



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

CAMILA MICAELLE GONÇALVES SOUZA

Compatibilização de projetos e impacto na produtividade da obra: estudo de caso

Cabo de Santo Agostinho - PE

2023

CAMILA MICAELE GONÇALVES SOUZA

Compatibilização de projetos e impacto na produtividade da obra: estudo de caso

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Professora Juliana Claudino Vêras.

Coorientadora: Professora Camila Sibelle Marques da Silva.

Cabo de Santo Agostinho - PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S729c Souza, Camila Micaele Gonçalves
Compatibilização de projetos e impacto na produtividade da obra: estudo de caso / Camila Micaele Gonçalves Souza. -
2023.
70 f. : il.

Orientadora: Juliana Claudino Veras.
Coorientadora: Camila Sibelle Marques da Silva.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Engenharia Civil, Cabo de Santo Agostinho, 2024.

1. produtividade. 2. compatibilização. 3. planejamento. I. Veras, Juliana Claudino, orient. II. Silva, Camila Sibelle
Marques da, coorient. III. Título

CAMILA MICAELE GONÇALVES SOUZA

Compatibilização de projetos e impacto na produtividade da obra: Estudo de caso

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em, ___/___/___

Banca examinadora

Prof. Juliana Claudino Vêras

Prof. Camila Sibelle Marques da Silva

Prof. André Vinicius Azevedo Borgatto

Prof. Robson José Silva

RESUMO

A compatibilização de projetos é uma etapa essencial para o planejamento da construção de um empreendimento. Esta fase irá moldar todos os projetos tornando a execução mais eficiente e o planejamento mais próximo do real, ou seja, com os projetos compatibilizados entre si, o orçamento fica mais alinhado com a realidade, o prazo e o planejamento andam de acordo com o previsto antes da execução de obra. Isso torna a obra mais produtiva, eficiente e com menos imprevistos que possam interferir no prazo e no orçamento. Este trabalho apresenta uma análise feita em uma obra que foi executada contendo parte de seus projetos compatibilizados, no qual foram analisados os orçamentos e comparado com a apuração após obra. Também foi analisada a produtividade da mão de obra do profissional qualificado e comparado com os dados oferecidos pelo SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisas e Índices Para a Construção Civil) o qual observou-se diferenças. Além disso, foram indicados estudos de extensão relacionados ao tema. Pode-se concluir deste trabalho que a compatibilização na fase de planejamento da obra, tem grande influência no prazo e orçamento final da obra, e que não é aconselhável tomar como base no planejamento a produtividade prevista no SINAPI, visto que são muito divergentes da realidade da obra.

Palavras-chave: produtividade; compatibilização; planejamento.

ABSTRACT

Project coordination is an essential step in the planning of a construction project. This phase will shape all the projects, making the execution more efficient and the planning more aligned with reality. In other words, by coordinating the projects with each other, the budget becomes more aligned with reality, and the timeline and planning proceed as anticipated before the construction begins. This makes the construction more productive, efficient and with fewer unforeseen events that could interfere with the timeline and budget. This paper presents an analysis conducted on a construction project that was executed with some of its projects coordinated. The budgets were analyzed and compared with the assessment after the project was completed. The productivity of skilled labor was also examined and compared with the data provided by SINAPI (National System of Research and Indices for Civil Construction), revealing significant differences. Additionally, extension studies related to the topic were recommended. It can be concluded from this work that project coordination during the planning phase has a significant influence on the project's final timeline and budget. Moreover, the productivity forecasted by SINAPI cannot be relied upon for planning, as it diverges from the reality of the project.

Key Words: productivity; compatibility; planning.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVO GERAL	8
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4 REFERENCIAL TEÓRICO	8
5 METODOLOGIA	17
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
6.1 PROJETOS COMPATIBILIZADOS ANTES DA EXECUÇÃO	20
6.1.1 Projeto de fachada	20
6.1.1.1 compatibilização do projeto de fachada	21
6.1.1.2 Comparação entre orçamento da fase de planejamento e apuração pós conclusão da execução	22
6.1.1.3 Indicador de produtividade.....	26
6.1.2 Projeto de instalações hidráulicas	29
6.1.2.1 Compatibilização de projeto de instalações hidráulicas	30
6.1.2.2 Comparação entre orçamento planejado e apuração do orçamento	32
6.1.2.3 Indicador de produtividade.....	37
6.1.3 Projeto de alvenaria	38
6.1.3.1 Compatibilização de projeto de alvenaria	39
6.1.3.2 Comparação entre orçamento planejado e apuração do orçamento	41
6.1.3.3 Indicador de produtividade.....	44
6.2 PROJETOS NÃO COMPATIBILIZADOS	45
6.2.1 Projeto de instalações elétricas	46
6.2.1.1 Compatibilização de projeto de instalações elétricas	47
6.2.1.2 Comparação entre orçamento planejado e apuração do orçamento	47
6.2.1.3 Indicador de produtividade.....	53
6.3 RESUMO DAS ANÁLISES	54
6.3.1 METODOLOGIAS INOVADORAS.....	57
7 FUTUROS TRABALHOS.....	59
8 CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICES	66

1 INTRODUÇÃO

O mercado da Construção Civil, de acordo com a SEBRAE (2022), é responsável por cerca de 7% do PIB brasileiro. Esta porcentagem é bastante significativa frente ao cenário econômico do País. A busca pelo investimento na indústria de construção civil é crescente, e isso faz com que a competitividade entre empresas do setor também cresça muito, sendo necessário haver um diferencial para o destaque da empresa que quer ser competitiva no mercado.

O que se busca é uma boa execução seguindo um planejamento predeterminado coerente, cumprindo os prazos e o orçamento previsto, o que torna a construção mais produtiva e eficaz. A realização de compatibilização dos projetos irá fornecer mais garantias de que os requisitos citados sejam cumpridos, evitando imprevistos na fase de execução e tornando o planejamento e orçamento efetivos. De acordo com Fabrício (2002) a etapa de planejamento é responsável pela definição e acompanhamento do cronograma e pelo fluxo de caixa do empreendimento, com o intuito de cumprir os prazos pré-estabelecidos da obra.

O SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisas e Índices Para a Construção Civil), juntamente com a CAIXA e o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), oferece os relatórios de insumos e de composições, sendo um sistema de referência utilizado para auxiliar as empresas na etapa de planejamento, na elaboração do orçamento, fornecendo dados como o preço unitário dos insumos e composições dos serviços, e no acompanhamento de produtividade da obra, admitindo como referência a produtividade considerada nas composições dos serviços construtivos.

Para a elaboração de um orçamento assertivo, além dos preços unitários, é necessário ter um quantitativo compatível com a realidade. O levantamento de determinado subsistema construtivo de uma edificação, quando realizados a partir de um projeto já compatibilizado, estará indicando os ajustes necessários do projeto em sua nova revisão, com a inclusão ou exclusão de serviços e insumos, impactando, conseqüentemente no orçamento, que parte desde dados de entrada para se calcular o “preço” final de venda que é o produto do preço unitário (PU) e da quantidade dos serviços e insumos (Qtd) necessária para se executar dito projeto.

Para a realização de compatibilização, observa-se um desenvolvimento na área de tecnologia e o setor de construção civil também tem investido no desenvolvimento de tecnologias para a parte de planejamento de construção. Atualmente, para adquirir conhecimento destas novas plataformas mais aprofundado é necessário a contratação de um

curso para especificação, pois ter conhecimento nestas tecnologias inovadoras se torna um grande diferencial.

Diante da importância observada desta etapa do planejamento, nota-se então a necessidade do estudo contínuo de todos os itens tratados neste trabalho, tornando essencial o aprofundamento nos temas propostos para crescimento profissional.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar como a etapa de compatibilização de projetos impacta na produtividade e nos custos em uma obra de edificação.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar os projetos a serem o foco do estudo, selecionando aqueles que passaram por compatibilização prévia e execução;
2. Identificar os serviços executados sem compatibilização prévia e seu impacto na produtividade através da apropriação em campo;
3. Comparar o orçamento obtido na fase de planejamento e a apropriação analisando o impacto da compatibilização ou sua ausência e os fatores que contribuem para as diferenças do orçamento;
4. Comparar os dados da apropriação com os índices de mão de obra com seus respectivos coeficientes previstos no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 COMPATIBILIZAÇÃO

De acordo com Mikaldo Junior e Scheer (2008), entende-se por compatibilização de projetos a atividade que torna os projetos compatíveis, conferindo soluções integradas entre os diversos subsistemas que fazem parte de um empreendimento no qual estes subsistemas são os sistemas construtivos que fazem parte da edificação, como por exemplo: elétrica, instalações hidrossanitárias, alvenaria, estruturas, entre outras.

Uma visão geral das etapas para a construção de um empreendimento, de acordo com a NBR 12722:1992 (Diretrizes para a elaboração de projetos de engenharia de avaliação de bens-1992), são as seguintes:

- Identificação da necessidade: Nesta etapa, identifica-se a necessidade de um novo empreendimento, seja ele uma construção, uma reforma ou qualquer outro tipo de projeto.
- Estudos preliminares: São realizados estudos preliminares para analisar a viabilidade técnica, econômica, ambiental e legal do empreendimento. Nessa fase, são considerados fatores como localização, demanda, custos e aspectos regulatórios.
- Projeto conceitual: Com base nos estudos preliminares, é elaborado o projeto conceitual, que define as principais características e requisitos do empreendimento. Isso pode incluir a definição de layouts, fluxos de trabalho, materiais e tecnologias a serem utilizados.
- Projeto executivo: Com base no projeto conceitual, é desenvolvido o projeto executivo, que detalha todas as informações necessárias para a construção ou execução do empreendimento. Isso inclui desenhos técnicos, especificações de materiais, cálculos estruturais, entre outros.
- Licenciamento e aprovações: Nesta etapa, são obtidas as licenças e autorizações necessárias junto aos órgãos competentes, como prefeituras, órgãos ambientais e outros, de acordo com a legislação vigente.
- Execução: Após a aprovação dos projetos e obtenção das autorizações, inicia-se a execução do empreendimento. Isso envolve a contratação de empresas e profissionais para realizar a construção, gerenciamento de obras, aquisição de materiais e a execução propriamente dita.
- Acompanhamento e controle: Durante a execução, são realizados o acompanhamento e controle da obra, verificando se os prazos, custos e qualidade estão de acordo com o planejado. São feitas inspeções, medições e ajustes quando necessário.
- Entrega e operação: Após a conclusão da construção, o empreendimento é entregue ao cliente ou usuário final. Dependendo do tipo de empreendimento, pode ser necessário realizar testes, treinamentos e iniciar a operação regular.

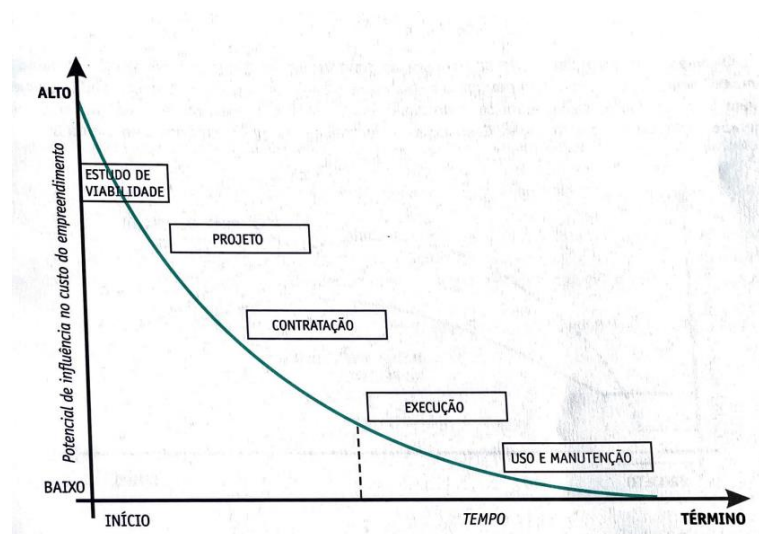
- Manutenção e gestão: Após a entrega, inicia-se a fase de manutenção e gestão do empreendimento, garantindo sua conservação, segurança e funcionamento adequado ao longo do tempo.

