interna, tráfego moderado, tipo IV (55 mm), em ferro, acabamento cromado	un
Placa cerâmica (azulejo) de dimensão ~30 cm x 40 cm, PEI II, cor clara, imitando pedras naturais	m ²
Bancada de pia de mármore branco 2,00 m x 0,60 x 0,02 m	un
Placa de gesso liso 0,60 x 0,60 m	m ²
Vidro liso transparente 4 mm colocado com massa	m ²
Tinta látex PVA	l
Emulsão asfáltica impermeabilizante	kg
Fio de cobre antichama, isolamento 750 V, # 2,5 mm ²	m

Disjuntor tripolar 70 A	un
Bacia sanitária branca com caixa acoplada	un
Registro de pressão cromado $\varnothing$ 1/2"	un
Tubo de ferro galvanizado com costura $\varnothing$ 2 1/2"	m
Tubo de PVC-R rígido reforçado para esgoto $\varnothing$ 150	m
Mão de obra	
Pedreiro	h
Servente	h
Despesas Administrativas	
Engenheiro	h
Equipamento	
Locação de betoneira 320 l	dia

A NBR permite que cada Estado utilize um projeto-padrão específico para acompanhar a variação de preços e evolução dos custos do setor. Para isso, cada sindicato deve indicar o critério utilizado para obter o CUB/m² representativo “*com a finalidade específica de servir como indexador contratual*”. O critério poderá ser, por exemplo, o tipo de construção que represente o maior número das construções numa determinada região.

Atualmente a maioria dos Estados da federação utilizam o projeto-padrão representativo R-8N para obter a evolução dos custos em suas regiões. O R-8N representa: Projeto de Residência multifamiliar com acabamento normal, em pilotis e oito pavimentos-tipo com Hall de circulação, escada, elevadores e quatro apartamentos por andar, com três dormitórios, sendo uma suíte, sala estar/jantar, banheiro social, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda.

Desde 1992 é publicado mensalmente o CUB médio Brasil através da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). Ele é então uma média ponderada do CUB representativo divulgado por cada SINDUSCON dos 21 Estados que atualmente compõe a média. A finalidade é usar o CUB médio Brasil como comparativo entre regiões e Estados e compor outros indicadores nacionais como Índice Nacional de Custo da Construção (INCC/FGV).

2.3.3. CÁLCULO DE CUSTO PELO SINAPI

O SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil trata-se de um sistema que pesquisa e divulga os custos de insumos e composições de custos para auxiliar no orçamento analítico de obras, principalmente do setor público. Foi desenvolvido pelo extinto BNH - Banco Nacional de Habitação. Atualmente funciona com colaboração da CAIXA - Caixa Econômica Federal e do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

A CAIXA é uma instituição financeira brasileira, sob a forma de empresa pública, com patrimônio próprio e autonomia administrativa. Ela é responsável pela base técnica da engenharia incluindo definição e manutenção e pelo processamento de dados e das publicações de preços e custo. O IBGE é responsável pela coleta, processamento, apuração, cálculo e divulgação dos índices e preços de insumos. Essas atribuições foram definidas pelo Decreto Presidencial 7983/2013. O Decreto em questão estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de

A CAIXA realiza aferição das composições com o intuito de representar composições condizentes com a realidade do canteiro de obras e uniformizar os critérios técnicos utilizados na concepção das referências. Essas aferições são feitas preferencialmente em canteiro de obra em todo território nacional em obras públicas e privadas, e em empresas de diferentes portes, sendo possível extrair coeficientes médios representativos para as composições referentes aos materiais e tempo necessários para a execução dos serviços.

A metodologia adotada inclui o tempo efetivo de execução e o tempo improdutivo, a fim de refletir a realidade das obras. Nesse tempo improdutivo se considera inclusive paralisações para instrução de equipe e deslocamento dentro do canteiro de obras e exclui tempo ocioso e eventos como greve, paralisações, retrabalhos e outros eventos imprevistos.

2.3.4. CÁLCULO DE CUSTO PELO CYPE

O Gerador de Preços, desenvolvido e disponibilizado pela empresa espanhola Cype, constitui-se em uma base de dados referentes a diferentes tipos de construção e pormenores podendo ser adaptado a cada tipo de construção. O programa possui base de dados para vinte e sete países localizados na África, Europa e América, incluindo o Brasil.

O banco de dados do Gerador de Preços se constitui por artigos com um preço de referência que considera alguns condicionantes previsíveis como exemplo localidade, acessibilidade e topografia. Ao final é gerado valores específicos para a construção em questão.

Os preços compostos são classificados em capítulos e subdivididos em subcapítulo, seção e artigo. Os preços compostos são disponíveis para obras novas, reabilitação e espaços urbanos.

Por ser uma base de dados paramétrica e incluir diversos dados, inclusive sobre fabricantes, é possível especificar itens e características de algumas composições de preço.

A composição final é referenciada por um código e inclui material, mão de obra e equipamentos necessários à execução de tarefa ou item, incluindo custos diretos complementares. A base de dados também inclui as normas referentes ao item em questão, custo de manutenção, orientações e resíduos gerados.

A base de dados permite integração com outros programas da empresa além de exportação das informações para outro arquivo.

A ferramenta não é amplamente utilizada no Brasil.

2.3.5. CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Quando analisado o processo de elaboração de um projeto de arquitetura sob a ótica da qualidade da construção, podem ser feitas as seguintes observações:

Desde as etapas iniciais da concepção do projeto, conclui-se que no processo de consolidação das ideias o projetista utiliza de sua experiência e seu conhecimento para atingir expectativas dos clientes – aqui representados pelo empreendedor, usuário e construtor – em prever soluções que melhor possam garantir a qualidade final do produto – a edificação;

O tempo necessário para a etapa da concepção interfere na qualidade do produto final e por isso tem importância primordial para a elaboração do projeto;

A representação gráfica do projeto em forma de desenho é uma forma de consolidar as ideias e estabelecer as soluções que serão desenvolvidas durante o processo;

A utilização das ferramentas digitais auxilia na agilidade do processo decisório;

É necessário uma reaproximação do projetista ao campo da construção com o intuito de ter por experiência as melhores soluções que possam ser utilizadas no processo de projeto.

Sobre a edificação, foi constatada a necessidade de se escolher os sistemas e elementos construtivos que apreciem não somente os anseios dos clientes, mas que também possam cumprir os requisitos de habitação correlacionados com seus usos.

Quanto a importância do orçamento vale-se ressaltar que os diferentes tipos de orçamento tem propósitos próprios. Seja estudar a viabilidade de uma construção ou elaborar um cronograma físico-financeiro de uma execução. Todos os elementos que constituem os diversos sistemas devem ser quantificados se desejado conhecer o valor mais próximo ao elemento edificado, concluindo um orçamento executivo. Parte dessa quantificação se encontra indicada como necessária apenas no projeto executivo de arquitetura.

A complexidade dos inúmeros elementos construtivos que compõe os sistemas de uma habitação devem ser de conhecimento dos projetistas por serem eles os responsáveis pelas especificações técnicas. Tal conhecimento é necessidade principal do arquiteto, por ser o projeto de arquitetura muitas vezes pensado e elaboração tendo-se previamente estabelecidas partes das soluções a serem adotadas na execução, como exemplo tipo de sistema construtivo será utilizado ou que tipo de cobertura.

Cabe, então, ao projetista – e aqui referindo-se ao arquiteto – uma noção geral dos elementos construtivos, sua função, características e custo, a fim de que sua escolha, ao início da concepção, possa conduzir ao melhor resultado possível.

A exatidão dos custos de construção cresce conforme o detalhamento do projeto evolui e as soluções vão sendo consolidadas. Porém a necessidade de execução dentro de custos estipulados parte da concepção do projeto e do ajuste do programa de necessidades à realidade orçamentaria.

O uso do CUB/m² como dado de custo é tipicamente utilizado no orçamento preliminar. Ao se basear em um lote representativo de materiais utilizado em grande número de tipologias construtivas diversificadas, pode acabar por não representar o tipo de padrão de construção que o projetista considerou para a edificação.

Já o uso dos dados SINAPI podem ser arranjados de forma a representar cada quantitativo incluído em um projeto ou simulação de projeto. Por este motivo é utilizado em orçamentos sintéticos, mesmo que possivelmente seja necessário um ajuste à realidade local do canteiro de obras. A desvantagem da utilização desse sistema é a necessidade de se ter um grau mais evoluído do desenvolvimento do projeto.

3

PROPOSTA METODOLÓGICA

Ao trabalhar em prol da resposta sobre pergunta de pesquisa - **é possível prever o preço de construção de uma casa durante as várias interações do processo conceptual?** – e após o estudo das três principais temáticas pertinentes ao estudo, foi possível compreender qual a inter-relação entre elas, como também os pontos fundamentais de convergência durante a elaboração do projeto de arquitetura.

No processo de construção fica evidente a importância de dedicação maior de tempo e de investimento na etapa do projeto. Já no processo de concepção de projeto fica clara a importância da experiência para o projetista e a necessidade de se considerar o fator econômico. Contudo, há dificuldade de se explicar o processo da tomada de decisões no processo de elaboração de projeto.

A ideia inicial de uma **proposta de uma metodologia de apoio para concepção arquitetônica com base no orçamento preliminar** foi pautada na necessidade do profissional sistematizar as etapas iniciais de projeto, devido as demandas de produção em menor tempo e com maior qualidade, porém dando atenção ao fator orçamentário dado o cenário econômico brasileiro vivido nos últimos anos.

Outra necessidade a qual a proposta se pauta é permitir explicitar parte da tomada de decisões do projetista ao cliente, a partir dos dados obtidos por estudo, e assim garantir credibilidade ao serem questionados por suas propostas arquitetônicas.

Para tanto, o estudo se baseia em um caso de estudo sobre residências unifamiliares com características particularmente similares, analisa seus custos dentro dessa nova realidade do mercado e reflete sobre como o projetista pode tomar partido dessas informações. Por fim, oferece uma ferramenta de apoio ao projeto a partir dessas informações.

Para além, ao demonstrar os recursos metodológicos para criação da ferramenta, o estudo também sugere uma estrutura de base de pesquisa para outros projetos, com outras características, tipologias, local, etc.

3.1. OBJETIVOS DO ESTUDO

O estudo desenvolvido neste Capítulo busca, a partir de um caso de estudo, colher dados de base para ferramenta de suporte ao projetista.

Sendo o objetivo inicial do trabalho desenvolver uma ferramenta de suporte à tomada de decisão na fase inicial do processo de projeto arquitetônico, os objetivos específicos a serem alcançados durante a condução do estudo de caso são:

- Determinar recorte geográfico para caso de estudo;
- Encontrar custos sintéticos de construção de projetos específicos;

- Identificar os custos de maior relevância;
- Identificar base de dados com proximidade à realidade;
- Identificar metodologias de cálculo de custo mais pertinentes;
- Identificar dimensões médias por ambiente;
- Identificar os custos de construção por ambiente.

3.2. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

3.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Após o estudo feito no estado de arte e com o intuito de alcançar o objetivo principal do trabalho, algumas considerações foram feitas para a melhor condução da proposta.

Foi perceptível a necessidade da condução de um caso de estudo em que fosse possível extrair dados para a elaboração da proposta metodológica.

Ao analisar a metodologia de cálculo do CUB para a obtenção do CUB/m² foi perceptível que dado a diversidade de projetos e características regionais a variação de custos pode ser bastante distintas. Portanto, teoricamente a análise orçamentária de projetos utilizando um orçamento sintético com uma base de dados como o SINAPI representará orçamento mais similar possível à realidade da construção que a utilização do CUB/m².

Entretanto, utilização do CUB para determinar um orçamento preliminar, em comparação com o uso do SINAPI é mais ágil e fácil, uma vez que para utilizar os dados do SINAPI é necessário maior informação sobre o projeto.

Sendo assim, para a condução do caso de estudo foi considerado utilizar o orçamento sintético com dados SINAPI e paralelamente fazer análise comparativa com a base de custo do CUB/m².

Considerando que existam infinitas soluções construtivas e formais, foi estabelecido a necessidade de enquadrar a pesquisa geograficamente. A escolha do recorte foi feita de acordo com a experiência profissional da autora da pesquisa em questão e sua familiaridade com as práticas construtivas e pela percepção de uma nova característica mercadológica: construção em condomínios fechados.

Os resultados estudados e explicitados foram então analisados por pontos de maior relevância que permitiram a elaboração da ferramenta em formato de ficheiro em Excel para uma utilização simples e de fácil interpretação.

O estudo levou em consideração as seguintes correspondências:

- AU Área útil – Área de um compartimento descontando-se projeções de paredes e elementos estruturais;
- Áreas reais - Medida da superfície de quaisquer dependências, ou conjunto de dependências, cobertas ou descobertas, nela incluídas as superfícies das projeções de paredes, de pilares e demais elementos construtivos (NBR 152721);
- Área coberta - Área da superfície limitada pela linha que contorna a dependência coberta, excluindo as áreas não edificadas (NBR 12721);
- Área descoberta - Área da superfície limitada pela linha que contorna a dependência descoberta, passando pelas projeções, excluindo as áreas não edificadas (NBR 12721);
- Áreas cobertas padrão - Medidas de superfícies de quaisquer dependências cobertas, nelas incluídas as superfícies das projeções de paredes, de pilares e demais elementos construtivos (NBR 12721);

- Coeficiente de proporcionalidade: É a proporção entre a área equivalente em área de custo padrão total da unidade autônoma e a área equivalente em área de custo padrão global da edificação (NBR 12721);
- Área total construída (ATC) – Soma da área pelo perímetro externo, cobertas ou não, da construção da projeção do primeiro pavimento e do segundo pavimento, excluindo-se o local da caixa d'água, sendo a medida calculada usualmente para o cálculo de mão de obra na região de estudo;
- Área total equivalente (ATEQ) – Somatório de todas as áreas cobertas mais as áreas descobertas, garagem e local da caixa d'água multiplicados pelo coeficiente de proporcionalidade.

3.2.2. CONDUÇÃO DO ESTUDO

A condução do estudo se deu por etapas subsequentes conforme demonstrado na Figura 25 em qual cada necessidade corresponde a uma ação. As quatro primeiras ações, necessárias para a conclusão da proposta metodológica fazem parte da etapa de Caso de Estudo. As ações estão itemizada abaixo:

- Estabelecer os parâmetros de seleção dos casos – Selecionar e apresentar os casos de estudo;
- Estabelecer os Parâmetros utilizados para a elaborar memorial descritivo - Considerações com base nos sistemas apresentados no Capítulo 2;
- Estabelecer as ferramentas que serão utilizadas para auxiliar o estudo – Selecionar programas de modelagem, tratamento de dados e de fonte de dados;
- Analisar dados – Extrair dados colhidos com a ajuda das ferramentas e analisar critica e matematicamente;
- Desenvolvimento da proposta metodológica - necessário compilar e selecionar os dados pertinentes encontrados no Plano Experimental.

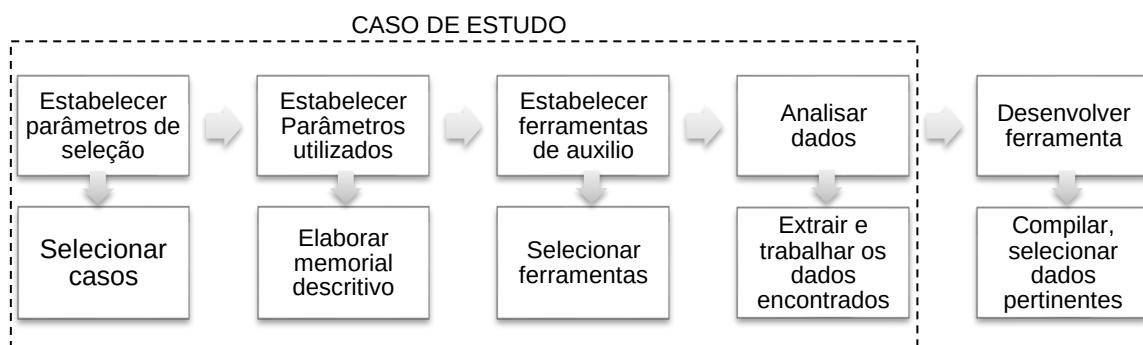


Figura 25 - Esquema da metodologia utilizada

3.3. ENQUADRAMENTO

O estudo tem por interesse a aplicação no cenário atual brasileiro de propagação de condomínios fechados. A autora dessa pesquisa realiza projetos nesses condomínios fechados desde o início de sua atuação profissional, coincidente com a inauguração de grandes lançamentos na cidade de Maricá, Estado do Rio de Janeiro.

O conceito de condomínios residenciais fechados é existente no Brasil e em outros lugares do mundo. No Brasil, são geralmente grandes loteamentos que oferecem espaços de lazer e socialização e substituem parte do papel do Estado em relação à manutenção de vias e serviços básicos. Assim, apesar de cobrar dos moradores despesas que deveriam ser públicas, como a manutenção de vias e acessos comuns, esses tipos de loteamento são atrativos à população por ter o diferencial de acesso à segurança e saneamento negligenciados pelo Estado em parte do território nacional.

Nas duas últimas décadas o conceito de condomínio fechado se difundiu largamente no Brasil, sobretudo entre a nova classe média brasileira advinda da retomada do desenvolvimento econômico brasileiro surgido no início dos anos 2000. Não somente, em 2009 foi lançado o programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal que incentivava, por meio de subsídios, a construção de condomínios fechados voltados para a população de classe baixa brasileira.

Com a saturação das áreas metropolitanas e o crescente público consumidor, empresas incorporadoras começaram a transformar áreas periféricas, próxima à acessos às centralidades, em novos bairros (divisão territorial de uma cidade) destinados à construção de condomínios fechados com toda infraestrutura de suporte ao seu funcionamento, que incluem muitas vezes áreas comerciais também delimitadas e comercializadas pela própria empreendedora.

Os condomínios fechados possuem regimentos internos que regulam a utilização das áreas comuns e estabelece as regras e restrições urbanísticas de uso e ocupação do solo, não tendo poder legal acima das restrições definidas por decretos e leis municipais e federais. Dentre essas regras, a principal é a aprovação do projeto pelo técnico do condomínio, que poderá ser um arquiteto urbanista ou uma empresa terceirizada. Os condomínios exigem também que o projeto seja aprovado pela Prefeitura local e que se obtenha o alvará de construção para assim poderem iniciar a construção.

Há grande similaridade de características urbanísticas, dimensionamento de lotes, de normatização interna e regimento interno em condomínios fechados por faixa de renda de seu público-alvo, principalmente entre os empreendimentos de mesma incorporadora, mesmo quando implantados em regiões territoriais diferentes.

O crescimento de condomínios fechados implica também no recuo da autoconstrução e a necessidade de contratação de profissionais capacitados, uma vez que esses condomínios atuam como agente fiscalizador ao possuir fiscalização própria que pode decorrer em multa ao proprietário em caso de divergências de projeto ou a iniciação da construção sem a aprovação do projeto.

Pelas similaridades dos condomínios há também similaridade nas construções executadas em relação as características arquitetônicas, espaciais e funcionais. Aliado ao crescimento do acesso à internet e sites como o *Pinterest* e *Instagram* que podem ser facilmente acedidos pelo cliente, muitas vezes influenciado pelo “novo” e “diferente”, o que acaba influenciando sua lista de desejos ao contratar um arquiteto, resultando assim em residências similares.

Localização do estudo

O estudo se concentrou em dois empreendimentos imobiliários localizados em Maricá, Zona Metropolitana do Rio de Janeiro, conforme demonstrado na Figura 26.