Observa-se então que o planejamento e elaboração de projetos são duas das primeiras etapas. Em sua monografia, Araújo (2015) afirma que com o crescimento no mercado da construção civil, também se tem uma busca por competitividade no mercado, sendo necessário que empresas no ramo de construção civil, busquem o aumento de produtividade e qualidade na produção. Desta forma, nota-se a importância do investimento na realização de um bom planejamento.

Foi apontado por Fruet e Formoso (1993, p. 32, *apud* FORMOSO, 2003, p. 263) os principais problemas que surgem na etapa de projeto em empresas da construção civil, geralmente em empresas de pequeno porte, e são eles: incompatibilidades entre projetos de diferentes sistemas construtivos; erros ou diferenças de cotas; níveis; alturas; falta de detalhamento dos projetos; detalhamento inadequado dos projetos; falta de especificação de materiais e componentes.

Melhado (2005), afirma que nesta primeira fase de planejamento as decisões tomadas são as que tem maior capacidade de influenciar o custo final, sendo esta influência ilustrada na Figura 1.

Figura 1 - Potencial de influência no custo final de um empreendimento de edifício e suas fases



Fonte: CII, 1987.

Observa-se na figura que os itens que possuem maior influência no custo da obra é o do estudo de viabilidade, seguido pelo projeto. Porém, ainda de acordo com Melhado (2005), os empreendedores enxergam o projeto como um ônus que o empreendimento deve ter antes do início da obra.

Mas de acordo com Monteiro, *et al.* (2017), para ter uma construção racionalizada, é necessário ter mais atenção à fase de elaboração de projetos. Além disso, a utilização das tecnologias existentes irá auxiliar nesta fase, pois fará uma interação entre os projetos de todos os sistemas construtivos.

De acordo com Gehbauer (2002) um dos aspectos em que há deficit do planejamento, constatado muitas vezes durante a análise dos pontos fracos das diversas empresas, está na coordenação dos projetos executivos e no desenvolvimento de detalhes construtivos o qual são importantes para a obra.

Em seu texto, Tavares Junior (2001) afirma que compatibilização de projetos torna-se uma ferramenta necessária para a melhoria da qualidade do projeto pela eliminação das não-conformidades apresentadas pelos mesmos.

Segundo Gehbauer (2002), o arquiteto na fase de planejamento como também em outras fases, possui a tarefa importante de verificar todos os trabalhos realizados pelos projetistas e calculista, coordenando-os e conferindo eventuais incompatibilidades entre eles e efetuar, se necessário, alterações nos projetos para corrigi-los. Para que este trabalho seja realizado com rapidez e segurança, é importante a presença dos representantes das diversas áreas nas reuniões de coordenação de projetos. Sendo as soluções propostas discutidas e analisadas em conjunto, abreviando o período de reavaliações e alterações nos projetos.

Desta forma, nota-se a importância do investimento em um projeto com qualidade, sendo este devidamente compatibilizado com os diferentes sistemas construtivos. Logo, o desenvolvimento das tecnologias para a realização dos projetos foi necessário. De acordo com Carvalho e Almeida (2002), inicialmente os projetos eram realizados com papel, lápis e maquetes, mas com a evolução da tecnologia, hoje os projetos passaram a ser expressos por imagens foto realísticas, animações tridimensionais, realidade virtual, representando a nova atitude de reconhecimento espacial e representação do processo projetual.

Ainda segundo Carvalho e Almeida (2002), o processo tradicional de desenvolvimento de projeto desvinculado do processo construtivo é considerado obsoleto. Desta forma as empresas

não devem ser negligentes com as possibilidades de racionalizações, dos estudos alternativos de construção, dos arranjos espaciais adequados, das melhorias nas instalações e facilidades de manutenção e operação, da seleção de materiais de construção adequados. Enfim, considerar os fatores que afetam a qualidade da construção e que causa impactos na satisfação do cliente final.

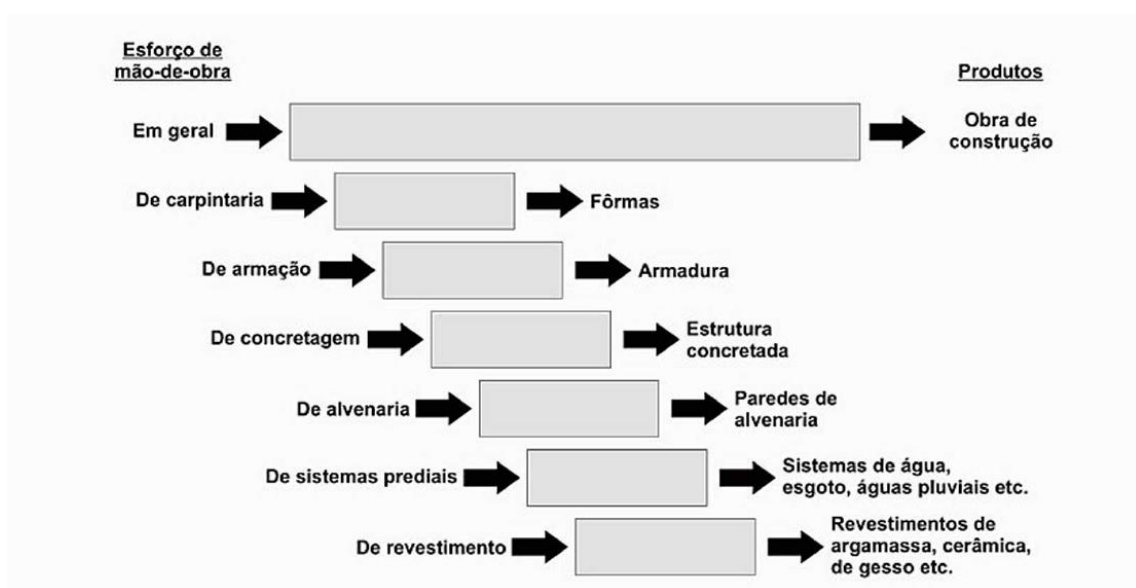
Qualquer esforço evitado na fase de projeto, segundo Melhado (2005), repercute em ganhos sensíveis e possui custos reduzidos, quando se compara às modificações feitas posteriormente, durante a execução, pois as modificações no projeto são mais simples de serem realizadas.

4.2 PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA

Souza (2006) define a produtividade da mão de obra como a eficiência na transformação do esforço dos trabalhadores em produtos de construção. É importante ressaltar que a produtividade pode ser medida tanto como num todo para a edificação, como parcialmente para cada serviço, ou seja, nos serviços de forma, concretagem, revestimentos, entre outros serviços, como mostra a Figura 2.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção afirma: “A produtividade é a eficiência na transformação de recursos (ou entradas, ou esforços) em produtos (ou saídas, ou resultados)” (CBIC, 2017). Desta forma, entende-se que a produtividade está diretamente ligada ao processo de transformação das entradas em saídas, ou seja, aos fatores para a produção. No caso da construção, esses fatores seriam o tempo, mão de obra, recursos e materiais utilizados.

Figura 2 - A produtividade da mão de obra nos serviços de construção.



Fonte: Souza, 2006.

Ainda sobre a produtividade, Souza (2006) adota o indicador de Razão Unitária de Produção (RUP) como mensurador da produtividade, que representa quantidade de tempo necessária de um profissional para a execução de uma quantidade de serviço, o qual relaciona Hh (Homem x hora) com a quantidade de serviço, como demonstrado na Equação 1.

Equação 1 – Razão Unitária de Produção (Fonte: Souza, 2006.)

$$RUP = \frac{Hh}{Qs}$$

Sendo,

RUP – Razão Unitária de Produção

Hh – (Homem x hora)

Qs – (Quantidade de Serviço)

Para o cálculo da RUP, Souza (2006) afirma que é necessário padronizar o “H” em relação à hierarquia ou por especialização. Para o caso de “H” padronizado por hierarquia, exemplifica-se: profissional qualificado seguido de ajudante e aprendiz. Quanto ao “H” padronizado pela especificação do profissional, exemplifica-se: pedreiro, carpinteiro, encanador, azulejista, entre outros. Também, deve-se padronizar as horas disponíveis do trabalhador, não sendo descontada as horas paradas por culpa da gestão.

Além disso é necessário padronizar a quantificação dos serviços resultantes, sendo mensurada a quantidade “líquida” do serviço, descontando, por exemplo, vãos existentes, no caso da execução de alvenaria. Observa-se que a unidade de mensuração irá variar de acordo com o serviço executado, isto é, no caso de concretagem é feita a mensuração em volume e no serviço de pintura é feita a mensuração em área.

De acordo com Ribeiro (2023), outro tipo de mensuração de produtividade, é a quantidade de serviço realizada em determinado tempo, como representado na Equação 2 abaixo.

Equação 2 – Produtividade (Fonte: Ribeiro, 2023)

$$Produtividade = \frac{Qs}{Hh}$$

Sendo,

Hh – (Homem x hora)

Qs – (Quantidade de Serviço)

De acordo com Souza (2006), quando maior o RUP menor a produtividade.

4.3 SISTEMA DE REFERÊNCIA SINAPI

A sigla SINAPI refere-se ao Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, os dados do SINAPI são elaborados pela Caixa Econômica Federal em conjunto com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). O objetivo do SINAPI é fornecer uma base de referência para os orçamentos na construção civil.

A quantificação de produtividade pelo RUP é utilizada no material de referência do SINAPI (2005). De acordo com este material, o RUP é utilizado para a quantificação de produtividade nas suas composições, como descrito no capítulo anterior, para padronizar um serviço e sua composição, como demonstrado na Figura 3 na coluna descrita como “Coef.” (Coeficiente do insumo).

De acordo com CARVALHO (2022), a composição de determinado serviço é a junção de insumos, mão de obras e equipamentos para este serviço e insumos são todos os materiais utilizados para a execução do mesmo. Esta composição irá indicar uma base de dados para a realização do orçamento de uma obra, também para o acompanhamento da produtividade.

Figura 3 - Exemplo de Composição de Serviço Analítica

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.PARE.ALVE.010/01	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 9X19X39 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	M2
Código SIPC		Situação
103316		ATIVO
Vigência: 12/2021 Última Atualização: 12/2021		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	650	BLOCO DE VEDACAO DE CONCRETO, 9 X 19 X 39 CM (CLASSE C - NBR 6136)	ATIVO	UN	13,60000
I	34557	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	ATIVO	M	0,42000
I	37395	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	ATIVO	CENTO	0,00500
C	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	ATIVO	M3	0,00870
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,73000
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,36500

Fonte: CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, ref. 12/2022.

A composição unitária de serviço é composta por três principais insumos: o material a ser utilizado para determinado serviço, a mão de obra e os equipamentos necessários. Cada um destes insumos possui o coeficiente, que é a quantidade de horas trabalhadas de um profissional necessárias para a realização de uma unidade de serviço.

Desta forma, para o serviço de alvenaria, como exemplificado na Figura 2, necessita-se de 0,73 h de um pedreiro para a execução de 1m² de alvenaria (composição unitária SIPCI 103316 referente à alvenaria de vedação de blocos vazados de concreto de 9 x 19 x 39 cm). Este coeficiente é multiplicado pela quantidade total de unidade de serviço prevista. Ou seja, caso em levantamento a área de alvenaria seja de 10 m² então será necessário 1 profissional e 7,3h para a execução deste serviço.

Observa-se em Cremon (2014) que a utilização das tabelas do SINAPI como referência é indicada apenas para empresas que ainda não possuem seus próprios coeficientes e obras públicas, isso porque após realizada a comparação da apropriação da obra em estudo com o que consta no SINAPI, foram vistos valores muito divergentes. Isso demonstra que para ter uma produtividade condizente com a realidade é necessário fazer este acompanhamento na obra e a partir dos dados obtidos no acompanhamento de produtividade desta obra, utilizar como base para as obras seguintes.

Mesmo tendo uma base de produtividade para os serviços, sabe-se que a produtividade ainda assim varia de uma obra para outra por diversos fatores, como por exemplo: experiência profissional, entrosamento entre as equipes, rotatividade, satisfação profissional, gestão e etc. Além desses fatores, o cronograma e o prazo de um serviço podem alterar frente aos imprevistos, como fenômenos naturais ou de eventos epidemiológicos como foi o caso da pandemia da COVID-19 (SARS-CoV-2).

4.4 ORÇAMENTO E IMPACTOS

Conforme Gehbauer (2002) afirma, o gerenciamento do custo deve ser feito desde o início do empreendimento. A recomendação é que a cada fase de projeto seja feita uma nova estimativa de custo, observando que a quantidade de informações em cada fase é maior com detalhes mais específicos, permitindo cálculos mais detalhados, chegando mais próximo do custo final real.

Em fevereiro do ano de 2021, notou-se grandes impactos nos custos de construção civil decorrentes à pandemia da COVID-19 (SARS-CoV-2). De acordo a Associação Brasileira da

Indústria de Máquinas e Equipamentos (2021), o aumento do preço do aço, de janeiro a dezembro 2020, foi de 108% nos distribuidores e de 85% para quem compra direto da usina produtora. Isto é, o preço do aço praticamente dobrou.

De acordo com Martins (2020), em uma pesquisa feita pela Câmara Brasileira da indústria da Construção (CBIC) 95% das construtoras sentiram o aumento significativo do cimento, sendo para 59% das construtoras um aumento menor que 10% e para 36% das construtoras, ou seja, um aumento maior que 10%. Estes aumentos ocorreram devido aos incorridos do ano de 2020, como paralização das indústrias por solicitação do Governo como uma ação para diminuir a contaminação pela COVID-19 (SARS-CoV-2).

De acordo com Trisotto (2020), a produção do cimento e do aço foi interrompida durante o início da pandemia e quando houve a retomada da produção, não se conseguiu alcançar a demanda anterior à pandemia. Enquanto isso, a demanda desses produtos continuou aumentando, porque o setor de construção civil foi tido como atividade essencial durante a pandemia. Além disso, as pessoas que não tiveram seu salário afetado e possuíram menos gastos durante a pandemia e aquelas que receberam os auxílios emergenciais investiram na melhoria de suas moradias.

Também é relatado por Trisotto (2020) sobre o aumento dos custos na construção civil ao ser analisada a inflação, como o IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo), que é medido pelo IBGE. Viu-se que o cimento, por exemplo, nos oito primeiros meses de 2020 teve uma variação de 10,67% e o tijolo de 16,86%.

De acordo com SINDUSCON/PE (2021), a inflação da construção civil atinge 10,16% na construção civil. A região Nordeste foi a que teve maior variação em dezembro (2,37%) e o maior resultado acumulado (12,50%), quando comparado às demais regiões do Brasil. Estes fatores interferem na elaboração do orçamento, e no resultado da apropriação obtido após o término da obra.

O orçamento é composto por custo direto e de custo indireto. Entende-se por custo indireto o custo que não pode ser diretamente associado ao produto, este custo geralmente se refere às despesas administrativas e custos de fabricação, podendo ser mão de obra indireta de produção ou energia elétrica. Já o custo direto é todo aquele que pode ser diretamente associado ao produto, como por exemplo, os custos com a matéria prima, mão de obra direta, despesas tributárias etc. (CARPINTÉRO, J., MARTINEZ, J. E BACIC, M., 1982).

5 METODOLOGIA

Adotou-se para o desenvolvimento deste trabalho, uma obra de construção de uma edificação vertical residencial localizado na região metropolitana do Recife. Sua estrutura é de concreto armado, contendo entre as peças estruturais a viga protendida. A vedação é feita de dry-wall no interior da edificação a qual divide as áreas privativas sendo o modelo dos apartamentos studios. A edificação tem um total de 12 pavimentos, sendo um pavimento destinado a estacionamento denominado “vazado”, do 1º ao 10º pavimento áreas privativas, o 11º pavimento constituído como “cobertura” e o 12º pavimento o “ático”.

A alvenaria da fachada e da escada é feita com blocos de vedação. A edificação possui uma área total construída de 5.613,60m² conferindo 138 unidades privativas além da área social composta por piscina, academia, cozinha compartilhada, rooftop, ático, coworking, coliving e lavanderia.

Para a realização deste trabalho, foram analisados os projetos do empreendimento como os projetos de: instalações prediais (hidráulica, elétrica e sanitárias), fachada, alvenaria, estrutura, fundações e impermeabilização. Foram escolhidos inicialmente os projetos de instalações hidráulicas, fachada e alvenaria que passaram por compatibilização. Além destes foi escolhido o projeto de elétrica no qual após a compatibilização e liberação para a execução, houve uma nova revisão da parte do projetista. Neste último projeto em específico os levantamentos para a realização de compra dos acabamentos elétricos foram realizados de acordo com o projeto de revisão inicial (R00) que não constavam os quantitativos necessários para sua execução.

Dando início às análises dos subsistemas dos projetos escolhidos, seguiu-se o seguinte passo a passo:

- Após a etapa de escolha dos projetos, foram analisadas as compatibilizações e indicada uma incompatibilidade encontrada no subsistema construtivo do projeto em análise.
- Indicou-se a linha do tempo para compreensão do estágio de cada projeto abordado no trabalho;
- Indicou-se a solução em projeto para evitar o prejuízo identificado;

- Foi realizada a apuração do orçamento, comparando-se com o que se havia estimado no orçamento planejado;
- Realizou-se o estudo da produtividade de mão de obra em campo e comparou-se com a produtividade determinada no SINAPI.

Tomou-se como premissas a metodologia de Silva (2009) para o controle de custos em obras e realizou-se a análise e posterior comparação entre o custo previsto no orçamento na fase de planejamento de cada sistema em estudo e o custo do que foi apurado no pós-obra, tomando como preferência na organização das tabelas a curva ABC do subsistema em estudo. Os dados foram tratados e apresentados em tabela.

Comparou-se o preço do maior peso do orçamento planejado com a apuração, foram realizadas as análises em relação ao quantitativo ou preço unitário. Estudou-se também os fatores que levaram às diferenças entre os orçamentos.

De modo semelhante à metodologia de Cremon (2014) para a comparação entre produtividade indicada no SINAPI e produtividade obtida em uma empreiteira de pequeno porte, houve o acompanhamento da produtividade dos serviços em campo, realizando comparação entre os dados contidos nos relatórios do SINAPI e as medições da mão de obra para determinados serviços.

Foram realizadas análises nos subsistemas em que se constatou alteração de projeto após a execução e se a produtividade da equipe foi afetada pelos retrabalhos sofridos. Este acompanhamento da produtividade teve como base a medição de produção para bonificação na folha dos funcionários. Através da apropriação no campo, foram comparadas as produtividades de serviços para os sistemas construtivos em estudo de campo e as que estão sendo apresentadas nos relatórios de composições do SINAPI.

Para a obtenção das produtividades em estudo foi padronizado o índice de mão de obra, as horas de serviço disponíveis e a unidade de serviço. Foi levantada a quantidade de profissionais, as horas trabalhadas e a quantidade de serviço produzida como pode ser observado nas memórias de cálculo dos Apêndices A, B, C e D.

No Apêndice A tem-se a memória de cálculo para aplicação de emboço na fachada. A quantidade de serviço padronizada foi em m² e foi levantada quantas horas a equipe com 6 pedreiros realizou o total do serviço medido. Feito isso, somou-se as horas trabalhadas no serviço de cada pedreiro e foi feita a divisão pelo total de m² medido, obtendo então a RUP

(Razão Unitária de Produção) da equipe de acordo com fórmula apresentada por Souza (2006). Após a obtenção dos dados de orçamento e produtividade, foram analisados os desvios apurados em relação ao orçamento.

Em seguida, calculou-se o preço total do orçamento planejado e o apurado após a obra, referente aos quatro serviços em estudo, e os resultados de cada foi dividido por m² de construção total. Esta prática resulta no preço por m² quando analisados estes quatro sistemas construtivos em estudo. Além de serem feitas as comparações finais das diferenças de produtividade entre a apropriação e as referências do SINAPI.

Com o fim de uma ampliação dos itens tratados neste trabalho foram indicados estudos futuros para o aprofundamento no conhecimento dos temas em estudo. Além da abertura de novos temas que tenham ligação com este trabalho, sendo indispensável a publicação futura destes temas para conhecimento acadêmico.

Por motivo de proteção de dados sigilosos da empresa foi criado um nome fictício para a empresa (J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos) que serviu de fonte de informação para o referido estudo.

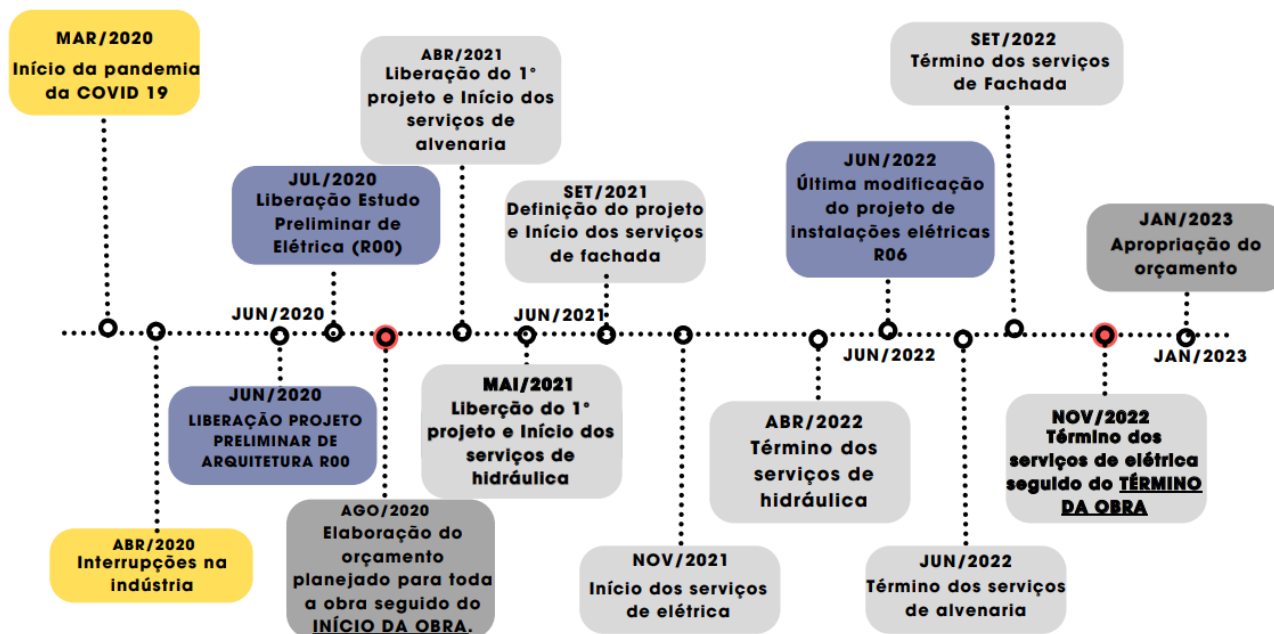
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A linha do tempo da execução do empreendimento com os marcos importantes para o presente trabalho observada na Figura 4 tem início com o primeiro caso de Covid-19 na região metropolitana no Recife. Após este evento foi determinado pelo governo que as indústrias fossem interrompidas como medida para diminuição de propagação da doença no estado de Pernambuco. Após este acontecimento, o item evidenciado em linha do tempo é a liberação do projeto de estudo preliminar de arquitetura seguido pelo estudo preliminar de elétrica com o qual tomou-se como base para a realização dos levantamentos para o orçamento nesta etapa de planejamento.

Após a realização do orçamento, iniciou-se a execução da obra. No ano de 2021 iniciaram os serviços dos sistemas em destaque neste estudo com o início da execução dos serviços de alvenaria em abril de 2021, seguido do início dos serviços de hidráulica em maio, serviços de fachada em setembro e o início dos serviços de elétrica em novembro deste mesmo ano. A obra

teve fim em novembro de 2022 e logo em seguida foi realizada a apuração do orçamento. Observa-se na Figura 4 a linha do tempo.