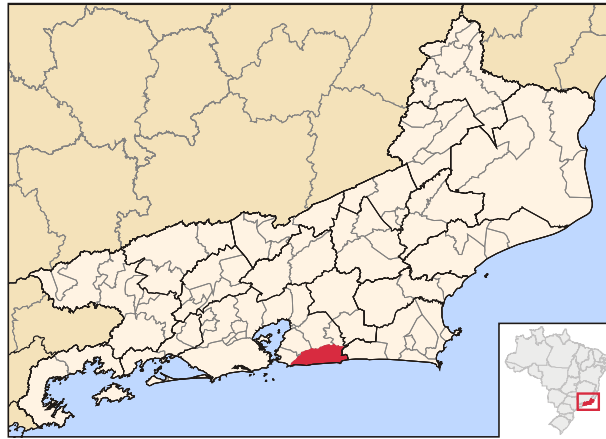


Figura 26 – Localização da Cidade de Maricá. Fonte: Wikipédia

Atualmente o município recebe parte dos royalties do petróleo repassados ao Estado do Rio de Janeiro e seu principal investimento é em infraestrutura. De acordo com o último Censo realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em 2010 maricá possuía apenas 8,1% de suas vias urbanizadas.

De acordo com relatório do pelo SNIS (sistema Nacional de Informação sobre Saneamento), em 2020 apenas 12,72% do esgoto foi captado pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), e desses 77,93% foram tratados. Já o índice de atendimento total de água pela empresa é considerado muito precário totalizando 39,78% da população atendida. O município atualmente vive uma transformação de zonas rústicas para zonas urbanas. De acordo com reportagem do Jornal Extra (Extra 2021), o baixo custo dos loteamentos, a oferta de financiamento e a proximidade com outras cidades são alguns dos pontos que são atrativos para a região.

Atualmente a Cidade possui diversos empreendimentos imobiliários de condomínios fechados, de caráter residencial unifamiliar com características em comum. São loteamentos urbanizados que formam condomínios fechados com sistema de segurança, áreas de lazer com quadras e piscinas e rede própria de tratamento de esgotos. Esses empreendimentos acabam se tornando atrativos à moradores de outras cidades vizinhas como Rio de Janeiro, Niterói e São Gonçalo, que procuram oportunidade de viver em uma comunidade harmônica e segura. A Figura 27 mostra um exemplo implantado em Maricá, o condomínio Reserva Pilar, da empresa empreendedora paulista Scopel. O projeto foi um dos primeiros megaempreendimentos lançados em Maricá, no local onde antes era localizado uma fazenda.



Figura 27 - Imagens de vinculação do empreendimento Reserva Pilar

Alphaville Urbanismo

A Alphaville Urbanismo é uma empresa de planejamento urbano brasileira com sede em São Paulo especializada em empreendimentos urbanísticos e atua no território brasileiro e em Portugal. Os dois principais modelos de empreendimentos urbanísticos da empresa são Terra Alphaville com lotes de áreas de 300m² e Alphaville com lotes de área média de 400m². A empresa caracteriza seis pontos principais como sendo os pilares do conceito Alphaville Urbanismo: segurança, conveniência, qualidade construtiva, lazer e natureza sempre por perto.

Alphaville Urbanismo em Maricá

Inaugurado em 2011, o loteamento Alphaville Maricá 1 foi a primeira parte do plano de três fases de implantação da empresa Alphaville Urbanismo. Com características do empreendimento Terras Alphaville e lotes a partir de 360m², o condomínio foi o principal caso de sucesso de empreendimentos do tipo no município tendo a totalidade dos lotes vendidos no dia do lançamento. A gleba utilizada para a construção das três fases era uma antiga fazenda da região. Seguindo o sucesso da primeira fase de implantação, foi lançado em 2013 o que seria a fase 2 do empreendimento, mais um condomínio seguindo as características Terras Alphaville com 588 lotes.

Ambos os empreendimentos, além do condomínio residencial, foram lançados também lotes comerciais nas vias de acesso ao condomínio, destinados a serviços e comércios que possam atender, sobretudo, os moradores do condomínio, cumprindo assim a característica de conveniência, um dos pilares do conceito. A Figura 28 demonstra a integração das duas fases, sendo os lotes em laranja destinados ao comércio. A Figura 29 é uma captura do Google Earth de 2022, onde é possível perceber que parte considerável dos lotes ainda não foi edificado.

Apesar do sucesso no início do empreendimento, com a crise brasileira de 2014, muitos proprietários, sobretudo investidores, se viram impossibilitados de cumprir as parcelas de financiamento e muitos lotes foram devolvidos à empresa e poucos imóveis foram de fato construídos. O mercado imobiliário voltou a aquecer no início de 2022, com a visível volta das construções e várias obras com execução simultânea nesse período, mesmo com a alta no preço da construção civil. Grande parte das construções desse período foram financiadas por programa de financiamento da Caixa Econômica Federal.



Figura 28 - Fase 1 e fase 2 do Empreendimento Alphaville. Fonte: divulgação da empresa.



Figura 29 - Situação Atual dos Condomínios. Fonte: Google Earth

3.4. CASO DE ESTUDO

3.4.1. CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso se desenvolveu em etapas sequenciais, sendo elas:

- Selecionar projetos para estudo;
- Selecionar dados para entrada em memorial descritivo;
- Selecionar base de dados e ferramentas de auxílio ao desenvolvimento;
- Desenvolver simulação de custo total de construção;
- Comparar os custos totais simulados encontrados com o cálculo feito com o CUB;
- Desenvolver simulação de custo por ambiente;
- Analisar, comparar e selecionar os resultados pertinentes ao desenvolvimento da metodologia a se propor.

3.4.2. SELEÇÃO DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS

Para selecionar os projetos arquitetônicos a serem analisados no caso de estudo, foram eleitos os seguintes objetivos e as características necessárias a cumprir os objetivos, conforme Tabela 9.

Tabela 9 - Objetivos para seleção dos casos

Objetivo	Característica
Selecionar projetos com padrão de forma e área similares ao atualmente praticado na área do estudo	Casas estilo contemporâneo, planta em 2 pavimentos e mínimo de 3 quartos
Representar padrão médio (normal) e/ou alto de construção	Projetos com área construída entre 180m ² e 250m ² , conforme classificação do CUB

O estudo se iniciou na identificação das características arquitetônicas espaciais habituais procuradas por clientes e também em imóveis destinados à venda nos condomínios TerrasAlpha e Alphaville.

Procedeu-se assim a escolha de quatro projetos arquitetônicos para o estudo, dentro dessas características. Atualmente três se encontram edificados e um em processo de construção. Os projetos das edificações são de autoria da autora desde trabalho.

De acordo com a especificação do tipo de residência e pelas características dos projetos anteriormente citados selecionados para o estudo, existem dois padrões de construção, R1-N e R1-A, do CUB que se assemelham em relação as características tipológicas e área de construção. Na Tabela 10 são apresentados as características dos padrões do CUB citados anteriormente e as características dos projetos selecionados para o estudo. As áreas equivalentes foram calculadas conforme memorial de cálculo do CUB/m² descrito na NBR 12721 (Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 2005), arbitrando o coeficientes de proporcionalidade de 0,6 para áreas de varanda descoberta, garagem e local de caixa d'água.

Tabela 10 - Comparativo padrões de construção CUB e projetos selecionados

Sigla	Nome e Descrição	Quarto	Área Real (m²)	ATEQ (m²)
PADRÃO CUB/m²				
R1-N	Residência unifamiliar padrão normal: 1 pavimento, 3 dormitórios, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel)	3	106,44	99,47
R1-A	Residência unifamiliar padrão alto: 1 pavimento, 4 dormitórios, sendo um suíte com banheiro e closet, outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda (abrigo para automóvel)	4	224,82	210,44
PROJETOS SELECIONADOS				
B12	2 pavimentos, 3 dormitórios, sendo 2 suítes com banheiro, banheiro social, sala de estar e jantar conjugadas, circulação, cozinha conjugada com a sala, área de serviço, garagem coberta, varanda descoberta e varanda coberta	3	203,83	177,47
G22	2 pavimentos, 3 dormitórios, sendo 1 suíte com banheiro e closet, outro com banheiro, banheiro social, sala de estar e jantar conjugadas, circulação, cozinha conjugada com a sala, área de serviço, garagem coberta e varandas descobertas	3	208,86	172,66
H12	2 pavimentos, 3 dormitórios, sendo 1 suíte com banheiro, banheiro social, sala de estar e jantar conjugadas, circulação, cozinha conjugada com a sala, área de serviço, área gourmet, garagem coberta e varanda descoberta	3	230,94	205,48
Q13	2 pavimentos, 3 dormitórios, sendo 1 suíte com banheiro e closet, outro com banheiro, banheiro social, sala de estar e jantar conjugadas, circulação, cozinha conjugada com a sala, área de serviço, garagem coberta, varanda descoberta e varanda coberta	3	239,95	214,12

As plantas baixas esquemáticas do primeiro, segundo e terceiro níveis e elevação (alçado) dos projetos selecionados são apresentados abaixo. A nomenclatura dos projetos foi arbitrada pela letra da quadra e número do lote da construção.

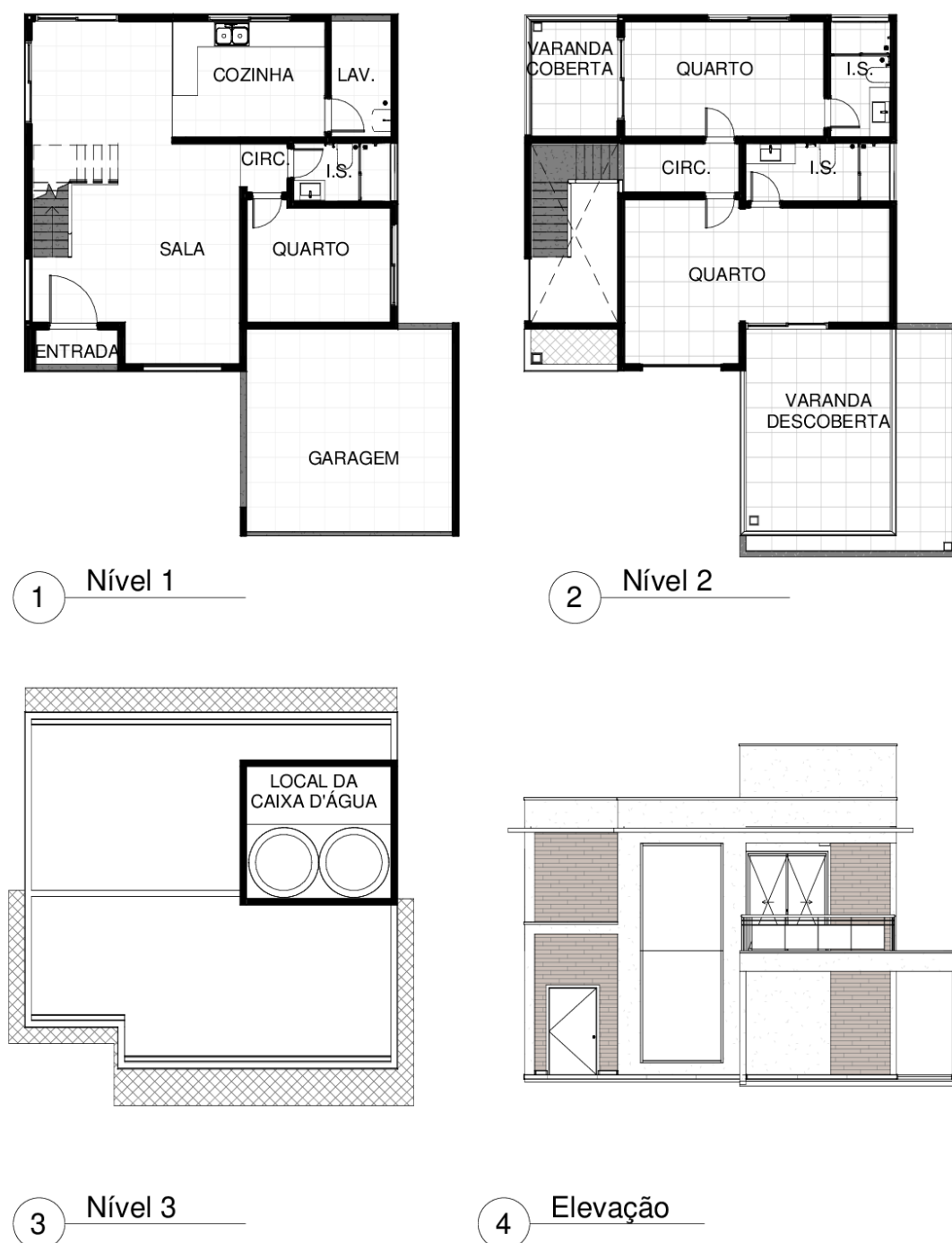
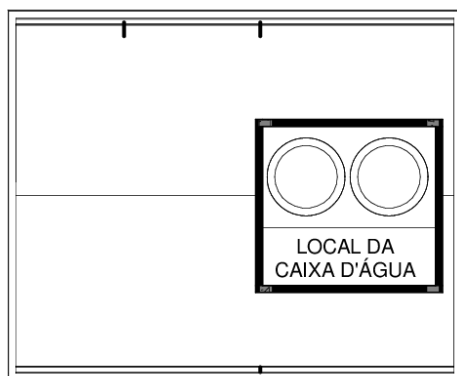


Figura 30 - Projeto B12



1 Nível 1

2 Nível 2



3 Nível 3

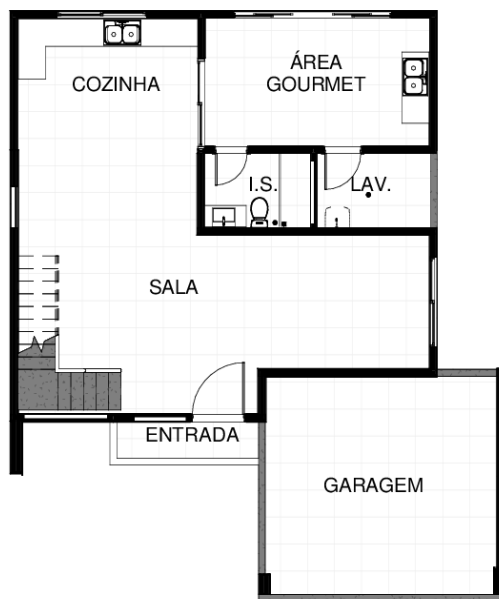


4 Elevação

Figura 31 - Projeto G22



Figura 32 - Projeto H12



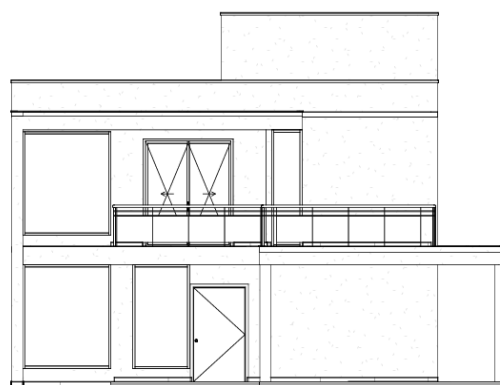
1 Nível 1



2 Nível 2



3 Nível 3



4 Elevação

Figura 33 - Projeto Q13

3.4.3. SELEÇÃO DE DADOS E FERRAMENTAS

Tabela 11 - Objetivos Específicos para a condução do estudo

Objetivo	A cumprir
Definição do Memorial Descritivo	Especificação técnica da construção
Calcular custo total da construção	Utilizar base pública de dados

Para cumprir os objetivos específicos descritos na Tabela 11, foi necessário definir um memorial descritivo realizado a partir do estudo das especificações técnicas de construções similares aos padrões definidos de construção do CUB/m² (R1 -N e R1-A), adaptar e atualizar as especificações de forma que melhor representassem a realidade praticada.

Para cumprir o objetivo específico do cálculo total da construção foi estabelecido que a seleção dos dados de custo seria retirada de base pública de dados, mesmo que possivelmente necessário algum tipo de ajuste.

3.4.3.1. Especificações técnicas

Para a elaboração do memorial descritivo utilizado para o cálculo do custo da construção primeiramente foram analisados os dados disponíveis pelo SINAPI, e assim quais poderiam representar a edificação em nível normal de acabamento. Além de se optar por composições que deixavam claro o padrão à qual se referiam, foram considerados os dois pontos de reflexão abaixo:

Dentro de uma gama quase infinita de opções, principalmente com as novas opções de materiais e tecnologias disponíveis no mercado, as opções analisadas se concentram nas opções mais largamente conhecidas e disponíveis com maior facilidade na região do estudo.

A especificação também levou em consideração as opções para elaboração de projeto que são disponibilizadas pela autora em forma de questionário para os futuros utilizadores (Figuras 35-39). O questionário visa o esclarecimento do cliente quanto ao impacto econômico das escolhas de método construtivo, utilização de energia e escolha de revestimentos, além de proporcionar o melhor entendimento da autora sobre os desejos do cliente com relação ao resultado final do projeto executivo. O questionário apresenta ao cliente 3 opções para cada item selecionado, sendo Básico, Normal ou Premium. As opções Premium representam um custo médio de 50% sobre os custos da opção Normal que por sua vez representam um custo cerca de 50% sobre o custo Básico. O questionário não apresenta valores de cada item, mas apenas estimativas comparativas. O questionário basear-se então de conhecimentos prévios da autora adquiridos com a experiência da profissão.

Sendo assim, os pontos principais das especificações técnicas se desenvolvem por sistemas construtivos e são explicados nos próximos tópicos.

ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

ESTRUTURA

BÁSICO		☐ CONCRETO ARMADO COM FECHAMENTO DE BLOCO CERÂMICO	
NORMAL		☐ ESTRUTURA METÁLICA COM FECHAMENTO EM BLOCO DE CIMENTO	
PREMIUM		☐ ESTRUTURA EM STEEL FRAME COM FECHAMENTO EM PLACA CIMENTÍCEA	

Formato para impressão: A4 | www.physalisarquitetura.com | physalisarquitetura@gmail.com | (21) 9.9111-1294 | ARQUITETURA



Figura 35 - Questionário - Sistema estrutural

ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

COBERTURA

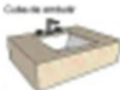
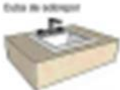
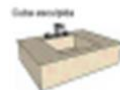
BÁSICO	☐ TELHADO APARENTE (COLONIAL) ☐ CERÂMICA COMUM (ROMANA) ☐ EMBUTIDO: TELHA GALVANIZADA	 TELHA CERÂMICA PORTUGUESA  TELHA galvanizada	PLATIBANDA ☐ 1. CHAPIM DE CONCRETO 
NORMAL	☐ EMBUTIDO: TELHA TERMOACÚSTICA ☐ CERÂMICA ESMALTADA	 TELHA ESMALTADA  Telha Metálica Sanduíche Termoacústica	
PREMIUM	☐ IMPERMEABILIZADA COM MANTA ASFALTICA ☐ TELHADO VERDE	 TELHADO VERDE	PLATIBANDA ☐ 2. PEDRA NATURAL 

Formato para impressão: A4 | www.physalisarquitetura.com | physalisarquitetura@gmail.com | (21) 9.9111-1294 | ARQUITETURA

Figura 34 - Questionário - Cobertura

INTERIORES E ACABAMENTOS

LOUÇAS

BÁSICO	Tipos de bancada ☐ Cuba única ☐ Cuba dupla Instalação ☐ Embutir ☐ Sobrepor	Cor ☐ Branca Torneira ☐ Linha básica Metais de acabamento ☐ Linha básica		Tipos de Bacia sanitária ☐ Linha Básica	
	Tipos de bancada ☐ Cuba única ☐ Cuba dupla Instalação ☐ Embutir ☐ Sobrepor ☐ Apoio ☐ Esculpida - Granito linha básica	Cor ☐ Branca ☐ Cor Torneira ☐ Linha Normal Metais de acabamento ☐ Linha Normal	 	☐ Linha Normal	
	Tipos de bancada ☐ Cuba única ☐ Cuba dupla Instalação ☐ Embutir ☐ Sobrepor ☐ Apoio ☐ Esculpida	Cor ☐ Branca ☐ Cor ☐ Esculpida no granito Torneira ☐ Linha Premium Metais de acabamento ☐ Linha Premium		☐ Linha Premium	

Studio
physalis

Figura 37 - Questionário - Louças das instalações sanitárias

INTERIORES E ACABAMENTOS

COZINHA

BÁSICO	Tipos de bancada ☐ Cuba única Instalação ☐ Embutir	Cor ☐ Branca Torneira ☐ Linha básica Metais de acabamento ☐ Linha básica	Eletros e eletrônicos ☐ Fogão convencional ☐ Cooktop ☐ Forno embutido ☐ Microondas ☐ Geladeira convencional ☐ Geladeira side-by-side ☐ Freezer ☐ Cafeteira ☐ Adega elétrica ☐ Forno elétrico ☐ Filtro de água ☐ Coifa ☐ Lavadora de louças ☐ Televisão		
	Tipos de bancada ☐ Cuba única ☐ Cuba dupla Instalação ☐ Embutir ☐ Sobrepor	Cor ☐ Ilha Torneira ☐ Linha Normal Metais de acabamento ☐ Linha Normal	☐ Iluminação/ teto: ☐ Luminária pendente ☐ Spots focais ☐ Iluminação em trilho ☐ Rasgos no teto ☐ Cortineiro no gesso Outro:		
	Tipos de bancada ☐ Cuba única ☐ Cuba dupla Instalação ☐ Embutir ☐ Sobrepor ☐ Apoio	Cor ☐ Branca ☐ Cor ☐ Esculpida no granito Torneira ☐ Linha Premium Metais de acabamento			

Studio
physalis

Figura 36 - Questionário - Acabamentos de cozinha

ESQUADRIAS

PORTAS

BÁSICO	TIPO DE ABERTURA ☐ COMUM.	
	MATERIAL DE ACABAMENTO ☐ MADEIRA - INTERNA ☐ VIDRO TRANSPARENTE - EXTERNA	
NORMAL	TIPO DE ABERTURA ☐ COMUM ☐ PIVOTANTE - Para a entrada ☐ CORRER	COR ☐ NATURAL ☐ COR BRANCA
	MATERIAL DE ACABAMENTO ☐ MADEIRA - INTERNA ☐ MADEIRA COM FRISOS- INTERNAS ☐ VIDRO TRANSPARENTE - EXTERNA	
PREMIUM	TIPO DE ABERTURA ☐ COMUM ☐ PIVOTANTE TAMANHO ESPECIAL - PARA A ENTRADA ☐ CORRER	COR ☐ NATURAL ☐ COR SÓLIDA
	MATERIAL DE ACABAMENTO ☐ MADEIRA LISA ☐ MADEIRA COM FRISOS ☐ ALUMÍNIO ☐ ALUMÍNIO - PORTAS EXTERNAS	



Porta Pivotante de entrada



Porta de correr em alumínio



Porta de correr em vidro



Porta interna branca



Porta interna madeira com friso

Studio
physalis

Studio
physalis

Formato para impressão: A4 | www.physalisarquitetura.com | physalisarquitetura@gmail.com | (21) 9.9111-1294 | ARQUITETURA

Figura 38 - Questionário - Portas

JANELAS

BÁSICO	TIPO DE ABERTURA ☐ CORRER DE 2 OU 4 FOLHAS	
	MATERIAL DE ACABAMENTO ☐ VIDRO TEMPERADO TRANSPARENTE	
NORMAL	TIPO DE ABERTURA ☐ CORRER DE 2 OU 4 FOLHAS ☐ PIVOTANTE - EM ALGUNS CASOS ☐ Maxim-ar - EM ALGUNS CASOS	
	MATERIAL DE ACABAMENTO ☐ VIDRO TRANSPARENTE - EXTERNA ☐ ALUMÍNIO	
PREMIUM	TIPO DE ABERTURA ☐ CORRER DE 2 OU 4 FOLHAS ☐ PIVOTANTE - EM ALGUNS CASOS ☐ Maxim-ar - EM ALGUNS CASOS ☐ GUILHOTINA	
	MATERIAL DE ACABAMENTO ☐ ALUMÍNIO ☐ ALUMÍNIO COM MOLDURA QUADRICULADO	
	COR ☐ COR BRANCA/PRETO/MARROM	
	COR ☐ BRANCA ☐ COR SÓLIDA/ PADRÃO MADEIRA	



Abertura Maxim-Ar



Janela de correr 4 folhas com vidro temperado transparente



Janela tipo guilhotina com quadriculado



Abertura Pivotante



Janela em alumínio com acabamento padrão madeira, folhas de correr, com veneziana

Figura 39 - Questionário - Janelas

Sistema Estrutural

O sistema estrutural utilizado no estudo é em concreto armado. Conforme explorado no Capítulo 2, é o sistema mais usual, principalmente utilizado nas construções feitas no condomínio foco do estudo. Foram consideradas as dimensões mínimas estipuladas pelas Normas Técnicas para as peças de vigas, pilares e lajes, e os volumes de armadura foram arbitrados conforme pré dimensionamento indicado pelos autores estudados.

A laje utilizada é a treliçada, também por ser o método usual na região de enquadramento. Já as fundações rasas ou profundas não foram contabilizadas, conforme metodologia do CUB/m² e também por serem elementos estruturais muito variáveis conforme necessidade de cada terreno.

Alvenaria

Para o sistema de construção foi considerado o sistema de alvenaria convencional considerando a expressão do sistema construtivo na localização do caso de estudo. Alvenaria de fechamento foi considerada com tijolos cerâmicos furados de 9x14x19, mesmo considerando que há atualmente um esclarecimento popular maior sobre a utilização de tijolos cerâmicos de maior espessura.

Esquadrias

Para as esquadrias em vidro, foram utilizadas as especificações de esquadrias de vidro e caixilharia em alumínio, conforme disponível no sistema SINAPI. Vale ressaltar que a escolha foi feita com o intuito de se facilitar o estudo e considerando, sabendo-se que habitualmente na região sejam utilizados outros tipos de esquadrias compostas principalmente por vidro temperado com fina armação em alumínio.

Coberturas

Condizente com o design das edificações, e também considerando as coberturas encontradas no local de estudo, foi considerada telha metálica ondulada comum nas coberturas.

Revestimentos

Os revestimentos utilizados (emboço, reboco e contrapiso) levaram em consideração a camada final de acabamento. Foram utilizados assim diferentes tipos de composição. Nas áreas molhadas de piso coberto ou descoberto foi considerado também camada de impermeabilização.

Acabamentos

Foram eleitas as composições de revestimento existentes no sistema SINAPI, sem nenhuma alteração, por ter valores dos materiais condizentes com os encontrados no mercado para o padrão estipulado. A escolha das composições considerou a área de aplicação dos materiais e as particularidades de suas aplicações.

Foi considerado que os acabamentos escolhidos das composições SINAPI eram compatíveis com o padrão normal/ médio de construção a ser estudada.

Instalações Hidráulicas e sanitárias

Adotou-se, portanto, a convenção por padrão de construção descrito na Tabela 12, tomando-se por referência que em uma construção básica as limitações orçamentárias limitariam o uso de equipamentos

e utilização de sistemas de aquecimento com alto valor de investimento inicial. É pertinente o entendimento que uso de banheira no Brasil pode ser considerado um item de luxo, utilizado em residências de alto ou altíssimo padrão. Para os padrões médio e alto, é considerado um sistema de aquecimento solar-térmico ou a gás. Para o estudo foi considerado utilizar a quantidade de pontos conforme padrão médio.

Tabela 12 - Pontos de água e esgoto por padrão de construção

	BÁSICO						MÉDIO						ALTO					
	LAVABO	I.S.	I.S.*	COZINHA	Á. GOURMET	LAVANDERIA	LAVABO	I.S.	I.S.*	COZINHA	Á. GOURMET	LAVANDERIA	LAVABO	I.S.	I.S.*	COZINHA	Á. GOURMET	LAVANDERIA
PONTO DE Á. FRIA	3	4	4	2	1	2	3	4	4	3	1	2	3	4	8	4	2	3
DUCHA HIGIÊNICA	1	1	1				1	1	1				1	1	1			
BACIA SANITÁRIA	1	1	1				1	1	1				1	1	1			
CHUVEIRO		1	1					1	1					1	2			
TORNEIRA BANCADA CUBA	1	1	1				1	1	1				1	1	2			
BANHEIRA															1			
TORNEIRA BANCADA COZ				1	1					1	1					2	1	
TORNEIRA TANQUE						1						1						2
TORNEIRA BANHEIRA															1			
MQR						1						1						1
MQL										1						1		
FILTRO				1						1						1	1	
PONTO DE Á. QUENTE	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	1	0	1	2	5	1	1	0
CHUVEIRO								1	1					1	2			
TORNEIRA BANCADA CUBAS							1	1	1				1	1	2			
TORNEIRA BANHEIRA															1			
TORNEIRA BANCADA COZ										1	1					1	1	
PONTO DE ESGOTO	3	4	4	1	1	3	3	4	4	2	1	3	3	4	6	2	1	4
ESG. DN 40 - TANQUE						1						1						2
ESG. DN 40 - LAVATÓRIO	1	1	1				1	1	1				1	1	2			
ESG. DN 40 - BANHEIRA															1			
ESG. DN 50 - PIA COZINHA				1	1					1	1					1	1	
ESG. DN 50 - MQR						1						1						1
ESG. DN 50 - MQL										1						1		
ESG. DN100 - BACIA SANITÁRIA	1	1	1				1	1	1				1	1	1			
RALO SIFONADO		1	1					1	1					1	1			
CAIXA SIFONADA	1	1	1			1	1	1	1			1	1	1	1			1

* Quarto/ suíte principal

Ao analisar as composições SINAPI foi observado a necessidade de se alterar a composição do chuveiro para melhor representar o equipamento e a instalação.

As instalações sanitárias foram arbitradas utilizando a unidade disponível no SINAPI – metro linear – considerando arbitrariamente metade do perímetro do ambiente para corresponder os custos com as instalações.

Instalações Elétricas

Foram considerados os pontos mínimos conforme Norma técnica ilustrada na Tabela 6, no Capítulo 2. Os dados das composições mantiveram-se conforme disponibilizado pelo SINAPI. Os pontos elétricos mínimos foram calculados conforme especificado na Tabela 6. Os resultados são demonstrados na Tabela 13.

Tabela 13 - Pontos elétricos mínimos por ambiente

PONTOS ELÉTRICOS MÍNIMOS POR AMBIENTE							
B12		G22		H12		Q13	
ENTRADA	0	ENTRADA		ENTRADA		ENTRADA	
SALA	6	SALA	4	SALA	6	SALA	6
GARAGEM	0	GARAGEM		GARAGEM		GARAGEM	
COZINHA	4	COZINHA	4	COZINHA	4	COZINHA	4
LAVANDARIA	3	LAVANDERIA	3	LAVANDERIA	3	LAVANDERIA	3
CIRC.	1	CIRC.	1	CIRC.	1	CIRC.	1
CIRC.	1	I.S.	1	I.S.	1	I.S.	1
I.S.	1	I.S.	1	I.S.	1	I.S.	1
I.S.	1	I.S.	1	I.S.	1	I.S.	1
I.S.	1	QUARTO	1	QUARTO	3	QUARTO	3
QUARTO	3	QUARTO	4	QUARTO	3	QUARTO	3
QUARTO	4	QUARTO	3	QUARTO	4	QUARTO	4
QUARTO	5	CLOSET	2	VARANDA DESCOBERTA	1	VARANDA DESCOBERTA	1
VARANDA DESCOBERTA	1	VARANDA DESCOBERTA	1	VARANDA COBERTA	1	VARANDA COBERTA	1
VARANDA COBERTA	1	VARANDA DESCOBERTA	1	ÁREA GOURMET	4	ÁREA GOURMET	4

Sistemas especiais

As instalações especiais foram desconsideradas no estudo.

Considerações e observações

A utilização dos sistemas de aquecimento de água implicam em custos não somente pela instalação do equipamento, mas sim pela quantidade de pontos elétricos e de água quente necessários.

O uso do sistema de placas fotovoltaicas representa um alto investimento inicial, assim também como a instalação de um sistema de aquecimento por gás, principalmente pelo custo da instalação e material da canalização para água quente durante a construção. A inexistência de sistema de gás encanado também é um problema já que existe a necessidade de troca constante da botija de gás que pode ser um transtorno para os usuários. Na área do caso de estudo não existe a oferta de gás encanado.

Outra característica importante de se notar sobre o custo do padrão de construção se dá também pelas características particulares no uso de cada espaço/ambiente, dado também pela utilização de equipamentos.

Vale considerar também que pontos de iluminação e tomada são relativos aos equipamentos dimensionados ao ambiente, e assim sendo, também relativos ao custo de construção.

Outros elementos que podem variar consideravelmente o custo são os materiais de acabamento de piso e parede, principalmente no que se referem os porcelanatos, pela grande variação de valores e formatos disponíveis no mercado.

Equipamentos de iluminação também possuem enorme variedades de opções no mercado, assim como detalhamento de forro, itens caracterizados por decoração e sendo assim, não foram considerados na elaboração do orçamento.

3.4.4.1. Memorial descritivo

Utilizando-se das informações contidas nas tabelas de composições das bases de dados SINAPI e buscando-se as melhores representações existentes dentro do sistema que fossem compatíveis com as especificações em Padrão Normal do CUB/m², como também com a consideração citada no item anterior, foi arbitrado memorial descritivo descrito na Tabela 14.

Tabela 14 - Memorial descritivo

Sistemas	Elemento	Descrição
Estrutura	Vigas Baldrame	Dimensões 20x30cm (dimensões usuais arbitradas), com escavação de volume 15% sobre o volume da viga, moldadas em fôrmas de chapa de madeira, armadas com taxa de armadura de 80kg/m ³ de concreto, com concreto usinado bombeável, fck=30 MPa.
	Pilares	Dimensões 14x26cm (dimensões mínimas para atender NBR 6118/2014), armadas com taxa de armadura de 80kg/m ³ de concreto, com concreto usinado bombeável, fck=25 MPa, moldadas em fôrmas de chapa de madeira.
	Vigas	Dimensões 12x40cm (dimensões mínimas para atender NBR 6118/2014 considerando pré-dimensionamento para até 4m de vão), moldadas em fôrmas de chapa de madeira, armadas com

		taxa de armadura de 80kg/m³ de concreto, com concreto usinado bombeável, fck=25 MPa.
Vedação	Vergas e contra vergas	Moldadas in loco, desprezando o transpasse lateral, com a indicação do vão da esquadria.
	Alvenaria	Blocos cerâmicos de 8 furos 9x14x19 cm, assentados com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal e areia).
	Esquadrias	Portas tipo kit em madeira para verniz, semi-oca, padrão médio, altura de 210cm, espessura de 3,5cm, incluindo dobradiças e fechaduras. Portas de correr e janelas em alumínio com vidro, fechadura e puxador embutidos, acabamento anodizado.
Revestimentos	Revestimento Externo	Chapisco aplicado em alvenaria e em estruturas de concreto de fachada, com colher de pedreiro, argamassa traço 1:3 com preparo manual. Emboço em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicada manualmente em panos de fachada com presença de vãos, espessura de 25mm. Aplicação de massa acrílica e seladora.
	Revestimento Interno	Chapisco aplicado em alvenaria e em estruturas de concreto internas, com colher de pedreiro. Para receber pintura - emboço em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicada manualmente, 25 mm, aplicação de massa látex e fundo selador acrílico. Para receber acabamento tipo cerâmica – emboço em argamassa traço 1:2:8, preparo e aplicação manual espessura de 20mm.
Acabamentos	Parede	Externas - textura premium de base acrílica ou revestimento cerâmico tipo porcelanato. Internas - revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltada extra na altura inteira das paredes.
	Piso	Áreas secas - revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 60x60 cm aplicada em ambientes de área maior que 10 m². Áreas molhadas - revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 60x60 cm aplicada em ambientes de área menor que 5 m².
	Teto	Forro em Drywall, com aplicação de massa látex e pintura.
	Rodapé	Internos - em poliestireno, altura 5 cm. Externos - cerâmico de 7cm de altura com placas tipo esmaltada
Cobertura	Telhado	Telhamento com telha em aço zincada em 2 águas, calha em chapa de aço e estrutura em trama de madeira.

3.4.4.2. Base de dados

Para compor os custos gerais dos projetos foi necessário levar em consideração a alta ocorrida nos valores de materiais de construção, principalmente com situação econômica e social causadas pela pandemia de COVID-19 no início de 2019. Como exemplo, a variação do CUB/m² de março de 2022 foi de 11,04% em relação ao mesmo período do ano anterior e em mais de 18% em comparação com o mesmo mês em 2020, conforme visto na Figura 40.

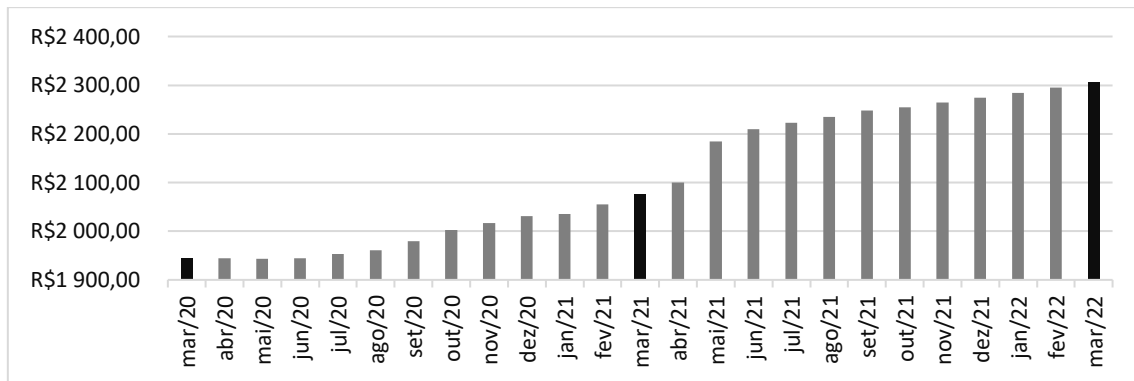


Figura 40 - Evolução dos custos dos projetos-padrão. Mão de obra com encargos Sociais para Projeto Padrão R1-N

O aumento significativo nos custos de construção no Brasil, alavancado principalmente pelo custo dos materiais de construção conforme demonstrado na Tabela 15, fez com que fosse necessário fixar os dados à mesma base de dados correspondente a um mesmo período, sendo assim possível fazer uma análise homogênea dos custos de construção. Para a composição dos preços foi utilizada a tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos de Construção (SINAPI). Como dado comparativo utilizou-se os valores de Custos Unitários Básicos da Construção (CUB/m²).

Tabela 15 - Composições CUB Projetos Padrão Residenciais – Normal R1-N – Com encargos sociais

Item	Março 2020		Março 2022		Variação
	Valor	%	Valor	%	
Materiais	R\$ 670,53	34,49%	R\$ 953,76	41,37%	30%
Mão de obra	R\$ 1.178,93	60,63%	R\$ 1.251,57	54,29%	6%
Despesas Administrativas	R\$ 94,68	4,87%	R\$ 99,65	4,3%	5%
Equipamento	R\$ 0,18	0,01%	R\$ 0,31	0,01%	42%
Total	R\$ 1.944,32	100%	R\$ 2.305,29	100,0%	

3.4.4.3. Ferramentas de auxílio ao estudo

Para se proceder o cálculo do custo dos projetos estudados foi decidido por utilizar ferramentas auxiliares para uma maior exatidão no uso de dados e maior facilidade na correção de possíveis informações.