Figura 4 - Linha do tempo geral



Fonte: A autora, 2023

6.1 PROJETOS COMPATIBILIZADOS ANTES DA EXECUÇÃO

Dentre o conjunto de projetos dos subsistemas necessários para a execução da obra objeto deste estudo, foram selecionados os de fachada, instalações hidráulicas, instalações elétricas e alvenaria uma vez que estes passaram pela etapa de compatibilização.

A realização da compatibilização de projetos ocorre imediatamente após a entrega dos mesmos pelo projetista ao setor de projetos da obra. Após as análises, o projeto é devolvido, quando necessário, com as incompatibilidades indicadas. Após a correção do projetista e verificação pelo setor, o projeto é liberado para a execução.

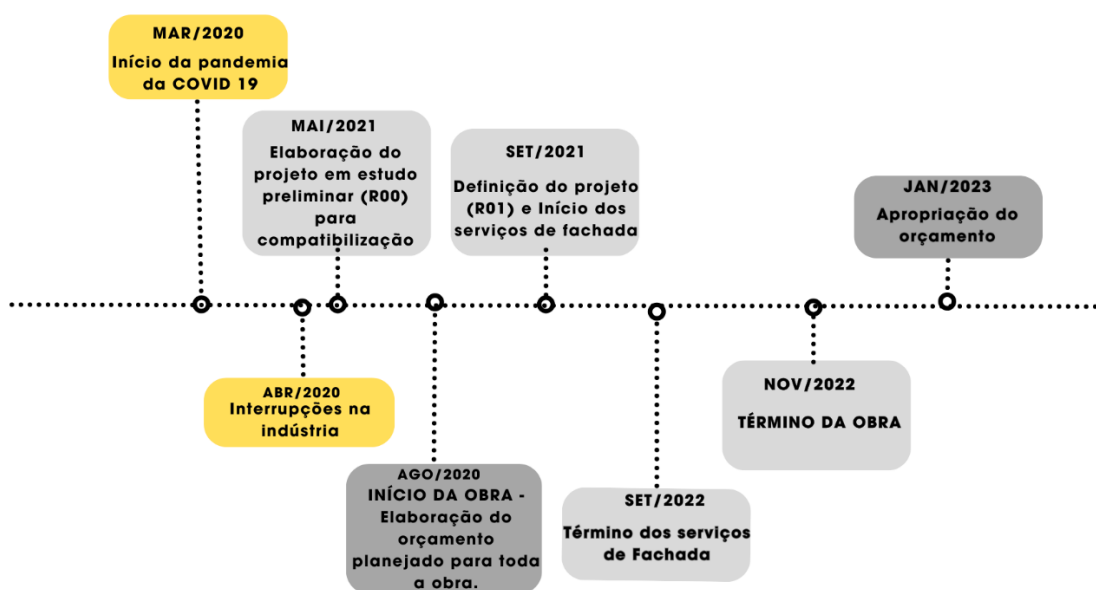
6.1.1 Projeto de fachada

Seguindo a ABNT NBR 6492 – Documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos – Requisitos (2021) o projeto de fachada deve conter todo o detalhamento da

fachada, incluindo janelas e esquadrias no geral, revestimentos e detalhamentos construtivos, eixos do projeto, indicação de cota de nível acabado, escalas, notas gerais, desenhos de referências, carimbos e marcação dos cortes longitudinais e transversais.

O revestimento cerâmico seguiu os padrões de qualidade estabelecidos pela ABNT NBR 13755 – Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante – Projeto, execução, inspeção e aceitação – Procedimento (2017). As esquadrias possuem em média uma altura de 2,30 m com larguras variáveis e foram dispostos pontos de iluminação no detalhamento construtivo do projeto de fachada. O projeto de fachada foi definido em setembro de 2021 e em seguida, iniciou-se os serviços de fachada, como demonstrado na Figura 5.

Figura 5 - Linha do tempo – Fachada



Fonte: A autora, 2023

6.1.1.1 compatibilização do projeto de fachada

A realização da verificação de compatibilização do projeto de fachada é feita juntamente com o projeto de esquadrias, desta forma, deve ser feita a análise das especificações de esquadrias, observando se as dimensões para seus vãos e se sua localização confere nos dois projetos como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Esquema de compatibilização entre Projeto de Fachada e Projeto de Esquadrias.:



Fonte: A autora, 2023.

Na obra analisada foi realizada a compatibilização do projeto de esquadrias com o de fachada, verificando as alturas previstas e larguras das esquadrias de acordo com as especificações e suas localizações. Não foram encontradas incompatibilidades, visto que o projetista de fachada também foi quem elaborou o projeto de arquitetura e esquadrias, tendo realizado um projeto com base no outro.

6.1.1.2 Comparação entre orçamento da fase de planejamento e apuração pós conclusão da execução

Para este serviço de fachada foi previsto um orçamento de **R\$ 571.220,37** (quinhentos e setenta e um mil, duzentos e vinte reais e trinta e sete centavos). Após apuração da execução deste serviço, obteve-se o valor de **R\$ 567.135,40** (quinhentos e sessenta e sete mil, cento e trinta e cinco reais e quarenta centavos), como demonstram os dados na Tabela 1 e 2, a apuração do orçamento indicou redução de aproximadamente 0,72% ou seja R\$4.084,97 a menos.

- **ORÇAMENTO PLANEJADO**

Observando a Tabela 1, referente ao orçamento de fachada, tem-se as colunas com os códigos dos itens contendo a descrição do serviço, a unidade com o qual este item foi orçado, o quantitativo levantado a partir dos projetos, também o preço unitário e o preço total. Também foi colocada uma coluna de numeração para facilitar a leitura e análise das tabelas de orçamento e de apuração do orçamento.

A numeração do código é retirada do orçamento geral. Exemplificando o código 01.009.002.001, o prefixo “01” refere-se aos itens relacionados à edificação, “01.009” refere-se aos serviços de fachada, “01.009.002” especifica os serviços de fachada relacionados à Cerâmica e “01.009.002.001” evidencia o serviço de cerâmica que será realizado na fachada, que para este caso é o revestimento em fachada matiz asfalto AC 5 x 5 cm mesh do fabricante

Eliane. De modo semelhante, todos os outros códigos também possuem um caminho organizacional para os serviços e suas etapas. As linhas da tabela foram colocadas de forma decrescente quando analisados os preços totais, sendo o primeiro item o de maior valor.

Para o orçamento planejado o item de maior valor é o de numeração 1.1 que corresponde ao revestimento em ACM (Material de Alumínio Composto), totalizando no preço de R\$165.000,00, representando 28% do orçamento previsto total do serviço de fachada. Em seguida, o item de maior valor é o de numeração 1.2 correspondente ao emboço externo, totalizando em R\$ 125.766,42, que representa 21,9% do total previsto para execução da fachada.

Tabela 1 - orçamento de fachada planejado

N.	Código	Descrição do serviço	Un.	Quantidade orçada	Preço unitário (inicial)	Preço total (inicial)
1.1	1.009.003.001	Revestimento em ACM Stac Bond White STB-400	und	1,00	165000,00	165.000,00
1.2	1.009.001.003	Emboço externo	m ²	2594,62	48,47	125.766,42
1.3	1.009.002.001	Revestimento em fachada Matiz Asfalto AC 5x5cm Mesh - Eliane	m ²	1051,65	102,85	108.163,26
1.4	1.009.002.003	Revestimento em fachada Bosco Mel	m ²	727,53	98,21	71.450,72
1.5	1.009.002.002	Revestimento em fachada Munari Concreto AC 60x60cm - Eliane	m ²	579,24	67,66	39.188,66
1.6	1.009.002.004	Revestimento de fachada - Rejunte de fachada	m ²	2363,05	7,77	18.359,24
1.7	1.009.001.004	Junta de dilatação externa e selante P.U.	m	1305,72	11,41	14.892,13
1.8	1.009.001.002	Chapisco Externo	m ²	2594,62	5,07	13.150,32
1.9	1.009.003.002	Limpeza e tratamento de fachada	m ²	2594,62	4,45	11.536,20
1.10	1.009.001.001	Ponto de parede	m ²	2594,62	1,43	3.713,42
						571.220,37

Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2022.

- APURAÇÃO DO ORÇAMENTO

A Tabela 2 se refere à apuração do orçamento para os serviços da fachada realizada em janeiro de 2023. Nesta tabela, de forma semelhante à Tabela 1, observa-se a coluna de numeração, código de referência correspondente ao código do item relacionado na Tabela 1. Também possui a descrição do serviço e sua unidade, quantidade, preço unitário e preço total do item. Estes dados foram coletados no sistema de registro de compra da obra.

O item de maior custo é o de Numeração 1.2, referente ao emboço externo, totalizando no orçamento executado o preço total de R\$ 210.744,68, sendo maior que o previsto, possuindo um aumento de 67,57% entre os preços totais do item em questão. Esta diferença se deu pelo fato de que o preço unitário da argamassa CIII para emboço de fachada planejado em orçamento foi de R\$7,00 e o preço unitário pago na execução foi apurado em R\$ 19,00.

Em contrapartida o item 1.1 (Revestimento em ACM Stac Bond White STB-400) teve uma variação negativa de 73,18%, pois para a execução e fornecimento do material foi previsto um preço unitário de R\$ 165.000,00 e o preço de compra e instalação apurado após a execução foi de R\$ 44.000,00.

Tabela 2 – apuração do orçamento de fachada

(continua)

N.	Código (orçamento)	Descrição	Un.	Quant. Executada	Variação (quant. Executada X quant. orçada)	P.U. executado (R\$)	Variação (P.U. executado X P.U. orçado)	Preço total (R\$)
1.1	1.009.003.001	Revestimento em ACM Stac Bond White STB-400	Un.	1,00	0%	44.248,16	-73%	44.248,16
1.2	1.009.001.003	Emboço externo	m ²	2594,62	0%	81,22	68%	210.744,68

Tabela 2 – apuração do orçamento de fachada

(continuação)

N.	Código (orçamento)	Descrição	Un.	Quant. Executada	Variação (quant. Executada X quant. orçada)	P.U. executado (R\$)	Variação (P.U. executado X P.U. orçado)	Preço total (R\$)
1.3	1.009.002.001	Revestimento em fachada Matiz Asfalto AC 5x5cm Mesh - Eliane	m²	1051,65	0%	92,68	-10%	97.472,17
1.4	1.009.002.003	Revestimento em fachada Bosco Mel MA 19,4x118cm - Eliane	m²	727,53	0%	101,83	4%	74.086,79
1.5	1.009.002.002	Revestimento em fachada Munari Concreto AC 60x60cm - Eliane	m²	579,24	0%	79,26	17%	45.911,57
1.6	1.009.002.004	Revestimento de fachada - Rejunte de fachada	m²	2363,05	0%	13,46	73%	31.816,59
1.7	1.009.001.004	Junta de dilatação externa e selante P.U.	m²	1305,72	0%	28,83	153%	37.649,90
1.8	1.009.001.002	Chapisco Externo	m²	2594,62	0%	4,91	-3%	12.735,02
1.9	1.009.003.002	Limpeza e tratamento de fachada	m²	2594,62	0%	3,21	-28%	8.339,87

Tabela 2 – apuração do orçamento de fachada

(conclusão)

N.	Código (orçamento)	Descrição	Un.	Quant. Executada	Varição (quant. Executada X quant. orçada)	P.U. executado (R\$)	Varição (P.U. executado X P.U. orçado)	Preço total (R\$)
1.10	1.009.001.001	Ponto de parede	m ²	2594,62	0%	1,59	11%	4.130,65
								567.135,40

Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2023.

Nota-se a diminuição do preço total executado para o serviço de fachada. Mesmo com as consequências da pandemia na economia, o valor total apurado teve um desvio de -0,72% do valor total planejado. Esta diferença ocorreu pela diminuição dos custos unitários de materiais para os serviços devido ao processo de cotação de materiais e consequentemente negociação para a compra destes insumos. Também houve a redução do quantitativo de horas homens necessários para a execução deste serviço.