Foi utilizada a ferramenta de modelagem em tecnologia BIM, o Revit, para modelagem dos casos e possibilitar a extração de quantitativos de maneira mais ágil e assertiva. As ferramentas auxiliares para a execução dos orçamentos plataforma OrçaFascio e o *plugin* OrçaFascio para Revit.

OrçaFascio é um software web, isso é, trabalha com informações online e guarda os dados do usuário em nuvem. O programa é voltada à engenharia e auxilia na execução de orçamento e planejamento de obras. Nele é possível incluir insumos e composições de base do usuário ou utilizar bancos públicos de índices de preços e composições existentes no país, entre eles o SINAPI.

O *plugin* **OrçaFascio para Revit** permite que os dados inseridos no OrçaFascio possam ser *linkados* a informações disponíveis na modelagem BIM. Se, por exemplo, as paredes modeladas em 3D no Revit forem relacionadas a um item de custo na tabela do OrçaFascio, e uma dessas paredes forem retiradas da modelagem, o valor é atualizado automaticamente na nuvem.

Para a análise comparativa dos casos foram utilizadas as mesmas configurações de modelagem do Revit e mesmas composições SINAPI utilizadas no OrçaFascio. Os dados extraídos de ambas as ferramentas foram tratadas e analisadas em Excel. Se averiguou a necessidade de se exportar para outro programa para facilitar a comparação de dados.

Foi utilizada a base de composição do SINAPI arbitrando para isso os dados de custo do **mês de março de 2022**, para o Estado do Rio de Janeiro, para composições de insumos **sem encargos sociais**, disponibilizada diretamente na plataforma OrçaFascio. E em comparação foi utilizado o CUB/m² de mesmo mês e ano, com desoneração de mão de obra. Para utilizar a comparação do custo pelo CUB.

A escolha de se usar as composições sem os encargos sociais de mão de obra foi feita por ser o sistema de contratação mais utilizado em obras de pequeno porte, onde os trabalhadores geralmente trabalham por regime de contrato de prestação de serviço (pessoa Jurídica) e não como contratado. Após a obra o proprietário ou empresa contratada quita os débitos referentes a mão de obra de uma única vez junto ao INSS (Instituto Nacional de Segurança Social), para assim prosseguir com o processo de legalização do imóvel. Portanto, esse custo pertence ao grupo de taxas e deve ser incluído ao BDI.

A descrição das composições são apresentados na Tabela 16 em que todos os itens correspondem as composições de instalação e mão de obra.

Tabela 16 – Composições do orçamento sintético

Item	Código SINAPI	Descrição
1		ESTRUTURA
1.1		VIGA BALDRAME
1.1.1	96527	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA
1.1.2	96533	FÔRMAS FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM 2 UTILIZ.
1.1.3	96546	ARMAÇÃO AÇO CA-50 10MM (80KG/M3)
1.1.4	96555	CONCRETAGEM 30MPA
1.2		PILARES
1.2.1	92411	FÔRMAS FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM 2 UTILIZ.
1.2.2	92778	ARMAÇÃO AÇO CA-50 10MM (80KG/M3)
1.2.3	92720	CONCRETAGEM FCK=25MPA USO DE BOMBA
1.3		VIGAS
1.3.1	92447	FÔRMAS FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM 2 UTILIZ.

1.3.2	92778	ARMAÇÃO AÇO CA-50 10MM (80KG/M3)
1.3.3	92724	CONCRETAGEM FCK=20MPA USO DE BOMBA
1.4		LAJES
1.4.1	101963	LAJE PRÉ MOLDADA, ENCHIMENTO EM CERÂMICA 12CM
1.5		ESCADA
1.5.1	102075	ESCADA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO
2		ALVENARIA
2.1		ALVENARIA DE VEDAÇÃO
2.1.1	87495	ALV. DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZ.9X19X19 CM
2.2		VERGAS
2.2.1	93186	VERGA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO
2.2.2	93196	CONTRAVERGA PARA VÃOS DE ATÉ 1,5 M DE COMPRIMENTO
2.2.3	93188	VERGA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO
2.2.4	93189	VERGA PARA PORTAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO
3		INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS
3.1		ÁGUA FRIA E QUENTE
3.1.1	89957	PONTO DE CONSUMO TERMINAL DE ÁGUA FRIA (SUBRAMAL)
3.1.2	89959	PONTO DE CONSUMO TERMINAL DE ÁGUA QUENTE (SUBRAMAL)
3.1.3	88503	ED. CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1500 LITROS
3.2		ESGOTO
3.2.1	91795	INST. TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM
3.2.2	91793	INST. TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM
3.2.3	91792	INST. TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM
3.2.4	98110	CAIXA DE GORDURA PEQUENA (CAPACIDADE: 19 L)
4		INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E ESPECIAIS
4.1		ELÉTRICA
4.1.1	93128	PONTO DE ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL INCLUINDO INTERRUPTOR SIMPLES
4.1.2	93145	PONTO DE ILUMINAÇÃO E TOMADA, RESIDENCIAL, INCLUINDO INTERRUPTOR SIMPLES E TOMADA 10A/250V
4.1.3	93141	PONTO DE TOMADA RESIDENCIAL INCLUINDO TOMADA 10A/250V
4.1.4	97592	LUMINÁRIA TIPO PLAFON, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA LED DE 12/13 W
4.2		PONTOS ESPECIAIS TELCON INT
4.2.1	91985	INTERRUPTOR PULSADOR CAMPAINHA (1 MÓDULO)
4.2.2	91987	CAMPAINHA CIGARRA (1 MÓDULO), 10A/250V
4.2.3	98308	TOMADA PARA TELEFONE RJ11
5		REVESTIMENTOS
5.1		PAREDES EXTERNAS
5.1.1	87904	CHAPISCO PARA FACHADA COM VÃOS TRAÇO 1:3 PREP. MANUAL
5.1.2	87777	EMBOÇO PARA FACHADA COM VÃOS TRAÇO 1:2:8 PREP. MANUAL
5.1.3	96130	MASSA ACRÍLICA 1 DEMÃO
5.1.4	88485	FUNDO SELADOR ACRÍLICO 1 DEMÃO

5.2		PAREDES INTERNAS
5.2.1	87878	CHAPISCO PARA AMBIENTES INTERNOS TRAÇO 1:3 PREP. MANUAL
5.2.2	87827	EMBOÇO PARA AMBIENTES INTERNOS TRAÇO 1:2:8 PREP. MANUAL
5.2.3	87528	EMBOÇO PARA CERÂMICA TRAÇO 1:2:8 PREP. MANUAL
5.2.4	88497	MASSA LÁTEX EM PAREDES 2 DEMÃOS
5.3		PISO
5.3.1	87642	CONTRAPISO APLICADO EM ÁREAS SECAS SOBRE LAJE 4CM TRAÇO 1:4 PREP. MANUAL
5.3.2	87747	CONTRAPISO APLICADO EM ÁREAS MOLHADAS SOBRE LAJE 3CM TRAÇO 1:4 PREP. MANUAL
5.4		TETO
5.4.1	96110	FORRO EM DRYWALL, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS
5.4.2	88496	MASSA LÁTEX EM TETO 2 DEMÃOS
6		COBERTURA
6.1		ESTRUTURA TELHADO
6.1.1	92562	TESOURA INTEIRA EM MADEIRA VÃO DE 10 M, PARA TELHA METÁLICA
6.1.2	92543	TRAMA DE MADEIRA PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA METÁLICA
6.2		TELHAS E CALHAS
6.2.1	94213	TELHAMENTO COM TELHA METÁLICA E = 0,5 MM, ATÉ 2 ÁGUAS
6.2.2	94227	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO
8		ESQUADRIAS
8.1		PORTAS DE ABRIR
8.1.1	100680	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA VERNIZ 70X210CM
8.1.2	100683	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA VERNIZ 80X210CM
8.1.3	90846	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, 90X210CM
8.1.4	102214	PINTURA VERNIZ (INCOLOR) ALQUÍDICO EM MADEIRA, USO INTERNO, 2 DEMÃOS
8.2		PORTAS DE VIDRO/ VIDRO FIXO
8.2.1	100702	PORTA DE CORRER DE ALUMÍNIO, COM DUAS FOLHAS PARA VIDRO
8.2.2	102180	VIDRO TEMPERADO, E = 8 MM, ENCAIXADO EM PERFIL U
8.3		JANELAS
8.3.1	94570	JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER COM 2 FOLHAS
8.3.2	94573	JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER COM 4 FOLHAS
8.4		GUARDA-CORPO
8.4.1	99841	GUARDA-CORPO DE ALUMÍNIO E VIDRO LAMINADO 8 MM
9		ACABAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÃO
9.1		MÁRMORES E GRANITOS
9.1.1	98671	PISO EM GRANITO APLICADO EM AMBIENTES INTERNOS
9.1.2	101965	PEITORIL LINEAR EM GRANITO OU MÁRMORE, L = 15CM
9.1.3	98689	SOLEIRA EM GRANITO, LARGURA 15 CM, ESPESSURA 2,0 CM
9.1.4	86895	BANCADA DE GRANITO CINZA POLIDO 0,50 X 0,60 M, LAVATÓRIO
9.1.5	86889	BANCADA DE GRANITO CINZA POLIDO 1,50X0,60 M, PIA DE COZ.

9.1.6	101979	CHAPIM (RUFO CAPA) EM AÇO GALVANIZADO
9.2	PAREDE - REVESTIMENTO	
9.2.1	95305	TEXTURA ACRÍLICA
9.2.2	88487	PINTURA
9.2.3	87272	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS
9.2.4	87261	REVESTIMENTO CERÂMICO TIPO PORCELANATO
9.3	PISO - REVESTIMENTO	
9.3.1	98556	IMPERMEABILIZAÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA / MEMBRANA ACRÍLICA REFORÇADA COM VÉU DE POLIÉSTER
9.3.2	98555	IMPERMEABILIZAÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA / MEMBRANA ACRÍLICA
9.3.3	87257	REVESTIMENTO CERÂMICO APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M2
9.3.4	87255	REVESTIMENTO CERÂMICO APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M2
9.4	TETO - REVESTIMENTO	
9.4.1	88484	FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM TETO
9.4.2	88488	PINTURA EM TETO
9.5	RODAPÉ - REVESTIMENTO	
9.5.1	98688	RODAPÉ EM POLIESTIRENO, ALTURA 5 CM
9.5.2	88650	RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 60X60CM
9.6	LOUÇAS E ACABAMENTOS METÁLICOS	
9.6.1	86914	TORNEIRA PARA TANQUE
9.6.2	86915	TORNEIRA DE MESA PARA LAVATÓRIO
9.6.3	86909	TORNEIRA DE MESA PARA PIA DE COZINHA
9.6.4	86938	CUBA DE EMBUTIR EM LOUÇA BRANCA, 35 X 50CM
9.6.5	86935	CUBA DE EMBUTIR DE AÇO INOXIDÁVEL
9.6.6	86872	TANQUE DE LOUÇA BRANCA 30L
9.6.7	86932	VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUÇA
9.6.8	89973	MONOCOMANDO PARA CHUVEIRO
9.6.9	EDITADO	CHUVEIRO DE PAREDE COM DESVIADOR E DUCHA MANUAL
9.6.10	89709	RALO SIFONADO
9.6.11	89710	RALO SECO
9.6.12	89707	CAIXA SIFONADA

3.4.4. ORÇAMENTO SINTÉTICO

O orçamento sintético foi então realizado com base no memorial descritivo e os quantitativos coletados da modelagem. O orçamento total dos projetos aqui estudados encontram-se no Anexo 1.

As principais considerações feitas para encontrar os resultados dados neste subcapítulo apresentado já foram posicionadas no capítulo anterior, ressaltando os principais pontos:

- Utilização da base de dados SINAPI para o Estado do Rio de Janeiro, sem encargos sociais na mão de obra, base de março de 2022;

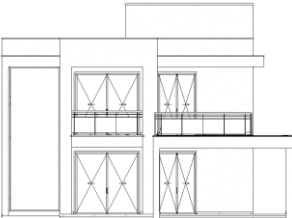
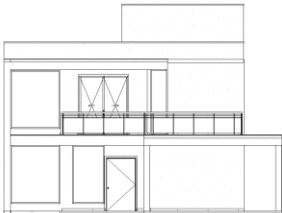
- Utilização comparativa do CUB/m² para o Estado do Rio de Janeiro, sem encargos sociais na mão de obra, base de março de 2022;

Os custos foram então analisados de maneira global – CUSTOS TOTAIS SIMULADOS – e posteriormente analisados apenas custos referentes à função do ambiente – CUSTOS POR AMBIENTE.

3.4.4.1. Custos totais simulados

Após fazer a interação entre as ferramentas e extrair os dados finais, os custos totais simulados da construção utilizando os dados do SINAPI são representados pela Tabela 17, em que também são apresentados as áreas reais, áreas totais construídas e áreas equivalentes dos projetos analisados. Os projetos estão apresentados por ordem crescente de área real.

Tabela 17 - Custos totais simulados

PROJETO		ÁREA REAL (m ²)	ATC (m ²)	ATEQ (m ²)	CUSTO TOTAL SIMULADO
	B12	203,83	190,7	177,47	R\$ 435.129,20
	G22	208,86	193,68	172,66	R\$ 451.319,57
	H12	230,94	215,91	205,48	R\$ 477.078,00
	Q13	239,95	226,51	214,12	R\$ 468.703,43

Os **custos** totais simulados aumentam gradativamente, com exceção do projeto Q13, que teve um custo mais baixo em comparação com o projeto H12, apesar de ser maior em área real.

As variações entre áreas e custo simulado global total foram então analisadas na Tabela 18, em comparação com o projeto de referência B12.

Tabela 18 - Variação de áreas e custo simulado global total

PROJETO	ÁREA REAL	ATC	ATEQ	CUSTO TOTAL SIMULADO
B12	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
G22	2,5%	1,6%	-2,7%	3,7%
H12	13,3%	13,2%	15,8%	9,6%
Q13	17,7%	18,8%	20,7%	7,7%

Em relação às **áreas** de construção dos projetos, estas aumentam conforme a área real aumenta. A área total equivalente é o tipo de cálculo que possui maior variação de área entre os projetos, verificando-se assim um aumento de área calculada em até 20,7% em comparação ao projeto de menor área real (B12).

Analisando-se as variações de custo é possível perceber um aumento no custo total simulado, porém não de forma gradual ou correspondente ao aumento de áreas. Enquanto a variação do cálculo de áreas ocorre em até 20%, os custos variam em no máximo 9,6%, não demonstrando qualquer relação proporcional entre eles.

Tendo o CUB/m² como o banco de dados de custos com mais facilidade de acesso, e sabendo-se que os principais cálculos de custos são feitos por áreas de construção, foi necessário perceber qual método de cálculo de área e qual referência de custos do CUB/m² representaria com mais proximidade os custos simulados. As simulações foram feitas para **Área Total Construída, Área Total e área total equivalente**.

Foram feitas duas simulações de relação entre o custo encontrado com os valores do SINAPI e o custo calculado utilizando o CUB/m². Utilizando, para isso, os valores para padrão normal e padrão alto de construção, R1-N e R1-A respectivamente.

A Tabela 19 relaciona o custo por metro quadrado e a variação entre os projetos de estudo para o cálculo utilizando a **área real**. A Tabela 20 relaciona o custo por metro quadrado e a variação entre os objetos de estudo para o cálculo utilizando a **área total construída**, e a Tabela 21 relaciona o custo por metro quadrado e a variação entre os objetos de estudo para o cálculo utilizando a **área total equivalente**.

Tabela 19 - Variação do CUB/m² para cálculo utilizando Área Real

CUB/m ²	PROJETO	ÁREA REAL (m ²)	SIMULAÇÃO	CUSTO/m ²	VARIAÇÃO CUB
R1-N R\$ 2.159,84	B12	203,83	R\$ 435.129,20	R\$ 2.134,77	-1%
	G22	208,86	R\$ 451.319,57	R\$ 2.160,87	0%
	H12	230,94	R\$ 477.078,00	R\$ 2.065,81	-4%
	Q13	239,95	R\$ 468.703,43	R\$ 1.953,34	-10%

R1-A R\$ 2.724,79	B12	203,83	R\$ 435.129,20	R\$ 2.134,77	-22%
	G22	208,86	R\$ 451.319,57	R\$ 2.160,87	-21%
	H12	230,94	R\$ 477.078,00	R\$ 2.065,81	-24%
	Q13	239,95	R\$ 468.703,43	R\$ 1.953,34	-28%

Tabela 20 - Variação do CUB/m² para cálculo utilizando Área Total Construída

CUB/m ²	PROJETO	ATC (m ²)	SIMULAÇÃO	CUSTO/m ²	VARIAÇÃO CUB
R1-N R\$ 2.159,84	B12	190,7	R\$ 435.129,20	R\$ 2.281,75	6%
	G22	193,68	R\$ 451.319,57	R\$ 2.330,23	8%
	H12	215,91	R\$ 477.078,00	R\$ 2.209,62	2%
	Q13	226,51	R\$ 468.703,43	R\$ 2.069,24	-4%
R1-A R\$ 2.724,79	B12	190,7	R\$ 435.129,20	R\$ 2.281,75	-16%
	G22	193,68	R\$ 451.319,57	R\$ 2.330,23	-14%
	H12	215,91	R\$ 477.078,00	R\$ 2.209,62	-19%
	Q13	226,51	R\$ 468.703,43	R\$ 2.069,24	-24%

Tabela 21 - Variação do CUB/m² para cálculo utilizando Área Equivalente

CUB/m ²	PROJETO	ATEQ (m ²)	SIMULAÇÃO	CUSTO/m ²	VARIAÇÃO CUB
R1-N R\$ 2.159,84	B12	177,47	R\$ 435.129,20	R\$ 2.451,90	14%
	G22	172,66	R\$ 451.319,57	R\$ 2.613,86	21%
	H12	205,48	R\$ 477.078,00	R\$ 2.321,73	7%
	Q13	214,12	R\$ 468.703,43	R\$ 2.189,00	1%
R1-A R\$ 2.724,79	B12	177,47	R\$ 435.129,20	R\$ 2.451,90	-10%
	G22	172,66	R\$ 451.319,57	R\$ 2.613,86	-4%
	H12	205,48	R\$ 477.078,00	R\$ 2.321,73	-15%
	Q13	214,12	R\$ 468.703,43	R\$ 2.189,00	-20%

As tabelas demonstram que, em geral, o custo por metro quadrado diminui à medida que a metragem aumenta. A variação analisada demonstrou, no entanto, que nos casos estudados a relação entre o metro quadrado construído e o custo não é proporcional.

Ao analisar as variações encontradas entre o valor de referência CUB/m² para R1-N e R1-A se verificou que o padrão **R1-N calculado pela área real** é o que possui menor variação.

Ao analisar a Tabela 21, verifica-se que apesar de ser o tipo de cálculo que consta como Norma para utilização do Custo estimado da construção (área total equivalente), quando analisado no estudo, a variação entre os custos simulados encontrados e o CUB/m² são em média de 11,6% utilizando ambos padrões similares.

Nas tabelas 22, 23 e 24 a análise se pautou na comparação entre os projetos analisados, tendo como valor de referência o projeto com menor área real (B12) e por seguimento os projetos em ordem crescente de área. Assim foram analisadas as variações de área e custo em relação ao projeto de referência.

Tabela 22 - Resultado dos custos totais por metro quadrado para cálculo com Área Real

PROJETO	Á. REAL (m ²)	CUSTO	CUSTO/m ²	VARIAÇÃO	
				Á. REAL	CUSTO/m ²
B12	203,83	R\$ 435.129,20	R\$ 2.134,77	Ref.	Ref.
G22	208,86	R\$ 451.319,57	R\$ 2.160,87	2,5%	1,2%
H12	230,94	R\$ 477.078,00	R\$ 2.065,81	13,3%	-3,3%
Q13	239,95	R\$ 468.703,43	R\$ 1.953,34	17,7%	-9,3%

Tabela 23 - Resultado dos custos totais por metro quadrado para cálculo com ATC

PROJETO	ATC (m ²)	CUSTO	CUSTO/m ²	VARIAÇÃO	
				ATC	CUSTO/m ²
B12	190,70	R\$ 435.129,20	R\$ 2.281,75	Ref.	Ref.
G22	193,68	R\$ 451.319,57	R\$ 2.330,23	1,6%	2,1%
H12	215,91	R\$ 477.078,00	R\$ 2.209,62	13,2%	-3,3%
Q13	226,51	R\$ 468.703,43	R\$ 2.069,24	18,8%	-10,3%

Tabela 24 - Resultado dos custos totais por metro quadrado para cálculo com ATEQ

PROJETO	ATEQ (m ²)	CUSTO	CUSTO/m ²	VARIAÇÃO	
				ATEQ	CUSTO/m ²
B12	177,47	R\$ 435.129,20	R\$ 2.451,90	Ref.	Ref.
G22	172,66	R\$ 451.319,57	R\$ 2.613,86	-2,7%	6,6%
H12	205,48	R\$ 477.078,00	R\$ 2.321,73	15,8%	-5,3%
Q13	214,12	R\$ 468.703,43	R\$ 2.189,00	20,7%	-10,7%

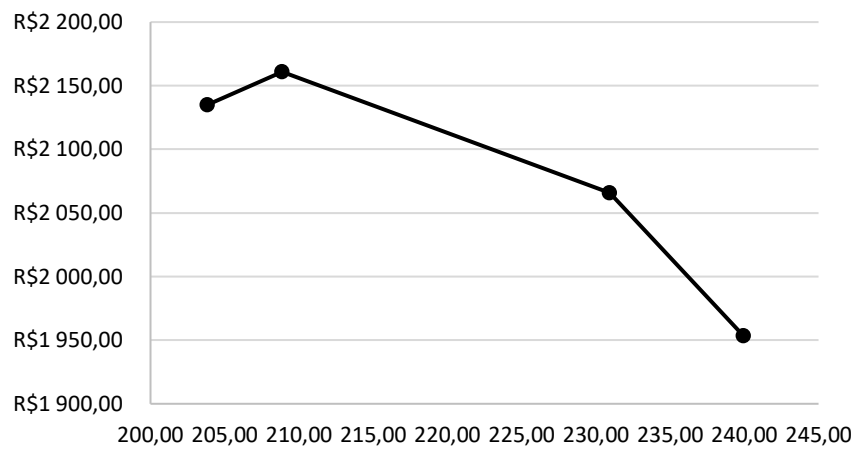


Figura 41 - Custo por m2 utilizando área real

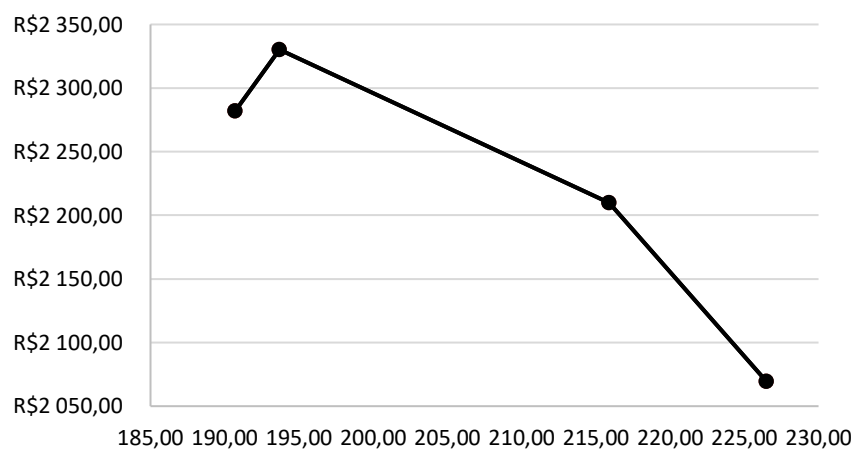


Figura 42 - Custo por m2 utilizando ATC

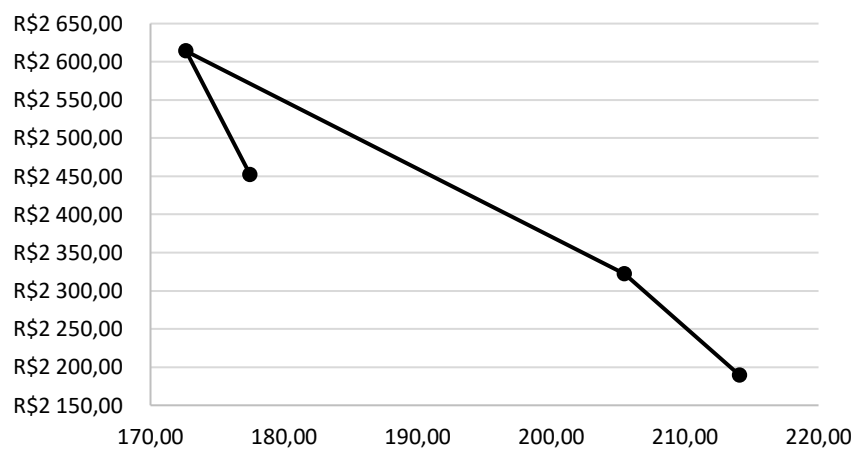
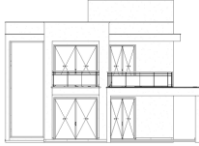
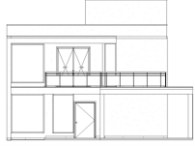


Figura 43 - Custo por m2 utilizando ATEQ

Posteriormente foi analisado o custo de cada sistema construtivo e sua percentagem representativa no custo total representados na Tabela 25, e compreender em que sistemas estão representados os maiores gastos nesse tipo de construção.

Tabela 25 - Custos específicos de construção por sistema construtivo

	B12	G22	H12	Q13
				
ESTRUTURA	R\$ 157.338,29	R\$ 158.701,75	R\$ 166.793,51	R\$ 169.001,58
ALVENARIA	R\$ 37.653,63	R\$ 39.764,43	R\$ 45.981,35	R\$ 43.626,54
INSTALAÇÕES HIDROS- SANITÁRIAS	R\$ 11.126,82	R\$ 9.555,04	R\$ 12.190,26	R\$ 10.944,65
INSTALAÇÕES ESPECIAIS	R\$ 9.314,99	R\$ 8.228,06	R\$ 9.208,64	R\$ 9.062,10
REVESTIMENTOS	R\$ 83.324,04	R\$ 85.575,94	R\$ 100.182,87	R\$ 95.093,23
COBERTURA	R\$ 13.360,95	R\$ 13.794,59	R\$ 14.025,02	R\$ 14.438,52
ESQUADRIAS	R\$ 52.147,20	R\$ 58.818,99	R\$ 55.156,60	R\$ 51.965,97
ACABAMENTOS	R\$ 70.863,28	R\$ 76.880,77	R\$ 73.539,75	R\$ 74.570,84

Assim se verifica uma concentração de custos em estrutura, acabamentos revestimentos e esquadrias, conforme representação percentual da distribuição de custos demonstrada na Tabela 26.

Tabela 26 - Percentagem dos custos específicos por sistema construtivo

SISTEMA	% SOBRE CUSTO TOTAL	ACUMULADO
ESTRUTURA	35,6%	83,5%
REVESTIMENTOS	19,8%	
ACABAMENTOS	16,2%	
ESQUADRIAS	11,9%	16,5%
ALVENARIA	9,1%	
COBERTURA	3,0%	
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	2,4%	
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E ESPECIAIS	2%	

Por fim a análise se estende a compreender a relação entre a área útil e a área de construção como um todo a fim de entender a relação que a área de ambientes (AU) tem em comparação com a casa como um todo. O resultado apresentado na Tabela 27 demonstra uma menor variação no cálculo de AU por área real de construção.

Tabela 27 - Área útil e a relação sobre as áreas de construção

	ÁREAS DE CONSTRUÇÃO			AU	AU SOBRE		
	ATC	ATEQ	A REAL		ATC	ATEQ	A REAL
B12	190,7	177,47	203,83	163,36	86%	92%	80%
G22	193,68	172,66	208,86	170,41	88%	99%	82%
H12	215,91	205,48	230,94	184,95	86%	90%	80%
Q13	226,51	214,12	239,95	192,09	85%	90%	80%

3.4.4.2. Custos por ambiente

Para a análise de custo por ambiente foi necessário identificar os sistemas e composições relevantes ao ambiente a ser estudado. Para tanto foram feitas as seguintes considerações:

- O cálculo considera a área útil do ambiente;
- A área azulejada compreende do piso acabado ao forro;
- Os pontos de água quente e fria, e os pontos de luz foram considerados conforme disposto nas especificações técnicas.
- Foram considerados também as esquadrias, forros e sistema de impermeabilização mesmo não estando incluídos na área útil do ambiente analisado.

Os custos individuais por ambientes, divididos por projeto, calculados para os pontos hidráulicos e sanitários estão representados na Tabela 28, e os custos individuais por ambientes para pontos elétricos estão calculados na Tabela 29.

Tabela 28 - Custos pontos e peças em áreas molhadas

		LAVABO	I.S.	COZINHA	Á. GOURMET	LAVAND.
ÁGUA FRIA E QUENTE	Custo UN	R\$ 693,79	R\$ 1.096,64	R\$ 693,79	R\$ 402,85	R\$ 290,94
PONTO DE CONSUMO DE ÁGUA FRIA	R\$ 145,47	3	4	3	1	2
PONTO DE CONSUMO DE ÁGUA QUENTE	R\$ 257,38	1	2	1	1	
ESGOTO		R\$ 137,48	R\$ 325,14	R\$ 155,73	R\$ 93,83	R\$ 155,73
ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM	R\$ 75,58	1	1			
ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM	R\$ 93,83		2	1	1	1

ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM	R\$ 61,90	1	1	1		1
PEÇAS DE UTILIZAÇÃO/ACABA MENTO		R\$ 1.238,84	R\$ 2.120,97	R\$ 383,21	R\$ 383,21	R\$ 837,44
TORNEIRA PARA TANQUE	R\$ 63,72					1
TORNEIRA DE MESA PARA LAVATÓRIO	R\$ 221,87	1	1			
TORNEIRA DE MESA PARA PIA DE COZINHA	R\$ 83,77			1	1	
CUBA EM LOUÇA BRANCA	R\$ 401,15	1	1			
CUBA DE AÇO INOXIDÁVEL	R\$ 299,44			1	1	
TANQUE DE LOUÇA BRANCA	R\$ 773,72					1
VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUÇA BRANCA	R\$ 568,51	1	1			
MONOCOMANDO PARA CHUVEIRO	R\$ 619,28		1			
CHUVEIRO DESVIADOR E DUCHA MANUAL	R\$ 243,75		1			
RALO SIFONADO	R\$ 19,10		1			
CAIXA SIFONADA	R\$ 47,31	1	1			

Tabela 29 - Pontos elétricos e custo por ambiente

PONTOS ELÉTRICOS MÍNIMOS POR AMBIENTE				
B12				
AMBIENTE	TOMADA	LUZ	TOTAL	
ENTRADA		1	R\$	185,33
SALA	6,0	2	R\$	1.452,58
GARAGEM		1	R\$	185,33
COZINHA	4,0	1	R\$	906,61
LAVANDARIA	3,0	1	R\$	726,29
CIRC.	1,0	1	R\$	365,65

CIRC.	1,0	1	R\$	365,65
I.S.	1,0	1	R\$	258,13
I.S.	1,0	1	R\$	258,13
I.S.	1,0	1	R\$	258,13
QUARTO	3,0	1	R\$	726,29
QUARTO	4,0	1	R\$	906,61
QUARTO	5,0	1	R\$	1.086,93
VARANDA DESCOBERTA	1,0	1	R\$	365,65
VARANDA COBERTA	1,0	1	R\$	365,65
TOTAIS	32	16	R\$	8.412,96
G22				
AMBIENTE	TOMADA	LUZ	TOTAL	
ENTRADA		1	R\$	185,33
SALA	4,0	2	R\$	1.091,94
GARAGEM		1	R\$	185,33
COZINHA	4,0	1	R\$	906,61
LAVANDERIA	3,0	1	R\$	726,29
CIRC.	1,0	1	R\$	365,65
I.S.	1,0	1	R\$	365,65
I.S.	1,0	1	R\$	219,34
I.S.	1,0	1	R\$	219,34
QUARTO	1,0	1	R\$	219,34
QUARTO	4,0	1	R\$	906,61
QUARTO	3,0	1	R\$	726,29
CLOSET	2,0	1	R\$	545,97
VARANDA DESCOBERTA	1,0	1	R\$	365,65
VARANDA DESCOBERTA	1,0	1	R\$	365,65
TOTAIS	27	16	R\$	7.394,99
H12				
AMBIENTE	TOMADA	LUZ	TOTAL	
ENTRADA		1	R\$	185,33
SALA	6,0	2	R\$	1.452,58

GARAGEM		1	R\$	185,33
COZINHA	4,0	1	R\$	906,61
LAVANDERIA	3,0	1	R\$	726,29
CIRC.	1,0	1	R\$	365,65
I.S.	1,0	1	R\$	365,65
I.S.	1,0	1	R\$	219,34
I.S.	1,0	1	R\$	219,34
QUARTO	3,0	1	R\$	219,34
QUARTO	3,0	1	R\$	726,29
QUARTO	4,0	1	R\$	906,61
VARANDA DESCOBERTA	1,0	1	R\$	365,65
VARANDA COBERTA	1,0	1	R\$	365,65
ÁREA GOURMET	4,0	1	R\$	906,61
TOTAIS	33	16	R\$	8.116,27
Q13				
AMBIENTE	TOMADA	LUZ	TOTAL	
ENTRADA		1	R\$	185,33
SALA	6,0	2	R\$	1.452,58
GARAGEM		1	R\$	185,33
COZINHA	4,0	1	R\$	906,61
LAVANDERIA	3,0	1	R\$	726,29
CIRC.	1,0	1	R\$	365,65
I.S.	1,0	1	R\$	365,65
I.S.	1,0	1	R\$	219,34
I.S.	1,0	1	R\$	219,34
QUARTO	1,0	1	R\$	219,34
QUARTO	3,0	1	R\$	726,29
QUARTO	4,0	1	R\$	906,61
CLOSET	2,0	1	R\$	545,97
VARANDA DESCOBERTA	1,0	1	R\$	365,65
ÁREA GOURMET	5,0	1	R\$	1.086,93
TOTAIS	33	16	R\$	8.476,91

Os custos gerais foram então calculados conforme especificação técnica e observações citadas anteriormente e os resultados são apresentados na Tabela 30.

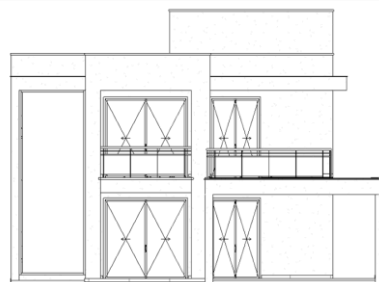
Tabela 30 - Custos por tipo de ambiente analisados



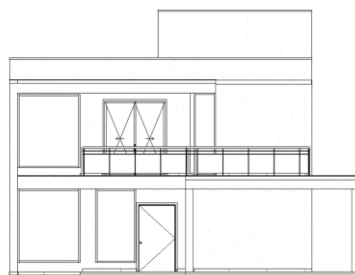
B12				
Nº	AMBIENTE	AU (m²)	CUSTO TIPO AMBIENTE	CUSTO m²
1	ENTRADA	2,01	R\$ 2.542,95	R\$ 1.265,15
2	SALA	34,80	R\$ 10.035,30	R\$ 288,37
3	GARAGEM	25,00	R\$ 7.599,17	R\$ 303,97
4	COZINHA	10,36	R\$ 9.722,70	R\$ 938,48
5	LAVANDARIA	4,28	R\$ 7.085,77	R\$ 1.655,55
6	CIRCULAÇÃO	3,415	R\$ 2.603,08	R\$ 1.062,48
6.1	CIRC.	3,54	R\$ 1.462,04	R\$ 1.075,03
6.2	CIRC.	3,29	R\$ 3.744,12	R\$ 1.057,66
7	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	6,32	R\$ 9.468,66	R\$ 2.318,86
7.1	I.S.	4,90	R\$ 8.855,93	R\$ 2.691,77
7.2	I.S.	4,06	R\$ 10.121,72	R\$ 2.065,66
7.3	I.S.	10,00	R\$ 9.428,34	R\$ 2.322,25
8	QUARTO	16,20	R\$ 13.479,77	R\$ 898,45
8.1	QUARTO	13,58	R\$ 9.429,37	R\$ 942,94
8.2	QUARTO	13,58	R\$ 13.266,56	R\$ 976,92
8.3	QUARTO	21,43	R\$ 17.743,39	R\$ 827,97
10	VARANDA DESCOBERTA	18,85	R\$ 17.942,81	R\$ 951,87
11	VARANDA COBERTA	5,88	R\$ 8.565,97	R\$ 1.456,80



G22					
Nº	AMBIENTE	AU (m²)	CUSTO TIPO AMBIENTE		CUSTO m²
1	ENTRADA	1,90	R\$	1.092,33	R\$ 574,91
2	SALA	30,98	R\$	18.634,46	R\$ 601,50
3	GARAGEM	26,00	R\$	10.696,45	R\$ 411,40
4	COZINHA	10,69	R\$	9.393,09	R\$ 878,68
5	LAVANDARIA	4,00	R\$	8.869,60	R\$ 2.217,40
6	CIRCULAÇÃO	2,38	R\$	4.528,69	R\$ 2.192,45
7	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	3,67	R\$	8.694,40	R\$ 2.371,20
7.1	I.S.	3,50	R\$	7.673,58	R\$ 2.192,45
7.2	I.S.	3,50	R\$	9.093,68	R\$ 2.598,19
7.3	I.S.	4,00	R\$	9.315,93	R\$ 2.328,98
8	QUARTO	12,12	R\$	11.077,42	R\$ 914,23
8.1	QUARTO	9,20	R\$	9.241,85	R\$ 1.004,55
8.2	QUARTO	14,99	R\$	12.571,21	R\$ 838,64
8.3	QUARTO	12,16	R\$	11.419,21	R\$ 939,08
9	CLOSET	4,50	R\$	5.815,57	R\$ 1.292,35
10	VARANDA DESCOBERTA	14,20	R\$	15.275,60	R\$ 1.075,49
10.1	VARANDA DESCOBERTA	22,07	R\$	25.951,20	R\$ 1.175,86
10.2	VARANDA DESCOBERTA	20,54	R\$	19.875,59	R\$ 967,65



H12					
Nº	AMBIENTE	AU (m²)	CUSTO TIPO AMBIENTE		CUSTO m²
1	ENTRADA	3,38	R\$	1.983,03	R\$ 586,70
2	SALA	37,65	R\$	25.557,43	R\$ 678,82
3	GARAGEM	26,66	R\$	10.822,86	R\$ 405,96
4	COZINHA	11,22	R\$	11.741,75	R\$ 1.046,50
5	LAVANDARIA	3,83	R\$	8.833,93	R\$ 2.306,51
6	CIRCULAÇÃO	10,14	R\$	9.313,32	R\$ 918,47
7	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	4,08	R\$	8.941,90	R\$ 2.193,43
7.1	I.S.	4,80	R\$	8.464,52	R\$ 1.763,44
7.2	I.S.	3,83	R\$	9.217,50	R\$ 2.406,66
7.3	I.S.	3,60	R\$	9.143,67	R\$ 2.539,91
8	QUARTO	14,70	R\$	12.802,64	R\$ 870,93
8.1	QUARTO	12,74	R\$	10.551,69	R\$ 828,23
8.2	QUARTO	12,74	R\$	11.255,59	R\$ 883,48
8.3	QUARTO	18,62	R\$	16.600,64	R\$ 891,55
10	VARANDA DESCOBERTA	18,85	R\$	18.774,71	R\$ 996,01
11	VARANDA COBERTA	5,88	R\$	5.108,60	R\$ 868,81
12	ÁREA GOURMET	14,28	R\$	14.620,21	R\$ 1.023,82



Q13					
Nº	AMBIENTE	AU (m²)	CUSTO TIPO AMBIENTE		CUSTO m²
1	ENTRADA	3,22	R\$	1.441,40	R\$ 447,64
2	SALA	40,33	R\$	23.305,79	R\$ 577,88
3	GARAGEM	26,43	R\$	10.975,98	R\$ 415,28
4	COZINHA	11,71	R\$	11.868,83	R\$ 1.013,56
5	LAVANDARIA	4,24	R\$	7.008,96	R\$ 1.653,06
6	CIRCULAÇÃO	10,14	R\$	9.522,70	R\$ 939,12
7	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	4,18	R\$	8.970,35	R\$ 2.147,73
7.1	I.S.	3,87	R\$	7.509,39	R\$ 1.940,41
7.2	I.S.	4,53	R\$	9.839,05	R\$ 2.171,98
7.3	I.S.	4,13	R\$	9.562,62	R\$ 2.315,40
8	QUARTO	13,71	R\$	11.806,11	R\$ 861,13
8.1	QUARTO	12,83	R\$	10.636,69	R\$ 829,05
8.2	QUARTO	12,88	R\$	11.139,13	R\$ 864,84
8.3	QUARTO	15,42	R\$	13.642,49	R\$ 884,73
9	CLOSET	4,40	R\$	3.918,77	R\$ 890,63
10	VARANDA DESCOBERTA	23,05	R\$	19.651,16	R\$ 852,54
12	ÁREA GOURMET	14,28	R\$	13.534,64	R\$ 947,80

O resultado analisado demonstrou uma grande variação de custo em ambientes menores, enquanto ambientes com maior área útil apresentam custos similares por metro quadrado, conforme demonstrado na Tabela 31.