6.1.1.3 Indicador de produtividade

A produtividade encontrada neste tópico foi referente a mão de obra do item 1.2 (Emboço externo). Para ter-se o conhecimento da produtividade foi calculado a razão unitária de produção (RUP), de acordo com a metodologia proposta por Souza (2006), onde a RUP representa Hh (Hora x homem) dividido pela quantidade de serviço obtida (Qs), como expressa na Equação 1, apresentada inicialmente neste trabalho, no capítulo 4.

Equação 1 – Razão Unitária de Produção (Fonte: Souza, 2006.)

$$RUP = \frac{Hh}{Qs}$$

Sendo,

RUP – Razão Unitária de Produção

Hh – (Homem x hora)

Qs – (Quantidade de Serviço)

De acordo com a Equação 1, SOUZA (2006), afirma que valores altos de RUP indicam produtividades baixas pois a produtividade é o inverso do RUP como pode-se analisar nas equações 1 e 2.

Sabendo que a produtividade é a quantidade de serviço por unidade de tempo, constata-se que, a produtividade portanto é o inverso do RUP (quantidade de serviço por homens hora). Como expresso na Equação 2, apresentada inicialmente, também, no capítulo 4.

Equação 2 – Produtividade (Fonte: Ribeiro, 2023)

$$Produtividade = \frac{Qs}{Hh}$$

Sendo,

RUP – Razão Unitária de Produção

Hh – (Homem x hora)

Qs – (Quantidade de Serviço)

Desta forma, com base nos dados de apropriação do campo durante a execução de emboço de fachada no mês de novembro do ano de 2021, a RUP encontrada foi de 1,09H/m² e produtividade de 0,92m²/h. Estes dados foram obtidos de acordo com os cálculos anexados no Apêndice A.

Estes cálculos levaram em consideração o insumo de mão de obra do pedreiro para a execução do emboço da fachada. Este serviço encontra-se representado através da composição de custo unitário no SINAPI com o código 87775, como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Tabela de composição do SINAPI.

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.REVE.EMBO.001/01	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25 MM. AF_08/2022	M2
Código SIPCI		Situação
87775		ATIVO
Vigência: 06/2014 Última Atualização: 08/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	37411	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,24 MM, MALHA 25 X 25 MM	ATIVO	M2	0,13880
C	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	ATIVO	M3	0,03140
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,67900
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,67900

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2022.

A Figura 7 apresenta uma tabela de composição unitária do SINAPI, nesta tabela pode-se observar dados como Código / Seq. Indicando o código relacionado à sequência da pesquisa, o item de código SIPCI é referente ao código do Sistema de Preços, Custos e Índices da construção Civil. A descrição da composição é a apresentação detalhada do serviço a que se refere a composição unitária. A unidade irá informar a unidade do serviço, por exemplo, a composição unitária de código 87775 é referente a execução de 1m² do emboço.

A situação “Ativo” indica que a composição está em vigor, podendo ser utilizada como referência. Em seguida, tem-se a vigência e a atualização da composição. A composição em si é composta pelos insumos que fazem parte do serviço, podendo estes ser de material, mão de obra ou equipamentos, como demonstrado na composição em estudo.

Sabendo-se que a produtividade é o inverso da RUP, no caso da composição em questão, representada por coeficiente “Coef.”, constata-se que o sistema de referência SINAPI induz a uma produtividade de 1,47m²/h.

Observado os valores obtidos e comparando com a tabela de referência do SINAPI, temos que a RUP da apropriação foi de 1,09h/m² ao passo que a RUP de referência no SINAPI é igual a 0,679h/m². Ou seja, o serviço, tomando como base o coeficiente do SINAPI supõe uma maior

produtividade que o resultado obtido em apropriação. Sendo a produtividade do SINAPI de 1,47m²/h e a da apropriação de 0,9m²/h.

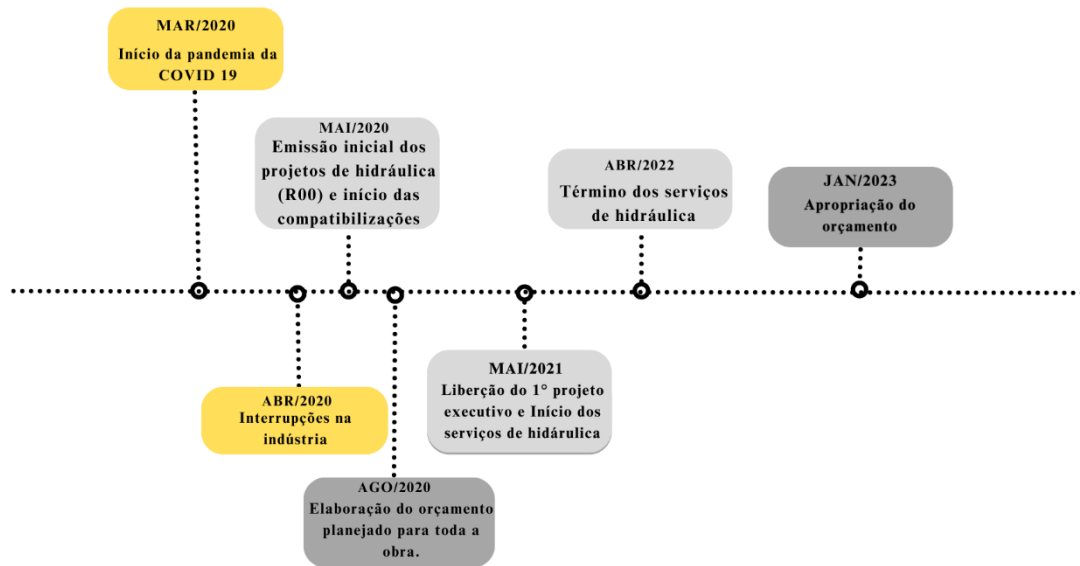
Esta diferença pode ter ocorrido por imprevistos não considerados pelo SINAPI, como fenômenos naturais ou incorridos que inviabilizam a produção, como relatado no caderno de metodologia e conceitos do SINAPI (2023) referente ao item levantamento de dados, como a crise higiênica, ocasionada pela pandemia. Este fato pode tornar os dados do SINAPI para estas circunstâncias muito restritas a um modelo ideal de produção, sendo este sem imprevistos.

6.1.2 Projeto de instalações hidráulicas

De acordo com a NBR 5626 (Sistemas prediais de água fria e água quente – projeto, execução operação e manutenção – 2020) o projeto de instalações hidráulicas deve conter: Premissas de cálculo, critério e métodos de dimensionamento, memorial descritivo, volume de armazenamento, pressão de trabalho, simultaneidade de uso e vazões de projeto dos pontos de utilização, fonte(s) de abastecimento de água, previsão de dispositivos de segurança, desenhos, detalhes e diagrama vertical, necessários para compreensão, especificação para operação e controle de componentes elétricos, especificação e características técnicas de componentes e aparelhos sanitários e indicação da vida útil do projeto e manutenções necessárias para atingi-la.

Após a entrega pelo projetista, o projeto passava por compatibilização para que após os ajustes, estes fossem liberados para a execução. Os projetos de hidráulica eram liberados por pavimento, portanto, após a liberação do projeto do térreo teve-se início da execução dos serviços de instalações hidráulicas no térreo, e em seguida os projetos dos demais pavimentos eram liberados para execução. Desta forma seguiu-se a linha do tempo demonstrada na Figura 8.

Figura 8 - Linha de tempo - Serviços de hidráulica



Fonte: A autora, 2023.

6.1.2.1 Compatibilização de projeto de instalações hidráulicas

A verificação de compatibilização do projeto de instalações hidráulicas é realizada através do estudo do projeto de instalações hidráulicas, juntamente com os projetos de estruturas e o projeto de arquitetura, como demonstrado na Figura 9.

Figura 9 - Esquema da compatibilização do projeto de Instalações Hidráulicas com o projeto de Arquitetura e projeto de Estruturas.



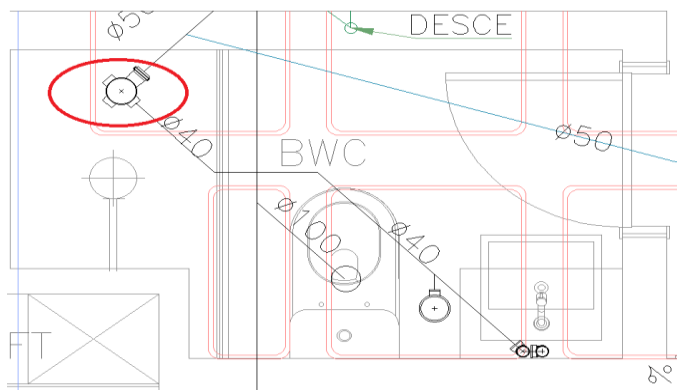
Fonte: A autora, 2023.

Na compatibilização observou-se se as prumadas estavam devidamente alocadas, não afetando a estabilidade da edificação, e locando os shafts em locais estratégicos para atender a demanda de todos os apartamentos. Também, foi analisado se de acordo com o layout foram alocados vasos sanitários na projeção de vigas protendidas, o qual não é permitido. Estas alterações foram feitas antes da liberação do projeto executivo.

Uma incompatibilidade encontrada no período de compatibilização dos projetos foi a locação do ralo do banheiro, como observado na Figura 10 quando comparado com a Figura 9. Caso executado conforme o projeto de hidráulica, seria necessário refazer o furo na laje no local correto, que acarretaria o custo por furo adicional de R\$ 1,60/cm, para 10cm para cada ralo considerando 138 banheiros totalizaria um custo excedente de R\$ 2.208,00.

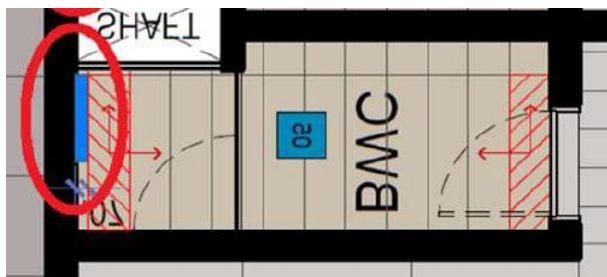
A Figura 10 apresenta o recorte do projeto de instalações na revisão 00, com a localização do ralo incompatível com o ralo do projeto de arquitetura, do tipo linear, como representado na Figura 11.

Figura 10 - Indicação de locação do ralo do projeto de instalações hidráulicas, incompatível com o projeto de arquitetura



Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2023.

Figura 11 - Indicação de ralo linear no projeto de Arquitetura



Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2023.

6.1.2.2 Comparação entre orçamento planejado e apuração do orçamento

O orçamento previsto para o serviço de instalações hidráulicas foi de **R\$ 503.791,31** (quinhentos e três mil setecentos e noventa e um reais e trinta e um centavos) e o executado foi **R\$ 688.662,03** (Seiscentos e oitenta e oito mil seiscentos e sessenta e dois reais e três centavos), como demonstrando na Tabela 3 e na Tabela 4.

- **ORÇAMENTO PLANEJADO**

A Tabela 3 é referente ao orçamento de instalações hidráulicas planejado em agosto de 2020 na etapa de planejamento da obra. Observa-se nesta tabela as colunas com a numeração, os códigos dos serviços, a descrição do serviço e sua unidade, o quantitativo levantado a partir dos projetos, o preço unitário e o preço total.

A Tabela 3 possui suas linhas em ordem decrescente quando relacionada ao preço total, ou seja, o item com maior valor no orçamento é o primeiro item da tabela, correspondendo ao item 2.1 referente ao sistema de pressurização com 03 bombas em paralelo, totalizando R\$ 102.346,00 sendo 20,31% do orçamento. Seguido do item 2.2 que corresponde à instalação central de água quente composto por 02 reservatórios de 2.000 litros e conjunto de 04 aquecedores de passagem que representa 18,56% do orçamento para o serviço de instalações hidráulicas.