Tabela 31 - Custo e área média por ambiente do menor ao maior

AMBIENTE	CUSTO MÉDIO/m ²	ÁREA MÉDIA (m ²)
INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	R\$ 2.052,64	4,56
LAVANDARIA	R\$ 1.958,13	4,08
CIRCULAÇÃO	R\$ 1.203,07	6,52
VARANDA COBERTA	R\$ 1.162,20	5,88
CLOSET	R\$ 1.091,49	4,45
ÁREA GOURMET	R\$ 985,81	14,28
VARANDA DESCOBERTA	R\$ 968,81	18,74
COZINHA	R\$ 969,31	10,99
QUARTO	R\$ 869,64	14,18
ENTRADA	R\$ 718,60	2,63
SALA	R\$ 536,39	35,94
GARAGEM	R\$ 384,15	26,02

Quando analisados os custos médios por metro quadrado se nota a expressividade dos custos com instalações sanitárias, seguido dos custos com lavandaria.

Na Tabela 32 é apresentado o resultado da análise da variação entre os custos médios por m² e a variação de custos por m² em casa projeto.

Tabela 32- Variação dos custos por ambiente encontrados

AMBIENTE	Custo por m ²	B12	G22	H12	Q13
ENTRADA	R\$ 718,60	76%	-20%	-18%	-38%
SALA	R\$ 536,64	-46%	12%	26%	8%
GARAGEM	R\$ 384,15	-21%	7%	6%	8%
COZINHA	R\$ 969,31	-3%	-9%	8%	5%
LAVANDARIA	R\$ 1.958,13	-16%	13%	18%	-16%
CIRCULAÇÃO	R\$ 1.203,07	-37%	82%	-23%	-22%
INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	R\$ 2.052,64	-27%	16%	7%	5%
QUARTO	R\$ 869,64	-4%	5%	0%	-1%
CLOSET	R\$ 1.091,49		18%		-18%
VARANDA DESCOBERTA	R\$ 968,98	-2%	11%	3%	-12%
VARANDA COBERTA	R\$ 1.162,80	25%		-25%	
ÁREA GOURMET	R\$ 985,81			4%	-4%

Foi analisado a relação entre as áreas úteis totais e as áreas de cálculo (ATC, ATEQ e área real) para cada projeto, apresentadas na Tabela 33. Assim é possível compreender a percentagem da área útil sobre a área total em casa tipo de cálculo. O cálculo de área útil *versus* área real com menor variação entre os projetos foi o cálculo utilizando a área real do projeto.

Tabela 33 - Percentagem de área útil sobre área de construção

PROJ.	ÁREAS TOTAIS CALCULADAS (m ²)			ÁREA ÚTIL (m ²)	% ÁREA ÚTIL SOBRE ÁREA DE CONSTRUÇÃO		
	ATC	ATEQ	A REAL		ATC	ATEQ	Á. REAL
B12	190,7	177,47	203,83	163,36	86%	92%	80%
G22	193,68	172,66	208,86	170,41	88%	99%	82%
H12	215,91	205,48	230,94	184,95	86%	90%	80%
Q13	226,51	214,12	239,95	191,46	85%	89%	80%

A Tabela 34 demonstra o impacto financeiro das áreas uteis dos ambientes no orçamento final:

Tabela 34 - Representação de custos dos ambientes nos custos totais

Projeto	Custo total simulado	Custos referentes aos ambientes	Participação nos custos totais
B12	R\$ 435.129,20	R\$ 137.546,15	32%
G22	R\$ 451.319,57	R\$ 164.172,44	36%
H12	R\$ 477.078,00	R\$ 171.989,45	36%
Q13	R\$ 468.703,43	R\$ 163.557,60	35%
Média:			35%

3.4.7. CONCLUSÕES DO CASO DE ESTUDO

Com o objetivo de obter dados sobre custos de construção, especificamente o presente estudo possibilitou conhecimento sobre uma área pouco explorada no campo da pequena construção, principalmente em relação ao projeto de arquitetura voltado a este tipo de construção.

Foi possível observar como os custos de construção são distribuídos não somente por sistema de construção, mas também por ambiente, possibilitando assim diversas aplicações no campo de trabalho em que as decisões do arquiteto podem ser pautadas e justificadas pelas informações encontradas neste estudo.

Os principais resultados encontrados na etapa de mapeamento dos custos totais da construção foram os que se seguem:

- A área total equivalente, calculada com o coeficiente 0,6 para garagem coberta, varandas descobertas e local de caixa d'água, é o cálculo de área que mais demonstrou variação em comparação aos projetos analisados, sendo a área real e a área total construída as que demonstraram uma variação gradual crescente;

- Para uma estimativa de custo de construção, utilizando-se apenas as informações de Custo Unitário Básico disponibilizados pelo Siduscon-RJ, o padrão R1-N (Residencial padrão normal de acabamento) calculado sem encargos sociais, foi o que demonstrou maior similaridade de custos ao ser calculado pela área real de construção, isto é, incluindo áreas não cobertas como varandas e também o local coberto destinado ao uso das caixas d'água na cobertura;
- O cálculo de custo utilizando a ATEQ é a que demonstra resultado o resultado mais expressivo sobre o custo da construção em que quanto maior a área construída (aqui, equivalente), menor o custo por metro quadrado de construção;
- Os custos totais das construções se concentram nos sistemas estruturais, revestimento e acabamento, somando a média de 71,6% dos custos totais das construções.

Os dados orçamentários demonstram que os custos com ambientes de pequenas dimensões e áreas molhadas como banheiro e lavanderias devem ser foco de atenção do profissional em fase de estudo preliminar, em que as decisões são muito influenciadas e as ideias pouco concretizadas. É interessante que o projetista possa se validar de todas as informações e variantes que possam existir, principalmente se o resultado final privilegiar os custos controlados independentemente do padrão de construção almejado.

3.5. PLANO EXPERIMENTAL

A partir dos resultados coletados no estudo de caso foi possível extrair as principais informações em forma de dados para a elaboração da proposta:

1. Custo por metro quadrado diminui a medida que área de construção aumenta;
2. A área real é o melhor cálculo de área para análises comparativas;
3. A área útil tem uma representação percentual pouco variável em relação à Área real;
4. Áreas médias dos ambientes e a correlação de suas áreas com a área real;
5. Custo por metro quadrado do ambiente.

A partir dessas informações relevantes coletadas, foi desenvolvida a proposta da ferramenta de apoio, que é apresentada em tabela em Excel (Figura 41) com cálculos pré-definidos, utilizando-se dos resultados encontrados no caso de estudo.

A proposta de uso da tabela permite ao usuário o preenchimento de poucos dados, sendo assim de fácil e rápida utilização e seu uso pode ser feito desde a primeira fase do projeto, tanto antes da concepção, como também avaliar possibilidades durante o estudo de um projeto. A tabela propõe auxiliar com parâmetros que indiquem se os limites com os custos estão sendo ou não ultrapassados em três diferentes aspectos: área útil, área real e custo total.

O uso principal da ferramenta permite calcular os custos totais estimados para o projeto conforme as alterações nas áreas dos ambientes são feitas. Assim podem ser feitos ajustes para que o projeto possa ser desenvolvido com melhor aproveitamento de recursos dentro do que se propõe espacialmente, subtraindo ou acrescentando áreas de forma a se manter no orçamento estipulado.

A ferramenta é dividida em Quadros, que são subdivididos em seções. Sendo esses quadros:

- Quadro de dados iniciais – Onde se apresentam o valor de investimento, do CUB de referência e as áreas;
- Quadro de cálculo – Contendo cálculo das áreas e custos por ambiente;
- Quadro de considerações parciais e finais – Cálculo de custo e área para comparativo.

Quadro de dados iniciais	
INVESTIMENTO	
CUB/M2 MÉS CORRENTE:	R\$ 2.159,83
ÁREA REAL POSSÍVEL (INVEST/Cub)	0,00
Ponderação por m2	0 R\$ 2.159,83
ÁREA REAL POSSÍVEL Ponderada:	0,00
ÁREA ÚTIL POSSÍVEL	80% 0,00

*Ref.: R1-N Março 2022

SEÇÃO A		SEÇÃO B				SEÇÃO C	SEÇÃO D			SEÇÃO E	
1		BASE DE DADOS			4	1	RESOLUÇÃO SUGERIDA		AJUSTES		
1		2	3			1	2	3	1	2	
ÁREA MÉDIA (m2)		CUSTO MÉDIO POR m²	% ÁREA REAL	% AU	QUANT.	ÁREA ÚTIL SUGERIDA (m2)	CUSTO POR ÁREA TOTAL DO AMBIENTE	ÁREA POR AMBIENTE (m2)	ÁREA ÚTIL ATRIBUÍDA (m2)	CUSTO POR AMBIENTE	
ENTRADA		2,63	R\$ 718,60	1,18%	0,31%	0	R\$ 0,00	0	0	R\$ 0,00	
SALA		35,94	R\$ 536,64	16,25%	20,23%	0	R\$ 0,00	0	0	R\$ 0,00	
GARAGEM		26,02	R\$ 384,15	11,82%	14,70%	0	R\$ 0,00	0	0	R\$ 0,00	
COZINHA		11,00	R\$ 969,31	4,98%	6,20%	0	R\$ 0,00	0	0	R\$ 0,00	
LAVANDARIA		4,09	R\$ 1.958,13	1,86%	2,31%	0	R\$ 0,00	0	0	R\$ 0,00	
CIRCULAÇÃO		6,28	R\$ 1.205,72	2,74%	3,79%	0	R\$ 0,00	0	0	R\$ 0,00	
INSTALAÇÕES SANITÁRIAS		4,00	R\$ 2.257,80	1,82%	2,26%	0	R\$ 0,00	0	0	R\$ 0,00	
QUARTO		13,88	R\$ 886,19	6,31%	7,85%	0	R\$ 0,00	0	0	R\$ 0,00	
CLOSET		4,45	R\$ 1.091,49	1,99%	2,47%	0	R\$ 0,00	0	0	R\$ 0,00	
VARANDA DESCOBERTA		18,71	R\$ 1.105,01	8,44%	10,51%	0	R\$ 0,00	0	0	R\$ 0,00	
VARANDA COBERTA		4,31	R\$ 1.660,63	2,04%	2,54%	0	R\$ 0,00	0	0	R\$ 0,00	
ÁREA GOURMET		14,28	R\$ 985,81	6,07%	7,59%	0	R\$ 0,00	0	0	R\$ 0,00	

Quadro de Conclusões Parciais	
SEÇÃO F	CONCLUSÃO
A - Área Útil Sugerida (m2)	0,00 ok
B - Custo estimado com os ambientes	R\$ 0,00
C - Representação de ambientes	34,73%
D - Área real estimada final	0,00 ok
E - Custo estimado da residência (A/B)	R\$ 0,00 ok
Quadro de Conclusões Finais	
SEÇÃO G	CONCLUSÃO
A - Área Útil Sugerida (m2)	0,00 ok
B - Custo estimado com os ambientes	R\$ 0,00
C - Representação de ambientes	34,73%
D - Área Real estimada	0,00 ok
E- Custo estimado da residência (A/B)	R\$ 0,00 ok

Figura 44- Ferramenta proposta - Visão Geral

3.5.1. QUADRO DE DADOS INICIAIS

O **quadro de dados iniciais** (Figura 45), tem a finalidade de ajustar o valor de investimento às primeiras estimativas de custo relacionadas às áreas de construção.

Quadro de dados iniciais		
INVESTIMENTO		
CUB/M2 MÊS CORRENTE:		R\$ 2.159,83
ÁREA REAL POSSÍVEL (INVEST/Cub)		0,00
Ponderação por m2	0	R\$ 2.159,83
ÁREA REAL POSSÍVEL Ponderada:		0,00
ÁREA ÚTIL Possível	80%	0,00
*Ref.: R1-N Março 2022		

Figura 45 - Quadro de dados iniciais

Investimento corresponde ao orçamento real do cliente – geralmente já apresentado no primeiro contato com o projetista. É nesse valor que a proposta se baseia. É necessário que se utilize um valor de investimento abaixo do orçamento real, salvaguardando-se assim com uma reserva de emergência, quando se há uma economia instável como a do Brasil atualmente. Sendo assim, e verificando a variação dos custos, aconselha-se uma proporção entre os 10% usuais e os 18% analisados já apontados para esse estudo.

CUB/m² mês corrente corresponde ao valor de referência CUB/m² para o mês a ser analisado em questão, padrão R1-N sem encargos sociais.

Na Tabela 35 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a comparação entre a simulação feita com a base de dados do SINAPI se assemelha com o padrão R1- N (Residencial unifamiliar padrão normal) de custo CUB/m² se o cálculo de metro quadrado for a área real, isso é, projeção de toda área útil do primeiro pavimento mais a área útil do segundo e o local da cobertura destinado à localização do reservatório de água.

Tabela 35 – Comparativo da variação CUB/m2 com custo simulado

CUB/m2	PROJETO	ÁREA REAL (m2)	SIMULAÇÃO	CUSTO/m2	VARIAÇÃO CUB
R1-N R\$ 2.159,84	B12	203,83	R\$ 435.129,20	R\$ 2.134,77	-1%
	G22	208,86	R\$ 451.319,57	R\$ 2.160,87	0%
	H12	230,94	R\$ 477.078,00	R\$ 2.065,81	-4%
	Q13	239,95	R\$ 468.703,43	R\$ 1.953,34	-10%

Essa informação é importante uma vez que os dados CUB são de fácil acesso, e a atualização é mensal. Trabalhar com a manipulação de apenas um dado resulta na diminuição da complexidade para o profissional envolvido, além de maior precisão para o produto almejado. Além disso, o cálculo da área real é simples de ser feita uma vez que não há necessidade de se ponderar ou se fazer subtrações de áreas.

Por este motivo foi arbitrado o uso do CUB/m² padrão R1-N e o cálculo pela área real, e assim sugerido para a utilização da ferramenta. O usuário poderá atualizar os valores para o período de utilização da ferramenta.

Área real possível é a área que se considera estar dentro do valor de investimento (custo), utilizando como referência o cálculo do CUB. Ela é calculada utilizando a fórmula:

$$\text{Área Real possível} = \frac{\text{Valor de Investimento}}{\text{CUB/m}^2}$$

Ponderação por m² é o valor arbitrado em que multiplicado pelo CUB de referência indicará o novo custo estipulado por m².

Nos casos estudados foi possível perceber uma tendência, mesmo que não um padrão, em que os custos por metro quadrado diminuem a medida que a metragem construída aumenta.

O índice utilizado para ponderar, considerando o único fator para isso o resultado do estudo, seria um valor entre 4% a 10% (valores encontrados no estudo de caso). Foi assim arbitrado o valor de **7% para ponderar** custos por metro quadrado de projetos **com áreas reais acima de 230m²**.

Área real possível ponderada é o cálculo do investimento dividido pelo custo/m² ponderado.

O arquivo em Excel foi programado para calcular automaticamente a área ponderada e assim o aumento da área real de construção. A então **área real possível** é um dado que auxiliará o arquiteto a manter-se nos limites estipulados de custos totais.

Se houver uma limitação de área entre os desejos do cliente ou por limitações legais (taxa de ocupação, índice de aproveitamento, etc.) o projetista poderá incluir a **Área real possível ponderada** apropriada ao seu estudo.

Área útil possível é uma estimativa sobre a área real que será área útil.

Utilizando os dados encontrados no estudo de caso sobre a correlação entre áreas de construção e área útil, representados na Tabela 36, foi utilizado a relação 0,80, isso é, **a área útil total do projeto corresponde a 80% da área real**. Sendo assim, foi possível calcular mais um parâmetro de limitante, ou de atenção, ao projeto.

Tabela 36 - Representação da área útil sobre áreas de construção

Projeto	Tipos de cálculo de áreas				Porcentagem da AU		
	ATC	ATEQ	A REAL	AU	ATC	ATEQ	Á. REAL
B12	190,7	177,47	203,83	163,36	86%	92%	80%
G22	193,68	172,66	208,86	170,41	88%	99%	82%
H12	215,91	205,48	230,94	184,95	86%	90%	80%
Q13	226,51	214,12	239,95	192,09	85%	90%	80%
Média:					86%	93%	80%

3.5.2. QUADRO DE CÁLCULO

O quadro de cálculo (Figura 46) está dividido em SEÇÕES e COLUNAS, cada uma com uma função e/ou informação.

SEÇÃO A	SEÇÃO B				SEÇÃO C	SEÇÃO D			SEÇÃO E	
1	BASE DE DADOS				6	RESOLUÇÃO SUGERIDA			AJUSTES	
2	3	4	5			7	8	9	10	11
AMBIENTES DESEJADOS	ÁREA MÉDIA (m ²)	CUSTO MÉDIO POR m ²	% ÁREA REAL	% AU	QUANT.	ÁREA ÚTIL SUGERIDA (m ²)	CUSTO POR ÁREA TOTAL DO AMBIENTE	ÁREA POR AMBIENTE (m ²)	ÁREA ÚTIL ATRIBUÍDA (m ²)	CUSTO POR AMBIENTE
ENTRADA	2,63	R\$ 718,60	1,18%	1,46%	1	4,66	R\$ 3.351,29	4,66	4,66	R\$ 3.351,29
SALA	35,94	R\$ 536,64	16,25%	20,23%	1	64,45	R\$ 34.584,18	64,45	64,45	R\$ 34.584,18
GARAGEM	26,02	R\$ 384,15	11,82%	14,70%	1	46,82	R\$ 17.987,06	46,82	46,82	R\$ 17.987,06
COZINHA	11,00	R\$ 969,31	4,98%	6,20%	1	19,75	R\$ 19.146,81	19,75	19,75	R\$ 19.146,81
LAVANDARIA	4,09	R\$ 1.958,13	1,86%	2,31%	1	7,37	R\$ 14.432,28	7,37	7,37	R\$ 14.432,28
CIRCULAÇÃO	6,28	R\$ 1.205,72	2,74%	3,79%	2	24,18	R\$ 29.148,82	12,09	24,18	R\$ 29.148,82
INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	4,00	R\$ 2.257,80	1,82%	2,26%	3	21,60	R\$ 48.759,11	7,20	21,60	R\$ 48.759,11
QUARTO	13,88	R\$ 886,19	6,31%	7,85%	3	75,05	R\$ 66.504,22	25,02	75,05	R\$ 66.504,22
CLOSET	4,45	R\$ 1.091,49	1,99%	2,47%	1	7,87	R\$ 8.587,96	7,87	7,87	R\$ 8.587,96
VARANDA DESCOBERTA	18,71	R\$ 1.105,01	8,44%	10,51%	1	33,49	R\$ 37.004,49	33,49	33,49	R\$ 37.004,49
VARANDA COBERTA	4,31	R\$ 1.660,63	2,04%	2,54%	1	8,10	R\$ 13.442,82	8,10	8,10	R\$ 13.442,82
ÁREA GOURMET	14,28	R\$ 985,81	6,07%	7,59%	1	24,18	R\$ 23.838,97	24,18	24,18	R\$ 23.838,97
						337,54	R\$ 346.709,09		337,54	R\$ 346.709,09

Figura 46 - Quadro de cálculo

A **SEÇÃO A** - Coluna 1 - Dispõe da lista de ambientes da residência.

A **SEÇÃO B** - BASE DE DADOS - dispõe a base de dados utilizados para os demais cálculos. Sendo eles:

Coluna 1 - ÁREA MÉDIA (m²) – **área útil média** por ambiente retirada do caso de estudo;

Coluna 2 - CUSTO MÉDIO POR m² – cálculo de **custo médio** por área útil de ambiente retirado do caso de estudo;

Coluna 3 - % ÁREA REAL – **percentagem média** representativa da área útil dos ambientes de mesma função sobre a **área real** retirada do caso de estudo;

Coluna 4 - % AU – **percentagem da média** representativa da área útil dos ambientes de mesma função sobre a **área útil** total retirada do caso de estudo. O dado não entra nos cálculos, sendo apenas comparativo;

Na **SEÇÃO C** - Coluna 6 - são inseridos as quantidades de ambientes desejados.

Na **SEÇÃO D** - Resolução sugerida - são dadas as resoluções automáticas geradas:

Coluna 7 - ÁREA ÚTIL SUGERIDA (m²) – **área útil** indicada a ser reservada para os ambientes de mesmo uso, considerando a proporção dos ambientes em uma residência, conforme observado no caso de estudo. É **calculada automaticamente** pela fórmula:

$$\text{Coluna 5} * \text{Área útil possível} * \text{Coluna 6}$$

Coluna 8 - CUSTO POR ÁREA TOTAL DO AMBIENTE (m²) – É o valor calculado com o custo total do ambiente. É calculado automaticamente pela fórmula:

$$\text{Coluna 3} * \text{Coluna 7}$$

Coluna 9 – ÁREA POR AMBIENTE – É calculado automaticamente pela fórmula:

$$\text{Coluna 7} / \text{Coluna 6}$$

A **Seção E** – AJUSTES - Mostra um espelho dos resultados encontrados na área útil sugerida. É aqui que devem ser feitas as ponderações de maneira manual. Caso o projeto já esteja em uma etapa avançada

da concepção, em que as áreas já estejam parcialmente distribuídas, poderá ser utilizado como ferramenta para testar ajustes em relação aos custos estimados do projeto.

Se um ambiente tiver área sugerida acima do necessário, pode ser feito ajuste manual para se adequar ao tamanho e logo o custo se altera. Exemplo: Garagens para os carros (padrão em projetos do tipo) possuem áreas entre 25 e 30m². Se o valor estiver, digamos, 35m², é suposto se fazer o ajuste manual. O mesmo ocorre em áreas menores. Para o arquiteto com menos experiência pode se valer das informações de área média (coluna 2) para projetos similares.

Após a inserção de dados e os devidos ajustes, o arquiteto deverá observar aos Quadros de conclusão.

3.5.3. QUADROS DE CONCLUSÕES

Nos quadros (Figura 47) aparecem as seguintes informações:

A – **Área útil estimada** – Soma de todas as áreas úteis calculadas na coluna 7, para a Seção F ou a soma das áreas da coluna 10, para a seção G ;

B – **Custo estimado com os ambientes** – Soma do custo de todos os ambientes calculados na coluna 8, para a Seção F ou a soma das áreas da coluna 11, para a seção G ;

C – **Representação de ambientes** – É a percentagem estipulada do custo que a área útil representa sobre o custo da área real da construção, apresentada na

Por fim a análise se estende a compreender a relação entre a área útil e a área de construção como um todo a fim de entender a relação que a área de ambientes (AU) tem em comparação com a casa como um todo. O resultado apresentado na Tabela 27 demonstra uma menor variação no cálculo de AU por área real de construção.

Tabela 27, estipulada em 34,73%;

D – **Área real estimada final** – Calcula automaticamente a área estimada de acordo com a área útil sugerida encontrada em A – Área útil Sugerida. Utiliza a representação de 80% da área Útil sobre a área real;

E – **Custo estimado da residência** – Apresenta os valores finais com a seguinte fórmula:

Quadro de Conclusões Parciais		
SEÇÃO F		CONCLUSÃO
A - Área Útil Sugerida (m2)	0,00	ok
B - Custo estimado com os ambientes	R\$ 0,00	
C - Representação de ambientes	34,73%	
D - Área real estimada final	0,00	ok
E - Custo estimado da residência (A/B)	R\$ 0,00	ok
Quadro de Conclusões Finais		
SEÇÃO G		CONCLUSÃO
A - Área Útil Sugerida (m2)	0,00	ok
B - Custo estimado com os ambientes	R\$ 0,00	
C - Representação de ambientes	34,73%	
D - Área Real estimada	0,00	ok
E- Custo estimado da residência (A/B)	R\$ 0,00	ok

Figura 47 - Quadros de conclusões

$$\text{Custo estimado} = \frac{\text{Custos estimados com os ambientes}}{\text{Representação de ambientes}}$$

O QUADRO DE CONCLUSÕES PARCIAIS (Seção F) indica se as condições calculadas atendem as expectativas orçamentárias e nas áreas do quadro de dados iniciais.

O quadro acusa se a área útil, área real e custos estimados (linhas A, D e E) estão no limite, abaixo ou acima da área útil, área real e custos indicados no **quadro de dados iniciais**. Caso esses dados sejam menores ou iguais aos manejados do quadro inicial, a coluna conclusão indicará a expressão 'OK'. Em caso contrário, a coluna conclusão indicará 'REDUZIR'. Este último caso indica que as demandas do cliente **não** estão de acordo com o orçamento disponível. Os resultados podem não ser iguais para os 3 dados simultâneos. Vale uma reflexão do profissional ao ponderar se o projeto atende ou não as demandas dentro da margem de variação do orçamento.

Se for necessário ajustar o projeto para cumprir as expectativas, poderá ser feito um ajuste na quantidade de ambientes ou nas áreas. A alteração no número de ambientes poderá ser feita diretamente na seção C – Coluna 6 e o resultado aparecerá na Seção F. Caso necessários alterações de áreas, essas poderão ser feitas na seção E - Coluna 10, e os resultados serão mostrados na Seção G.

O QUADRO DE CONCLUSÕES Finais (Seção G) indica se as condições calculadas após utilizar a Seção E - AJUSTES.

3.5.2. UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA

A ferramenta pode ser utilizada em um estudo pré projeto, para compor áreas e poder discutir possibilidades com o cliente. Também poderá ser utilizada quando, durante a elaboração de projeto, onde as áreas já estejam estipuladas, as alterações possam ser estudadas dentro do cenário financeiro.

Na primeira hipótese as etapas de uso da ferramenta são as seguintes:

Primeira Etapa

Incluir o orçamento do cliente e o CUB referência no quadro de dados iniciais. Automaticamente a área real possível será calculada. Se a área real possível for maior que 230m², a área ponderada se mantém a mesma (Figura 48) que a área possível. Caso ultrapasse 230m² será multiplicado por 0,70 (Figura 49).

Quadro de dados iniciais		
INVESTIMENTO		R\$ 300.000,00
CUB/M2 MÊS CORRENTE:		R\$ 2.159,83
ÁREA REAL POSSÍVEL (INVEST/Cub)		138,90
Ponderação por m2	0	R\$ 2.159,83
ÁREA REAL POSSÍVEL Ponderada:		138,90
ÁREA ÚTIL Possível	80%	111,12

Figura 48 - Área real sem ponderação

Quadro de dados iniciais		
INVESTIMENTO		R\$ 500.000,00
CUB/M2 MÊS CORRENTE:		R\$ 2.159,83
ÁREA REAL POSSÍVEL (INVEST/Cub)		231,50
Ponderação por m2	0,07	R\$ 2.008,64
ÁREA REAL POSSÍVEL Ponderada:		248,92
ÁREA ÚTIL Possível	80%	199,14

Figura 49 - Área real com ponderação

Segunda Etapa

Preencher a lista de ambientes na Seção C, coluna 1, conforme o desejo do cliente.

Terceira Etapa

O quadro de conclusões parciais deverá ser consultado e analisado subjetivamente. As conclusões indicativas em A - área útil sugerida, D - área real estimada e E - Custo estimado podem indicar a necessidade de redução para uma ou mais opções. A aproximação desses valores aos valores limites prepostos pelo orçamento devem guiar o projetista a reflexão de possíveis alterações tipológicas ou espaciais.

Quarta etapa

Na coluna 3 da seção D poderá ser observado a estimativa de área para cada ambiente. Assim, na coluna 1 da Seção E podem ser feitos os ajustes necessários, no caso, aumentando as áreas conforme necessidade. Como parâmetro de comparação poderá ser utilizada as áreas médias da coluna 1 da seção B.

Quinta etapa

Por último é necessário consultar o quadro de conclusões finais. Cabe ao arquiteto ponderar se há ainda a necessidade de se fazer alterações ou não.

4

CONCLUSÃO

4.1. CONCLUSÕES GERAIS

Por meio do estudo teórico sobre os principais pontos pertinentes à pesquisa foi possível atingir os objetivos necessário para a construção do estudo de caso:

- Foram identificadas as metodologias de cálculo de construção, assim como sua aplicação e relevância de uso de cada base de dados;
- Foram identificados os processos decisórios durante o processo de projeto, compreendendo assim a complexidade do processo de concepção e a importância da otimização do tempo e de conhecimentos prévios – a experiência;
- Foram identificados os elementos de construção geral e sistemas pertinentes ao estudo.

A partir do caso de estudo foi possível atingir outros objetivos específicos da pesquisa:

- Foram identificados os custos por sistemas construtivos para os casos estudados, assim como a relação percentual de custos de cada sistema;
- Foi identificado o método de cálculo de área e a base de dados que permite o cálculo mais próximo dos custos reais;
- Foram identificados os custos por ambientes, assim como a relação entre áreas úteis e totais da construção;

Foi possível atingir o objetivo geral do trabalho a partir do desenvolvimento da ferramenta de suporte, que condensa as principais informações do caso de estudo e propõe o uso aplicado em novos projetos, nas primeiras etapas de desenvolvimento, onde alterações possam ser feitas para o melhor aproveitamento espacial e maior controle econômico.

4.2. CONSTRANGIMENTOS DO PROCESSO

O grande desafio de se estudar custos de construção na realidade atual é a flutuação de preços e uma economia incerta. Apesar da análise feita neste estudo se basear em proporcionalidade de custos e áreas, existe uma dificuldade em compreender o peso real de cada elementos e/ou sistema construtivo em um projeto, dado a incerteza da variação do custo de seus insumos em um curto período de tempo.

Houve uma grande preocupação em refletir de maneira mais similar possível a realidade da construção, porém uma dificuldade encontrada foi a limitação das composições para a análise de custo. Nem sempre

as composições refletiam a realidade encontrada no canteiro de obras e a tentativa de adequá-las necessitaria de um trabalho de campo extenso, que não pôde ser realizado para a condução do estudo.

A grande variação em alguns dos resultados analisados no caso de estudo demonstrou uma necessidade de se averiguar mais dados para um resultado mais eficaz. Como exemplo, as áreas de closet, varanda coberta e área gourmet não se repetiam em todos os projetos, diminuindo assim a exatidão das informações sobre estas áreas.

É de importância salientar que a análise desse estudo privilegiou um sistema construtivo usual, mas novos sistemas estão sendo utilizados e podem indicar outros resultados. Dentro do processo da construção, a quantificação e orçamentação tem grandes variações que dependem das escolhas de métodos construtivos e especificações técnicas. Esses fatores podem alterar significativamente os dados de custo final da construção. Além disso, os casos aqui estudados estão inseridos em um recorte geográfico, cultural e econômico que podem não refletir o todo.

4.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Tendo o entendimento que a experiência é um fator de suma importância para o projetista, e aqui também incluindo experiência teórica, o conhecimento sobre o custo daquilo que se projeta é extremamente necessário. Quando auxiliado por dados reais, o projetista pode consolidar suas ideias em tempo mais hábil nas etapas iniciais do projeto, diminuindo assim o tempo de elaboração e por consequência diminuição de recursos financeiros.

O mapeamento de custos da construção pode ser amplamente desenvolvido, incluindo-se não somente os custos básicos da construção, do ambiente e relação dos sistemas construtivos, mas também em relação a detalhes estéticos e soluções arquitetônicas. Nesses casos, além de auxiliar nas decisões espaciais, estudos neste campo podem auxiliar nas decisões estéticas.

Sendo assim, a proposta de análise de custos pode ser largamente explorada. Não somente objetivando os custos controlados, mas também para se obter soluções de projeto que prevejam a distribuição de custos para obter melhor resultado arquitetônico possível.

Por esses pontos, os desenvolvimentos futuros sugeridos na continuidade desse estudo são:

- Aumentar o banco de dados conforme metodologia desenvolvida neste estudo;
- Aplicar a ferramenta de estudo em projetos e em diferentes fases de desenvolvimento, explorando de seu uso;
- Expandir os estudos que relacionam custos e arquitetura para o aspecto estético;
- Expandir os estudos de custos de ambientes por padrões de acabamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 1992. *NBR 12722: Discriminação de serviços para construção de edifícios*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 1994. *NBR 6492: Representação de projetos de arquitetura*.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 1998. *NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento*.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 2003. *NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 2005. *NBR 12721: Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios*.
- Associação Brasileira dos Escritórios de arquitetura (AsBEA). 2013. *Guia para Arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575*.
- Bastos, Paulo Sérgio. 2019. *Fundamentos Do Concreto*. UNESP - Universidade Estadual Paulista, Bauru.
- Bertezini, Ana Luisa. 2006. *Métodos de avaliação do processo de projeto de arquitetura na construção de edifícios sob a ótica da gestão da qualidade*. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Borges, José Leitão. 2006. *Fundações de Edifícios*. Sebenta de Curso, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Caixa Econômica Federal. 2014. *SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - Manual de Metodologias e Conceitos*.
- Carvalho, Bárbara Rangel. 2013. *Proposta metodológica para o desenvolvimento do projeto integrado de habitação evolutiva em Portugal*. Dissertação de Doutorado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Ching, Francis D. K. 2010. *Técnicas de construção ilustradas*. Bookman, Porto Alegre.
- Costa, Jorge Moreira da. 1995. *Métodos de Avaliação da Qualidade de Projectos de Edifícios de Habitação*. Dissertação de Doutorado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Creder, Hélio. 1976. *Instalações Hidráulicas e Sanitárias*. Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro.
- Dias, Paulo Roberto Vilela. 2011. *Engenharia de Custos: metodologia de orçamentação para obras civis*. Sindicato dos Editores de Livros, Rio de Janeiro.
- Empresa de Pesquisa Energética. 2014. *Nota Técnica DEA 19/4: Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos*. Rio de Janeiro.
- Flores, Fernando Miguel Santos. 2015. *A influência das tecnologias digitais, no processo de pensar/desenhar Arquitetura*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa.
- Gomes, João Eduardo Veloso. 2015. *Avaliação do Desempenho de Edifícios Segundo a Norma NBR 15575: Adaptação ao Caso de Edifício Reabilitado*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- IDC InfoBrief. 2020. *Digital Transformation: The Future of Connected Construction*.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2017. *Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e índices da Construção Civil: Métodos de Cálculo*. IBGE, Rio de Janeiro.

Júnior, Roberto de Carvalho. 2019. *Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura*. Blucher, São Paulo.

Kowaltowski, Doris Catharine Cornélie Knatz, Maria Gabriela Caffarena Celani, Daniel de Carvalho Moreira, Silvia Aparecida Mikani G. Pina, Regina Coeli Ruschel, Vanessa Gomes da Silva, Lucila Chebel Labaki, e João Roberto Diego Petreche. 2006. *Reflexão Sobre Metodologias de Projeto Arquitetônico*. Ambiente Construído, abr./jun. 2006, pág. 7–19, Porto Alegre.

Leonhardt, Fritz, e Eduard Mönnig. 1979. *Construções de Concreto*. Editora Interciência, Rio de Janeiro.

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

Melhado, Silvio Burrattino. 1994. *Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção*. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Milito, José Antonio De. 2011. *Técnicas de construção civil e construção de edifícios*. Sebenta de Curso, Faculdade de Ciências Tecnológicas da PUC Campinas.

Pedro, João Branco. 1999. *Programa Habitacional Edifício*. LNEC, Lisboa.

Regalla, Diana de Almeida Pinto. 2018. *Sistematização do processo decisório em projetos de arquitetura, engenharia e construção baseado na TRIZ*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Ruschel, Regina Coeli, Cesar Augusto Vieira Valente, Eduardo Cacere, e Sergio Ricardo Souza Leal de Queiroz. 2013. *O papel das ferramentas BIM de integração e compartilhamento no processo de projeto na indústria da construção civil*. REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 27 de dezembro de 2013, pág. 36-54.

Sabbatini, Fernando Henrique. 1978. *Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos - Formulação e aplicação de uma metodologia*. Tese de doutoramento, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Sato, Luana. 2011. *A Evolução das Técnicas Construtivas em São Paulo: Residências Unifamiliares de Alto Padrão*. Dissertação de mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais (SINDUSCON-MG). 2007. *Custo Unitário Básico (CUB/m²): principais aspectos*. SINDUSCON-MG, Belo Horizonte.

PÁGINAS WEB

Castro, Fabrício de. 2022. *Em 5 anos, construir casa no Brasil ficou quase 50% mais caro*. UOL Economia. <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2022/01/30/em-5-anos-construir-casa-no-brasil-ficou-quase-50-mais-caro.htm>. Acesso 4 de fevereiro de 2022.

Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU). 2015. *O maior diagnóstico sobre arquitetura e urbanismo já feito no Brasil*. <https://www.caubr.gov.br/pesquisa2015>. Acesso 10 de março de 2021.

Extra. 2021. *Urbanização impulsiona setor Imobiliário de Maricá*. <https://extra.globo.com/economia-e-financas/suas-contas/castelar/urbanizacao-impulsiona-setor-imobiliario-de-marica-25070211.html>. Acesso 10 março 2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - <https://www.ibge.gov.br>. Acesso 5 março 2021.

Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento (SNIS). *Diagnóstico Anual De Água E Esgoto 2021 (ano de referência 2020)*. <http://www.snis.gov.br/diagnosticos/agua-e-esgotos> . Acesso 20 abril 2022.