Tabela 3 - Orçamento de instalações hidráulicas planejado

(continua)

N.	Código	Descrição	Un.	Quantidade orçada	Preço unitário	Preço total
2.1	1.014.000.016	Sistema de pressurização com 03 bombas em paralelo	und	1,00	102346,00	102.346,00
2.2	1.014.000.017	Instalação Central de Água Quente composto por 02 Reservatórios de 2.000 litros e conjunto de 04 Aquecedores de Passagem	und	1,00	95000,00	95.000,00
2.3	1.021.000.004	Sistema de Irrigação por gotejamento	vb	1,00	61000,00	61.000,00
2.4	1.014.000.008	Ponto de água fria	und	655,00	78,24	51.246,09
2.5	1.014.000.014	Exaustores - Ventokit	und	131,00	214,98	28.161,93
2.6	1.014.000.012	Ponto de esgoto ralos sifonados com grelha inox	und	260,00	105,36	27.394,72

Tabela 3 - orçamento de instalações hidráulicas planejado

(conclusão)

N.	Código	Descrição	Un.	Quantidade orçada	Preço unitário	Preço total
2.7	1.014.000.001	Kit de tê misturador em cpvc ¾" com duplo comando para chuveiro, inclusive conexões, instalado em ramal de água, com acabamento de registro cromado até 1" Manual Aspen - Deca	und	120,00	155,69	18.682,62
2.8	1.014.000.011	Ponto de esgoto para lavatórios	und	261,00	66,45	17.343,14
2.9	1.014.000.002	Hidráulica - Hidrômetros - Apto	apto	120,00	133,34	16.001,29
2.10	1.014.000.013	Ponto de água quente	und	128,00	116,88	14.960,82
2.11	1.014.000.005	Prumada de esgoto	m	322,35	42,70	13.764,02
2.12	1.014.000.010	Ponto de esgoto para bacia sanitária	und	131,00	95,61	12.524,81
2.13	02.001.001.002	Bomba de recalque e sucção	und	3,00	3849,20	11.547,59
2.14	1.014.000.006	Prumada de água pluvial	m	322,35	30,56	9.852,11
2.15	1.014.000.015	Registro de gaveta com acabamento cromado até 1" Manual Aspen - Deca	und	132,00	68,99	9.106,46
2.16	1.014.000.007	Prumada de água quente	m	46,05	106,55	4.906,71
2.17	01.006.000.008	Ligação provisória de água no pavimento	und	15,00	250,00	3.750,00
2.18	1.014.000.004	Prumada de água fria	m	92,10	28,40	2.615,99
2.19	01.006.000.007	Ligação Provisória de água para obra e instalação sanitária provisória, pequenas obras	und	1,00	2100,00	2.100,00
2.20	1.014.000.009	Ramais de água quente	m	40,00	30,61	1.224,52
2.21	1.014.000.003	Hidráulica - Hidrômetros - Geral	und	1,00	262,49	262,49
						503.791,31

Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2022.

- APURAÇÃO DO ORÇAMENTO

A Tabela 4 é a apuração do orçamento para instalações hidráulicas, realizada em janeiro de 2023. Nesta tabela, observa-se a coluna de numeração e o código de referência correspondentes ao código do item relacionado na Tabela 3. Também possui a descrição do serviço, a quantidade e a variação de quantidade entre o orçamento previsto e sua apuração, preço unitário e a variação entre o que consta no orçamento previsto e sua apuração, e o valor total, estes dados foram coletados no sistema de compra da obra. A tabela está com as linhas que seguem a mesma sequência relacionadas aos códigos da Tabela 3.

Tabela 4 – Apuração do orçamento para instalações hidráulicas

(continua)

N.	Código (orçamento)	Descrição	Un.	Quant. Executada	Varição (quant. Executada X quant. orçada)	P.U. executado	Varição (P.U. executado X P.U. orçado)	Preço total
2.1	1.014.000.016	Sistema de pressurização com 03 bombas em paralelo	und	1,00	0%	R\$96.722,59	-5%	R\$96.722,59
2.2	1.014.000.017	Instalação Central de Água Quente composto por 02 Reservatórios de 2.000 litros e conjunto de 04 Aquecedores de Passagem	und	1,00	0%	R\$16.898,53	-82%	R\$16.898,53
2.3	1.021.000.004	Sistema de Irrigação por gotejamento	vb	1,00	0%	R\$36.134,80	-41%	R\$36.134,80
2.4	1.014.000.008	Ponto de água fria	und	655,00	0%	R\$198,61	154%	R\$130.088,31
2.5	1.014.000.014	Exaustores - Ventokit	und	131,00	0%	R\$146,45	-32%	R\$19.184,79
2.6	1.014.000.012	Ponto de esgoto ralos sifonados com grelha inox	und	260,00	0%	R\$256,98	144%	R\$66.815,68

Tabela 4 – Apuração do orçamento para instalações hidráulicas

(continuação)

N.	Código (orçamento)	Descrição	Un.	Quant. Executada	Variação (quant. Executada X quant. orçada)	P.U. executado	Variação (P.U. executado X P.U. orçado)	Preço total
2.7	1.014.000.001	Kit de tê misturador em cpvc ¾" com duplo comando para chuveiro, inclusive conexões, instalado em ramal de água	und	138,00	15%	R\$126,56	-19%	R\$17.465,31
2.8	1.014.000.011	Ponto de esgoto para lavatórios	und	261,00	0%	R\$74,18	12%	R\$19.360,92
2.9	1.014.000.002	Hidráulica - Hidrômetros - Apto	apto	138,00	15%	R\$148,24	11%	R\$20.456,87
2.10	1.014.000.013	Ponto de água quente	und	144,00	13%	R\$287,95	146%	R\$41.464,67
2.11	1.014.000.005	Prumada de esgoto	m	322,35	0%	R\$242,54	468%	R\$78.182,46
2.12	1.014.000.010	Ponto de esgoto para bacia sanitária	und	144,00	10%	R\$190,99	100%	R\$27.501,97
2.13	2.001.001.001	Bomba de recalque e sucção	und	3,00	0%	R\$2.826,67	-27%	R\$8.480,00

Tabela 4 – apuração do orçamento para instalações hidráulicas

(conclusão)

N.	Código (orçamento)	Descrição	Un.	Quant. Executada	Varição (quant. Executada X quant. orçada)	P.U. executado	Varição (P.U. executado X P.U. orçado)	Preço total
2.14	1.014.000.006	Prumada de água pluvial	m	322,35	0%	R\$63,85	109%	R\$20.581,11
2.15	1.014.000.015	Registro de gaveta com acabamento cromado até 1"	und	132,00	0%	R\$40,99	-41%	R\$5.410,08
2.16	1.014.000.007	Prumada de água quente	m	118,79	158%	R\$110,56	4%	R\$13.133,07
2.17	1.006.000.008	Ligação provisória de água no pavimento	und	15,00	0%	R\$109,56	-56%	R\$1.643,44
2.18	1.014.000.004	Prumada de água fria	m	565,33	514%	R\$35,72	26%	R\$20.193,74
2.19	1.006.000.007	Ligação Provisória de água para obra e instalação sanitária provisória, pequenas obras	und	1,00	0%	R\$3.047,88	45%	R\$3.047,88
2.20	1.014.000.009	Ramais de água quente	m	431,18	978%	R\$37,85	24%	R\$16.320,13
2.21	1.014.000.003	Hidráulica - Hidrômetros - Geral	und	122,00	12100%	R\$242,42	-8%	R\$29.575,68
								R\$688.662,03

Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2023.

O item com maior valor na apuração do orçamento foi o item de código 2.5 que se refere ao ponto de água fria, totalizando o preço de R\$ 130.088,31 o qual teve uma variação no preço unitário quando comparado o orçamento planejado e sua apuração possui um desvio de 125,80%.

Observa-se também que a apuração apontou divergência no quantitativo de alguns itens decorrentes as alterações nos projetos necessárias observadas pelo engenheiro da obra e projetista em conjunto. Estas alterações no projeto ocorreram após a realização do orçamento, e conseqüentemente o quantitativo dos itens também sofreram alterações.

Uma destas alterações foi no apartamento determinações “01” e “12” de cada pavimento, os quais antes seriam vendidos como um único apartamento com área maior que os demais apartamentos tipo do empreendimento que se caracterizam como apartamento studio. Porém, não houve sucesso na venda destes apartamentos maiores, visto que o perfil dos compradores é de investidores e não moradores.

Desta forma, foi solucionado o problema dividindo estes apartamentos em dois pelo mesmo preço, ficando então as terminologias como “01a”, “01b”, “12a” e “12b”. Esta solução acabou duplicando os banheiros destas unidades, havendo a modificação de 120 apartamentos para 138. Conseqüentemente as metragens de tubulação foram aumentadas para atender a nova demanda.

6.1.2.3 Indicador de produtividade

Obtendo os dados de produção para o serviço 2.7 do orçamento para o fornecimento e instalação em ramais de caixa sifonada de PVC com dimensões de 100 x 100 x 50 mm, para um encanador, a média obtida é de instalação de 21 caixas em um dia de trabalho.

Seguindo a Equação 1 e Equação 2 para dimensionamento da produtividade com base nos dados obtidos na apropriação em campo para o serviço de instalação das caixas sifonadas da equipe de hidráulica na obra em estudo composta por um encanador e um ajudante, realizou-se os cálculos o qual obteve-se uma RUP de 0,43 h/und e a produtividade de 2,33 und/h.

Estes cálculos tomaram como referência os insumos de mão de obra do encanador para a instalação da caixa sifonada de acordo com o código 89482 do SINAPI conforme indica a Figura 12:

Figura 12 - Tabela de composição do SINAPI

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
02.INHI.CRSP.001/01	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAIS DE ENCAMINHAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL. AF_06/2022	UN
Código SIPCI		Situação
89482		ATIVO
Vigência: 12/2014 Última Atualização: 11/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	122	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM *850* GR	ATIVO	UN	0,02920
I	5103	CAIXA SIFONADA PVC, 100 X 100 X 50 MM, COM GRELHA REDONDA, BRANCA	ATIVO	UN	1,00000
I	20083	SOLUCAO PREPARADORA / LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	ATIVO	UN	0,04400
I	38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	ATIVO	UN	0,00680
C	88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,21750
C	88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,21750

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2022.

A leitura da tabela do SINAPI é de que a RUP é de 0,217h/und, sendo a produtividade 4,60und/h., ou seja, é necessário 0,217 horas de um encanador para a instalação de uma caixa sifonada, ou seja, a produtividade necessária é de 4,60 und/h.

Como resultado para o RUP da apropriação foi encontrado o valor de 0,43h/und enquanto na tabela de referência do SINAPI o RUP requerido foi de 0,217h/und, sendo mais produtivo que a apropriação. A diferença entre a produtividade obtida em análise em campo e a proporcionada pelo SINAPI tem influência na forma em que o SINAPI não considera situações adversas, como a pandemia no período de realização do serviço de instalações hidráulicas. A falta do ajudante do encanador por alguns dias reduziu a produtividade do profissional.

No próximo tópico, será abordado o projeto de alvenaria, sua compatibilização, o orçamento previsto para este subsistema e a apuração do que foi gasto, além da produtividade em um dos serviços deste subsistema.