ANEXO 1 - ORÇAMENTO SINTÉTICO COM QUANTITATIVOS

					Projeto									
					B12		G22		H12		Q13			
					435.129,20		451.319,57		477.078,00		468.703,43			
Item	Código	Descrição	Und	Valor Unit	Quant.	Total	Quant.	Total	Quant.	Total	Quant.	Total	Quant.	Total
1		ESTRUTURA				157.338,29		158.701,75		166.793,51		169.001,58		
1.1		VIGA BALDRAME				18.443,78		16.875,58		19.427,62		17.171,25		
1.1.1	96527	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA	m³	128,74	5,4	695,19	5,24	674,59	5,54	713,21	5,35	688,75		
1.1.2	96533	FÓRMAS FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM 2	m²	121,31	72,81	8.832,58	62,2	7.545,48	78,84	9.564,08	63,08	7.652,23		
1.1.3	96546	ARMAÇÃO AÇO CA-50 10MM (80KG/M3)	KG	16,35	375,68	6.142,36	364,8	5.964,48	385,68	6.305,86	372,24	6.086,12		
1.1.4	96555	CONCRETAGEM 30MPA	m³	590,14	4,7	2.773,65	4,56	2.691,03	4,82	2.844,47	4,65	2.744,15		
1.2		PILARES				21.444,58		21.887,64		21.619,63		22.437,60		
1.2.1	92411	FÓRMAS FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM 2	m²	212,49	64,91	13.792,72	66,26	14.079,58	65,45	13.907,47	67,93	14.434,44		
1.2.2	92778	ARMAÇÃO AÇO CA-50 10MM (80KG/M3)	KG	16,25	349,6	5.681,00	356,72	5.796,70	352,48	5.727,80	365,68	5.942,30		
1.2.3	92720	CONCRETAGEM FCK=25MPA USO DE BOMBA	m³	449,97	4,38	1.970,86	4,47	2.011,36	4,41	1.984,36	4,58	2.060,86		
1.3		VIGAS				57.151,33		56.487,31		58.360,31		59.758,45		
1.3.1	92447	FORMAS FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM 2	m²	213,90	199,1	42.587,49	194,05	41.507,29	202,32	43.276,24	203,07	43.436,67		
1.3.2	92778	ARMAÇÃO AÇO CA-50 10MM (80KG/M3)	KG	16,25	671,84	10.917,40	691,04	11.229,40	695,84	11.307,40	753,04	12.236,90		
1.3.3	92724	CONCRETAGEM FCK=20MPA USO DE BOMBA (VOLUME RETIRADO DE MODELAGEM PARA VIGAS DE 12X40 - DIMENSÕES MÍNIMAS PARA ATENDER NBR 6118/2014	m³	434,10	8,4	3.646,44	8,64	3.750,62	8,7	3.776,67	9,41	4.084,88		
1.4		LAJES				55.929,47		57.744,60		62.660,16		64.551,82		
1.4.1	101963	LAJE PRÉ MOLDADA, ENCHIMENTO EM CERÂMICA 12CM	m²	196,23	285,02	55.929,47	294,27	57.744,60	319,32	62.660,16	328,96	64.551,82		
1.5		ESCADA				4.369,13		5.706,62		4.725,79		5.082,46		
1.5.1	102075	ESCADA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO	m³	4.458,30	0,98	4.369,13	1,28	5.706,62	1,06	4.725,79	1,14	5.082,46		
2		ALVENARIA				37.653,63		39.764,43		45.981,35		43.626,54		
2.1		ALVENARIA DE VEDAÇÃO				34.267,56		36.129,08		41.973,02		40.305,03		
2.1.1	87495	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA	m²	99,76	343,5	34.267,56	362,16	36.129,08	420,74	41.973,02	404,02	40.305,03		
2.2		VERGAS				3.386,07		3.635,35		4.008,33		3.321,51		
2.2.1	93186	VERGA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO	M	96,64	10,2	985,72	13,6	1.314,30	10,2	985,72	12,2	1.179,00		
2.2.2	93196	CONTRAVERGA PARA VÃOS DE ATÉ 1,5 M DE COMPRIMENTO	M	94,10	10,2	959,82	13,6	1.279,76	10,2	959,82	12,2	1.148,02		
2.2.3	93188	VERGA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO	M	89,18	6,15	548,45	7,3	651,01	5	445,90	6,15	548,45		
2.2.4	93189	VERGA PARA PORTAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO	M	111,51	8	892,08	3,5	390,28	14,5	1.616,89	4	446,04		
3		INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS				11.126,82		9.555,04		12.190,26		10.944,65		
3.1		ÁGUA FRIA E QUENTE				7.585,31		6.421,55		7.697,22		6.421,55		
3.1.1	89957	PONTO DE CONSUMO TERMINAL DE ÁGUA FRIA (SUBRAMAL)	UN	145,47	19	2.763,93	11	1.600,17	18	2.618,46	11	1.600,17		
3.1.2	89959	PONTO DE CONSUMO TERMINAL DE ÁGUA QUENTE	UN	257,38	7	1.801,66	7	1.801,66	8	2.059,04	7	1.801,66		
3.1.3	88503	ED. CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1500 LITROS, COM	UN	1.509,86	2	3.019,72	2	3.019,72	2	3.019,72	2	3.019,72		
3.2		ESGOTO				3.541,51		3.133,49		4.493,04		4.523,10		
3.2.1	91795	SERVIÇO DE INST. TUBO PVC, SÉRIE N, ESGOTO PREDIAL,	M	75,58	12,9	974,98	11,8	891,84	12,55	948,52	12,66	956,84		
3.2.2	91793	INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO	M	93,83	6,5	609,89	6,6	619,27	14,7	1.379,30	14,78	1.386,80		
3.2.3	91792	INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO	M	61,90	23,8	1.473,22	18,4	1.138,96	19,36	1.198,38	19,59	1.212,62		
3.2.4	98110	CAIXA DE GORDURA PEQUENA (CAPACIDADE: 19 L)	UN	483,42	1	483,42	1	483,42	2	966,84	2	966,84		
4		INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E ESPECIAIS				9.314,99		8.228,06		9.208,64		9.062,10		
4.1		ELÉTRICA				9.139,25		8.052,32		9.032,90		8.886,36		
4.1.1	93128	PONTO DE ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL INCLUINDO	UN	146,54	14	2.051,56	13	1.905,02	16	2.344,64	15	2.198,10		
4.1.2	93145	PONTO DE ILUMINAÇÃO E TOMADA, RESIDENCIAL, INCLUINDO INTERRUPTOR SIMPLES E TOMADA 10A/250V	UN	219,34	3	658,02	3	658,02	3	658,02	3	658,02		
4.1.3	93141	PONTO DE TOMADA RESIDENCIAL INCLUINDO TOMADA	UN	180,32	32	5.770,24	27	4.868,64	30	5.409,60	30	5.409,60		
4.1.4	97592	LUMINÁRIA TIPO PLAFON, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA	UN	38,79	17	659,43	16	620,64	16	620,64	16	620,64		
4.2		PONTOS ESPECIAIS TELCON INT				175,74		175,74		175,74		175,74		
4.2.1	91985	INTERRUPTOR PULSADOR CAMPAINHA (1 MÓDULO)	UN	23,44	1	23,44	1	23,44	1	23,44	1	23,44		
4.2.2	91987	CAMPAINHA CIGARRA (1 MÓDULO), 10A/250V	UN	40,74	1	40,74	1	40,74	1	40,74	1	40,74		
4.2.3	98308	TOMADA PARA TELEFONE RJ11	UN	27,89	4	111,56	4	111,56	4	111,56	4	111,56		
5		REVESTIMENTOS				83.324,04		85.575,94		100.182,87		95.093,23		
5.1		PAREDES EXTERNAS				30.591,22		32.134,79		14.026,67		20.982,53		
5.1.1	87904	CHAPISCO PARA FACHADA COM VÃOS TRAÇO 1:3	m²	9,30	323,07	3.004,55	340,82	3.169,62	400,64	3.725,95	362,93	3.375,24		
5.1.2	87777	EMBOÇO PARA FACHADA COM VÃOS TRAÇO 1:2:8	m²	60,28	324,6	19.566,88	340,82	20.544,62	111,03	6.692,88	201,53	12.148,22		
5.1.3	96130	MASSA ACRÍLICA 1 DEMÃO	m²	21,74	324,6	7.056,80	340,82	7.409,42	111,03	2.413,79	201,53	4.381,26		
5.1.4	88485	FUNDO SELADOR ACRÍLICO 1 DEMÃO	m²	2,97	324,24	962,99	340,45	1.011,13	402,04	1.194,05	362,9	1.077,81		
5.2		PAREDES INTERNAS				29.722,74		30.309,30		59.124,28		50.052,28		
5.2.1	87878	CHAPISCO PARA AMBIENTES INTERNOS TRAÇO 1:3	m²	4,43	323,07	1.431,20	340,82	1.509,83	400,64	1.774,83	362,93	1.607,77		
5.2.2	87827	EMBOÇO PARA AMBIENTES INTERNOS TRAÇO 1:2:8	m²	74,66	269,81	20.144,01	265,78	19.843,13	567,86	42.396,42	474,31	35.411,98		
5.2.3	87528	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA TRAÇO 1:2:8	m²	42,90	80,36	3.447,44	100,85	4.326,46	117,97	5.060,91	111,19	4.770,05		
5.2.4	88497	MASSA LÁTEX EM PAREDES 2 DEMÃOS	m²	17,42	269,81	4.700,09	265,78	4.629,88	567,86	9.892,12	474,31	8.262,48		
5.3		PISO				8.040,95		8.536,95		9.275,62		9.211,64		
5.3.1	87642	CONTRAPISO APLICADO EM ÁREAS SECAS SOBRE LAJE 4CM	m²	46,41	169,04	7.845,14	179,65	8.337,55	194,55	9.029,06	196,01	9.096,82		
5.3.2	87747	CONTRAPISO APLICADO EM ÁREAS MOLHADAS SOBRE LAJE 3CM. I TRAÇO 1:4 PREP. MANUAL	m²	51,26	3,82	195,81	3,89	199,40	4,81	246,56	2,24	114,82		
5.4		TETO				14.969,13		14.594,90		17.756,30		14.846,78		
5.4.1	96110	FORRO EM DRYWALL, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS	m²	72,42	145,6	10.544,35	141,96	10.280,74	172,71	12.507,65	144,41	10.458,17		
5.4.2	88496	MASSA LÁTEX EM TETO 2 DEMÃOS	m²	30,39	145,6	4.424,78	141,96	4.314,16	172,71	5.248,65	144,41	4.388,61		
6		COBERTURA				13.360,95		13.794,59		14.025,02		14.438,52		
6.1		ESTRUTURA TELHADO				7.113,92		7.191,87		7.246,59		7.398,87		
6.1.1	92562	TESOURA INTEIRA EM MADEIRA VÃO DE 10 M, PARA TELHA	UN	2.719,43	2	5.438,86	2	5.438,86	2	5.438,86	2	5.438,86		
6.1.2	92543	TRAMA DE MADEIRA PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS	m²	25,81	64,9	1.675,06	67,92	1.753,01	70,04	1.807,73	75,94	1.960,01		
6.2		TELHAS E CALHAS				6.247,03		6.602,72		6.778,43		7.039,65		
6.2.1	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 MM,	m²	72,40	64,9	4.698,76	67,92	4.917,40	70,04	5.070,89	75,94	5.498,05		
6.2.2	94227	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO	M	74,08	20,9	1.548,27	22,75	1.685,32	23,05	1.707,54	20,81	1.541,60		
7		ESQUADRIAS				52.147,20		58.818,99		55.156,60		51.965,97		
7.1		PORTAS DE ABRIR				9.733,40		11.829,21		8.179,91		9.733,40		
7.1.1	100680	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA VERNIZ 70X210CM	UN	1.101,17	6	6.607,02	7	7.708,19	6	6.607,02	6	6.607,02		
7.1.2	100683	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA VERNIZ 80X210CM	UN	1.184,81	1	1.184,81	3	3.554,43	1	1.184,81	1	1.184,81		
7.1.3	90846	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, 90X210CM	UN	1.464,24	1	1.464,24	0	0,00	0	0,00	1	1.464,24		
7.1.4	102214	PINTURA VERNIZ (INCOLOR) ALQUÍDICO EM MADEIRA, USO	m²	18,48	25,83	477,33	30,66	566,59	21	388,08	25,83	477,33		
7.2		PORTAS DE VIDRO/ VIDRO FIXO				16.567,64		8.326,33		22.224,53		15.866,01		
7.2.1	100702	PORTA DE CORRER DE ALUMÍNIO, COM DUAS FOLHAS PARA	m²	450,34	19,2	8.646,52	8,4	3.782,85	34,8	15.671,83	18	8.106,12		
7.2.2	102180	VIDRO TEMPERADO, E = 8 MM, ENCAIXADO EM PERFIL U	m²	413,42	19,16	7.921,12	10,99	4.543,48	15,85	6.552,70	18,77	7.759,89		
7.3		JANELAS				4.035,06		5.380,08		4.035,06		5.067,97		
7.3.1	94570	JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER COM 2 FOLHAS	m²	371,56	2,52	936,33	3,36	1.248,44	2,52	936,33	2,52	936,33		

7.3.2	94573	JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER COM 4 FOLHAS	m²	430,38	7,2	3.098,73	9,6	4.131,64	7,2	3.098,73	9,6	4.131,64
7.4	GUARDA-CORPO					21.811,10		33.283,37		20.717,10		21.298,59
7.4.1	99841	GUARDA-CORPO DE ALUMÍNIO E VIDRO LAMINADO 8 MM	M	985,59	22,13	21.811,10	33,77	33.283,37	21,02	20.717,10	21,61	21.298,59
8	ACABAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÃO					70.863,28		76.880,77		73.539,75		74.570,84
8.1	MÁRMORES E GRANITOS					17.113,48		20.599,80		17.169,42		17.948,29
8.1.1	98671	PISO EM GRANITO APLICADO EM AMBIENTES INTERNOS	m²	431,39	17,18	7.411,28	21,16	9.128,21	18,97	8.183,46	17,34	7.480,30
8.1.2	101965	PEITORIL LINEAR EM GRANITO OU MÁRMORE, L = 15CM	M	102,84	39,68	4.080,69	63,76	6.557,07	34,27	3.524,32	45,52	4.681,27
8.1.3	98689	SOLEIRA EM GRANITO, LARGURA 15 CM, ESPESSURA 2,0 CM	M	110,87	9,95	1.103,15	4,4	487,82	0,8	88,69	5,95	659,67
8.1.4	86895	BANCADA DE GRANITO CINZA POLIDO, DE 0,50 X 0,60 M,	UN	373,15	3	1.119,45	3	1.119,45	3	1.119,45	3	1.119,45
8.1.5	86889	BANCADA DE GRANITO CINZA POLIDO, DE 1,50 X 0,60 M,	UN	784,12	1	784,12	1	784,12	2	1.568,24	2	1.568,24
8.1.6	101979	CHAPIM (RUFO CAPA) EM AÇO GALVANIZADO	M	49,28	53,06	2.614,79	51,2	2.523,13	54,49	2.685,26	49,5	2.439,36
8.2	PAREDE - REVESTIMENTO					19.962,39		20.230,44		18.791,85		18.892,55
8.2.1	95305	TEXTURA ACRÍLICA	m²	13,14	324,24	4.260,51	340,45	4.473,51	402,04	5.282,80	362,9	4.768,50
8.2.2	88487	PINTURA	m²	12,44	233,23	2.901,38	252,07	3.135,75	275,89	3.432,07	303,32	3.773,30
8.2.3	87272	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS	m²	85,82	115,59	9.919,93	114,49	9.825,53	117,42	10.076,98	120,61	10.350,75
8.2.4	87261	REVESTIMENTO CERÂMICO TIPO PORCELANATO	m²	173,32	16,62	2.880,57	16,13	2.795,65	0	0,00	0	0,00
8.3	PISO - REVESTIMENTO					18.630,20		19.824,20		21.456,08		20.636,15
8.3.1	98556	IMPERMEABILIZAÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA / MEMBRANA ACRÍLICA REFORCADA COM VÉU DE POLIÉSTER	m²	49,38	18,16	896,74	3,82	188,63	15,51	765,88	13,81	681,93
8.3.2	98555	IMPERMEABILIZAÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA /	m²	26,34	49,54	1.304,88	68,1	1.793,75	62,51	1.646,51	45,51	1.198,73
8.3.3	87257	REVESTIMENTO CERÂMICO APLICADA EM AMBIENTES DE	m²	89,94	119,5	10.747,83	111,55	10.032,80	132,04	11.875,67	150,51	13.536,86
8.3.4	87255	REVESTIMENTO CERÂMICO APLICADA EM AMBIENTES DE	m²	114,67	49,54	5.680,75	68,1	7.809,02	62,51	7.168,02	45,51	5.218,63
8.4	TETO - REVESTIMENTO					2.901,80		3.800,84		2.853,16		2.878,08
8.4.1	88484	FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM TETO	m²	3,41	145,6	496,49	190,71	650,32	0	0,00	144,41	492,43
8.4.2	88488	PINTURA EM TETO	m²	16,52	145,6	2.405,31	190,71	3.150,52	172,71	2.853,16	144,41	2.385,65
8.5	RODAPÉ - REVESTIMENTO					4.433,34		4.746,80		5.127,21		6.073,74
8.5.1	98688	RODAPÉ EM POLIESTIRENO, ALTURA 5 CM	M	56,18	64,13	3.602,82	64,87	3.644,39	73,39	4.123,05	91,74	5.153,95
8.5.2	88650	RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 60X60CM	M	16,32	50,89	830,52	67,55	1.102,41	61,53	1.004,16	56,36	919,79
8.6	LOUÇAS E ACABAMENTOS METÁLICOS					7.822,07		7.678,69		8.142,03		8.142,03
8.6.1	86914	TORNEIRA PARA TANQUE	UN	63,72	3	191,16	1	63,72	3	191,16	3	191,16
8.6.2	100856	TORNEIRA DE MESA PARA LAVATÓRIO	UN	221,87	3	665,61	3	665,61	3	665,61	3	665,61
8.6.3	86909	TORNEIRA DE MESA PARA PIA DE COZINHA	UN	83,77	1	83,77	1	83,77	2	167,54	3	1.203,45
8.6.4	86938	CUBA DE EMBUTIR EM LOUÇA BRANCA, 35 X 50CM	UN	401,15	3	1.203,45	3	1.203,45	3	1.203,45	2	167,54
8.6.5	86935	CUBA DE EMBUTIR DE AÇO INOXIDÁVEL	UN	299,44	1	299,44	1	299,44	2	598,88	2	598,88
8.6.6	86872	TANQUE DE LOUÇA BRANCA 30L	UN	773,72	1	773,72	1	773,72	1	773,72	1	773,72
8.6.7	86932	VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUÇA	UN	568,51	3	1.705,53	3	1.705,53	3	1.705,53	3	1.705,53
8.6.8	89973	MONOCOMANDO PARA CHUVEIRO	UN	619,28	3	1.857,84	3	1.857,84	3	1.857,84	3	1.857,84
8.6.9	EDITADO	CHUVEIRO DE PAREDE COM DESVIADOR E DUCHA MANUAL	UN	243,75	3	731,25	3	731,25	3	731,25	3	731,25
8.6.10	89709	RALO SIFONADO	UN	19,10	3	57,30	3	57,30	3	57,30	3	57,30
8.6.11	89710	RALO SECO	UN	15,94	4	63,76	3	47,82	3	47,82	3	47,82
8.6.12	89707	CAIXA SIFONADA	UN	47,31	4	189,24	4	189,24	3	141,93	3	141,93