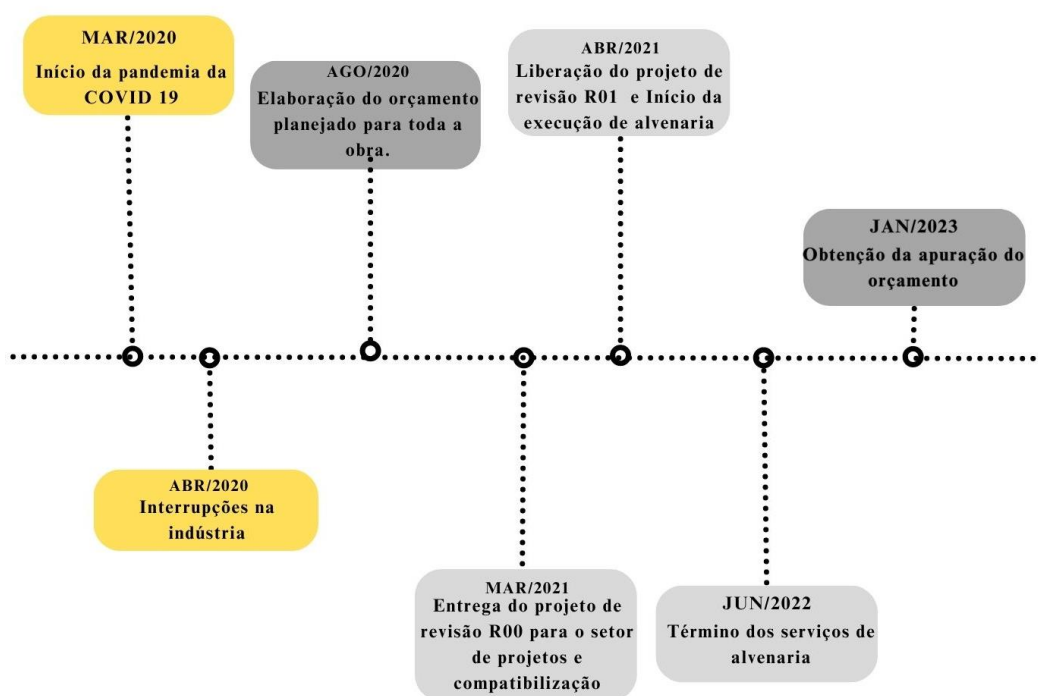
6.1.3 Projeto de alvenaria

Segundo Silva e Moreira (2017) o projeto de alvenaria deve indicar a locação das paredes de acordo com os eixos “x” e “y” definidos na obra contendo as dimensões conforme consta no projeto de arquitetura. Nele são indicadas as paredes que serão em alvenaria, conferindo a especificação do tipo de bloco que será utilizado, os comprimentos e distâncias em relação aos eixos a serem adotados, o tipo de amarração com os pilares e especificação da dimensão de vãos de elementos de esquadrias, além de detalhes construtivos. Também é importante que

contenham legendas e detalhamentos com linguagem clara para facilitar o entendimento na execução.

O projeto de alvenaria foi entregue em abril de 2021 e quando liberado o projeto, iniciou-se a execução. O término do serviço de alvenaria foi em junho de 2022 como demonstrado na Figura 13.

Figura 13 - Linha do tempo (Serviço de Alvenaria).



Fonte: A autora, 2023.

6.1.3.1 Compatibilização de projeto de alvenaria

A verificação de compatibilização do projeto de alvenaria, é realizado com base nos projetos de esquadrias e de arquitetura, como representado na Figura 14.

Figura 14 - Esquema de compatibilização de projeto de alvenaria com o projeto de esquadrias e arquitetura.



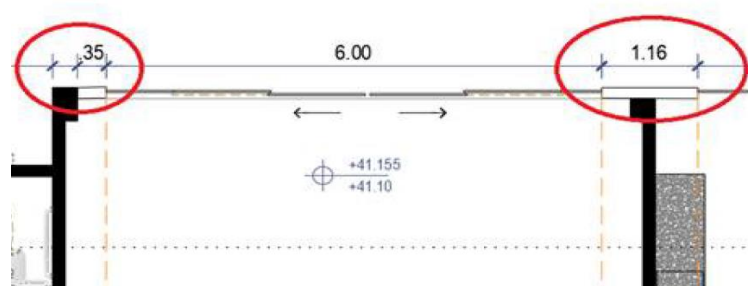
Fonte: A autora, 2023.

A compatibilização do projeto de alvenaria foi feita utilizando como referência o projeto executivo de arquitetura e projeto de esquadrias. Neste empreendimento foi utilizada a vedação de blocos cerâmicos em cômodos específicos. Foram analisadas as espessuras de alvenaria e atendimento aos vãos especificados nos projetos, atendendo aos vãos de esquadrias solicitados e espessuras de parede especificados no projeto de arquitetura.

Uma das incompatibilidades encontradas foi em relação a uma esquadria, representando trecho na Figura 15, o vão considerado pelo projeto de alvenaria, demonstrado na Figura 16, não atendia as dimensões necessárias para a esquadria, sendo o vão do projeto de alvenaria maior que o previsto. Caso o projeto já estivesse sendo executado de acordo como projeto de alvenaria que contem cota do vão de e 6,060 seria necessário quebrar a parede de alvenaria para atender o vão de 0,60 solicitado pelo projeto de arquitetura, diminuindo o vão com a dimensão que atendesse às especificações e refazer um trecho de alvenaria para possibilitar a instalação da esquadria.

Observa-se no trecho do projeto de arquitetura, na Figura 15, a necessidade de uma alvenaria com comprimento de 0,35m e outra de 1,16m para atender a esquadria de 6m.

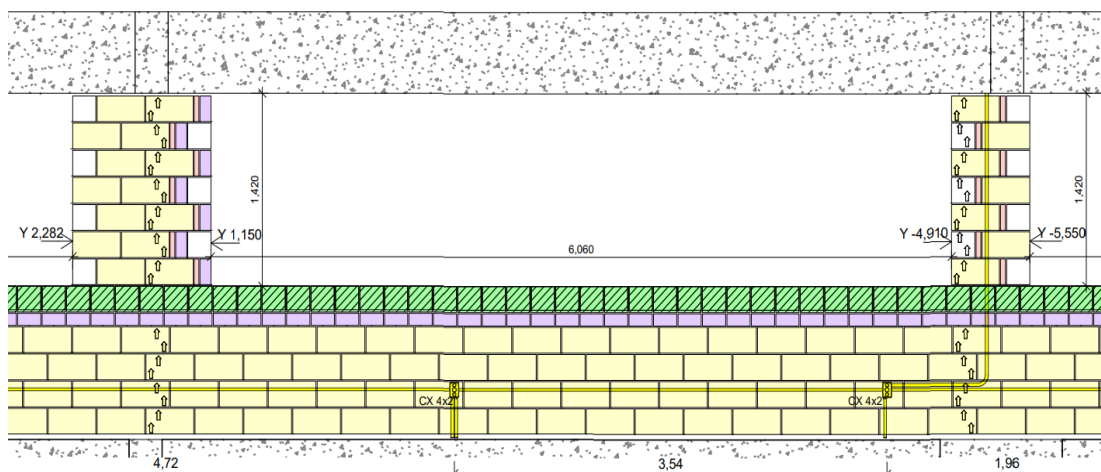
Figura 15 - Demonstrativo das larguras da Alvenaria necessária para atender vão de esquadria



Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2023.

Observando agora a Figura 16 contendo o mesmo trecho retirado do projeto de alvenaria sendo neste caso o detalhamento da elevação vista da fachada para dentro. A largura considerada foi 1,13 m na parede do lado direito 0,64 m, a parede do lado esquerdo, sendo 0,27 m correspondente ao pilar e 0,03m de espessura relativos ao contato da alvenaria com pilar considerando chapisco e tela galvanizada, obtendo um comprimento 0,34 m de alvenaria.

Figura 16 – Demonstração de trecho do projeto de alvenaria, vista em corte



Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2023.

A parede de alvenaria que de acordo com o projeto de arquitetura necessita ter 1,16 m de comprimento no projeto de alvenaria está com 1,132 m de comprimento. Necessita-se então realizar a demolição de uma área de 0,56m² referente a trecho destinado à instalação de a esquadria e realização de alvenaria de 1,68 m² para atender vão.

Para uma área de demolição de 0,56 m² (considerando pé direito de 2,80 m e comprimento demolido de 0,20 m) aproximadamente 0,6 m², estima-se que um pedreiro realiza demolição em 1h, o qual considerando os encargos sociais totaliza em 9 reais. E a execução de alvenaria de área 1,68 m² (Considerando pé direito de 2,8 m, alvenaria de 0,6 m), aproximadamente 2 m², realizando este serviço em 2 horas, o custo para a mão de obra de um pedreiro é de 18 reais.

Além dos custos de argamassa pronta e blocos que foram desperdiçados sendo a argamassa R\$3,05 por m² de alvenaria e aproximadamente 40 blocos para 1m² de alvenaria com custo de R\$ 168,00, o total de desperdício seria de R\$ 95,80. O custo para a compra de materiais do retrabalho corresponderia a R\$ 342,10.

6.1.3.2 Comparação entre orçamento planejado e apuração do orçamento

De acordo com o orçamento planejado para o serviço de alvenaria tem-se um valor de **R\$ 187.343,01** (cento e oitenta e sete mil trezentos e quarenta e três reais e um centavo), quando analisado o orçamento do que realmente foi utilizado tem-se um total de **R\$ 277.350,50** (duzentos e setenta e sete mil trezentos e cinquenta reais e cinquenta centavos).

- **ORÇAMENTO PLANEJADO**

A Tabela 5 se refere ao orçamento de alvenaria realizado na etapa de planejamento da obra, feito em agosto de 2020. Observa-se nesta tabela as numerações referentes a cada item, a coluna referente ao código do item, a descrição do serviço e sua unidade, o quantitativo levantado a partir dos projetos, seu preço unitário e o preço total, o qual correlaciona a quantidade com o preço unitário. A tabela possui suas linhas em ordem decrescente de acordo com o preço total, sendo o primeiro item o de maior custo para o orçamento do subsistema de alvenaria.

O item que obteve maior valor no orçamento planejado foi o 3.1 referente ao item de alvenaria de periferia com elevação com bloco cerâmico furado 09 x 19 x 19 cm, totalizando num preço de R\$ 101.833,48 que corresponde à 54,35% do preço total para o subsistema de alvenaria, seguido do item de número 3.2 referente ao item de alvenaria de bloco de concreto vedação 9 x 19 x 39 cm, totalizando num preço de R\$ 42.423,46 que corresponde a 22,64% do preço total do subsistema de alvenaria.

Tabela 5 - Orçamento planejado serviços de alvenaria

N.	Código	Descrição do serviço	Un.	Quantidade orçada	Preço unitário	Preço total
3.1	01.004.001.003	Alvenaria de periferia com elevação com bloco cerâmico furado 09x19x19cm	m2	2.016,76	50,4936	101.833,48
3.2	01.004.001.002	Alvenaria bloco concreto vedação 9x19x39 cm	m2	880,82	48,1636	42.423,46
3.3	1.004.001.001	Marcação de alvenaria de periferia	m	1.687,03	17,7416	29.930,61
3.4	01.004.001.004	Aperto de Alvenaria de Periferia, com argamassa pronta.	m	1.687,03	7,7980	13.155,46
						187.343,01

Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2022.

- APURAÇÃO DO ORÇAMENTO

A tabela 6 se refere a apuração do orçamento de alvenaria. Nesta tabela, observa-se a coluna com a numeração de cada item, que segue ordem conforme a Tabela 5, também possui uma coluna como código original do orçamento, seguida da descrição do serviço e de sua unidade. Após estas colunas têm-se as colunas de quantitativo e indicação de desvio entre o quantitativo do orçamento e o apurado, de igual forma tem-se o preço unitário e seus respectivos desvios de acordo com o orçamento planejado e a apuração, por fim, obtém-se a coluna com o preço total. Esta planilha foi realizada em janeiro do ano de 2023.

Tabela 6 – apuração do orçamento para os serviços de alvenaria

N.	Código (orçamento)	Descrição	Un.	Quant. Executada	Variação (quant. Executada X quant. orçada)	P.U. executado	Variação (P.U. executado X P.U. orçado)	Preço total
3.1	1.004.001.003	Alvenaria de periferia com elevação com bloco cerâmico furado 09x19x19cm	m ²	2.016,76	0%	R\$78,57	56%	R\$ 158.451,94
3.2	1.004.001.002	Alvenaria bloco concreto vedação 9x19x39 cm	m ²	880,82	0%	R\$74,69	55%	R\$ 65.786,24
3.3	1.004.001.001	Marcação de alvenaria de periferia	m	1.687,03	0%	R\$26,27	48%	R\$ 44.326,49
3.4	01.004.001.0	Aperto de Alvenaria de Periferia, com argamassa pronta.	m	1.687,03	0%	R\$5,21	-33%	R\$ 8.785,83
								R\$277.350,50

Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2023.

O item 3.1 continua sendo o de maior custo, conferindo o valor total de R\$ 158.451,94, uma diferença de R\$ 56.618,46. O preço unitário teve um aumento de 56%. E quanto ao item seguinte de maior custo, de forma semelhante, foi o item com código de número 3.2 referente a alvenaria bloco concreto vedação 9 x 19 x 39 cm conferindo um custo total de R\$ 65.786,24

o desvio de custo para o preço unitário de alvenaria bloco concreto vedação 9 x 19 x 39 cm entre o orçamento executado e a apuração foi de 55%.

O preço unitário orçado no planejamento, para o insumo do item 3.1 de material (bloco cerâmico furado 09 x 19 x 19 cm), foi de R\$ 1,50, e o preço unitário para o mesmo item em apuração também foi de R\$ 1,50. O aumento no preço total do serviço ocorreu pelo aumento no insumo de mão de obra necessário para atendimento ao avanço previsto no planejamento da obra e monitorado pelo acompanhamento mensal.

Para o item 3.3 referente à marcação de alvenaria de periferia, o desvio do preço unitário foi de 48% positivos. E o item de aperto de alvenaria 3.4 teve uma redução no preço unitário de 33%.

O insumo do item 3.2 referente ao material (bloco de vedação de concreto 09 x 19 x 39 cm) utilizado para a alvenaria de periferia da edificação foi orçado no planejamento com o preço unitário de R\$ 2,00 e o preço de aquisição no orçamento executado foi de R\$ 2,20. Logo, o desvio nos preços totais tem como influencia não só o aumento de preço unitário do insumo de material, mas relaciona-se também com o aumento do insumo de mão de obra para atendimento ao avanço determinado no cronograma da obra e monitorado pelo acompanhamento de planejamento mensal.

A diferença no preço total entre o orçamento planejado e o orçamento executado é associada aos aumentos de custos ocorridos no ano de 2020 por influência da pandemia, também pela inflação que cresceu significativamente neste período. Outro fator que influenciou neste serviço para o aumento no preço total, foi o aumento de mão de obra necessário para atender o cronograma e avanço planejado.

6.1.3.3 Indicador de produtividade

Com base nos dados coletados do acompanhamento em obra durante a execução do serviço de elevação de vedação de blocos cerâmicos de 9 x 19 x 39 cm (item 3.1 do orçamento), foi encontrada uma média da equipe que em 74,70 horas de trabalho de um pedreiro tem-se a produção de 63,10 m² de alvenaria.

Utilizando a Equação 1 e Equação 2 para obtenção dos valores de RUP e da produtividade, tem-se os cálculos presentes do Apêndice C, conferindo os resultados de RUP igual a 1,528 h/m², e a produção igual a 0,654m²/h.

Estes cálculos levaram em consideração a mão de obra do Pedreiro conforme a Figura 17, que representa a composição de custo unitário no SINAPI de código de SIPC 103316, referente ao serviço de alvenaria de vedação de blocos vazados de concreto de 9 x 19 x 39 cm.

Figura 17 - Tabela de composição do SINAPI

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.PARE.ALVE.022/02	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 9X19X39 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_12/2021	M2
Código SIPC		Situação
103323		ATIVO
Vigência: 12/2021 Última Atualização: 12/2021		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	34557	TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	ATIVO	M	0,42000
I	37395	PINO DE AÇO COM FURO, HASTE = 27 MM (AÇO DIRETA)	ATIVO	CENTO	0,00500
I	37592	BLOCO CERÂMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO, FURAS NA VERTICAL,, 9 X 19 X 39 CM (NBR 15270)	ATIVO	UN	13,60000
C	87369	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL. AF_08/2019	ATIVO	M3	0,01040
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,59000
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,29500

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2022.

Fazendo a interpretação do que consta no SINAPI, obtém-se que para a produção de 1m² de alvenaria, tem-se a necessidade de 0,73h (Horas homem) ou seja, a RUP é 0,73h/m², e a produtividade de 1,37m²/h.

Esta diferença existe porque esta foi a primeira obra com esta equipe de alvenaria, desta forma, levou-se tempo para que o entrosamento entre a equipe acontecesse. Também se tem como influência a contaminação dos funcionários pela Covid 19 durante o período da pandemia. Neste período de contaminação, houve dias em que foi necessário solicitar ajuda de pedreiros que não eram funcionários da obra para dar continuidade na produção. Estes eram pagos pela diária trabalhada até que a mão de obra da empresa pudesse retornar.

6.2 PROJETOS NÃO COMPATIBILIZADOS

O projeto que não passou por compatibilização foi o referente ao subsistema de instalações elétricas. Este teve todas as revisões compatibilizadas, porém, realizando a etapa executiva de áreas privativas, houve uma nova revisão, alterando locações e quantidades de acabamentos elétricos.

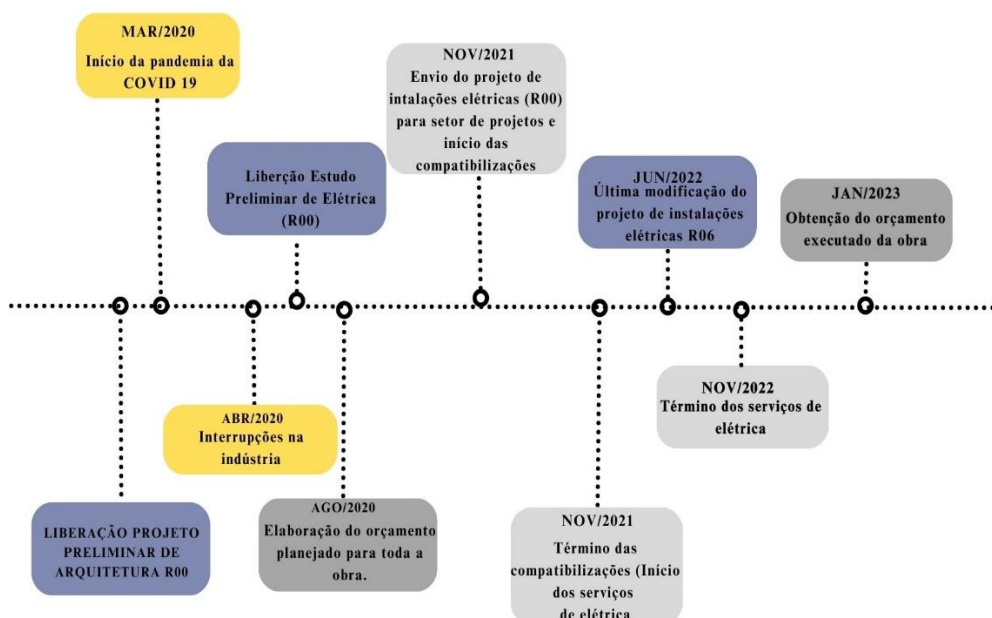
6.2.1 Projeto de instalações elétricas

O projeto de instalações elétricas deve conter, conforme a NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão (ABNT, 2008), plantas, detalhes de montagem, memorial descritivo para as instalações, especificação do componente, como por exemplo: descrição, características nominais e normas que devem ser atendidas. Também deve conter os parâmetros dos projetos como a especificação das correntes do circuito, queda de tensão, fatores de demandas considerado, temperatura e outros tipos de especificação.

Para o entendimento do projeto de instalações elétricas deve conter legendas para especificar o tipo de símbolo que consta no projeto e a que este se refere. Também, é importante apresentar em projeto as alturas de cada acabamento, e distâncias com referencial para que sejam alocados apropriadamente em campo.

A última revisão do projeto de elétrica do empreendimento foi em junho de 2022, quando já haviam sido comprados todos os acabamentos elétricos e realizados algumas unidades privativas, como mostra a Figura 18.

Figura 18 - Linha do tempo - Serviços de instalações elétricas



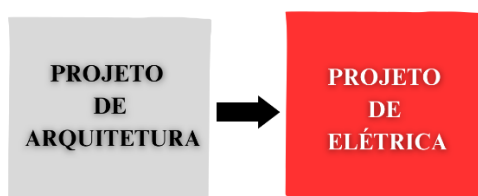
Fonte: A autora, 2023.

A obra estava prevista para ser entregue no final de novembro de 2022, desta forma, o prazo para finalização dos serviços de elétricas já havia passado do planejado tornando-se um risco para atraso da obra.

6.2.1.1 Compatibilização de projeto de instalações elétricas

A verificação de compatibilização do projeto de elétrica, é realizado fazendo a análise juntamente com o projeto de arquitetura, conforme indicado na Figura 19.

Figura 19 - Esquema de compatibilização de projeto de arquitetura com o projeto de elétrica



Fonte: A autora, 2023.

Quanto ao projeto de elétrica, este foi feito baseado nas especificações do projeto de arquitetura, o qual inicialmente não apresentava os detalhes necessários da iluminação e pontos de força para levantamento e especificações. Desta forma, o projeto de elétrica apresentou os pontos de iluminação e força que seriam necessários segundo a NBR 5410 para o empreendimento, conforme a planta de arquitetura.

Após o início da execução dos serviços de elétrica, houve a liberação dos detalhes para a iluminação e pontos de força pelo arquiteto, o qual foi necessária uma nova revisão do projeto de instalações elétricas e posterior compatibilização, durante o período de execução dos serviços de elétrica, entre os projetos de arquitetura e instalações elétricas.

O projeto anterior de instalações elétricas não contemplava os itens de acabamento elétrico que foram projetados pela arquitetura para cada apartamento e áreas comuns, o que impactou no quantitativo dos insumos e serviços, interferindo consequentemente no custo. Também gerou retrabalho para as equipes de instalações elétricas, pois houve mudanças nas especificações e locações. O que no fim impactou no custo total do serviço e da obra.

6.2.1.2 Comparação entre orçamento planejado e apuração do orçamento

O orçamento planejado para o serviço de sistema elétrico é de **R\$ 616.609,18** (seiscentos e dezesseis mil seiscentos e nove reais e dezoito centavos), quando analisado o orçamento executado tem-se um total de **R\$ 1.271.637,82** (um milhão duzentos e setenta e um mil seiscentos e trinta e sete reais e oitenta e dois centavos). O desvio do orçamento planejado para o orçamento executado foi de 106,23% positivos, como demonstrados na Tabela 7 e Tabela 8.

- **ORÇAMENTO PLANEJADO**

A Tabela 7 se refere ao orçamento de instalações elétricas planejado na etapa de planejamento da obra, realizado em agosto de 2020. Observa-se nesta tabela as colunas referentes a numeração, ao código do item, a descrição do serviço, também tem a unidade com o qual este item foi orçado, o quantitativo levantado a partir dos projetos, seu preço unitário e o preço total. A ordem da tabela segue a lógica do maior preço orçado no planejamento para o menor preço.

O item que segundo o orçamento planejado teve maior custo, foi o de código 4.1 referente aos pontos de tomadas, o qual foram previstas 735 unidades, totalizando num preço de R\$ 114.179,31. Em seguida, tem-se o item de código de número 4.2 o qual refere-se ao insumo ponto de iluminação, tendo sido planejados 813 pontos de iluminação, totalizando num preço de R\$ 83.232,18.

Tabela 7 – orçamento de instalações elétricas planejado

(continua)

N.	Código	Descrição	Un.	Quantidade orçada	Preço unitário	Preço total
4.1	01.015.002.004	Ponto de tomada	und	735,00	155,35	114.179,31
4.2	01.015.002.002	Ponto de Iluminação	und	813,00	102,38	83.232,18
4.3	01.015.001.005	Gerador de energia elétrica para edificações residenciais	und	1,00	80.000,00	80.000,00
4.4	01.015.002.003	Ponto de interruptor	und	543,00	126,28	68.569,88
4.5	01.015.002.006	Quadro de distribuição residencial	und	120,00	509,68	61.162,19
4.6	01.017.003.001	Ponto de força para as condensadoras de ar condicionado a ser executado através de eletroduto de PVC rígido rosqueável, incluindo o fornecimento e instalação	und	140,00	280,26	39.237,09
4.7	1.005.002.007	Despesas com Energia Elétrica	mês	24,00	1.600,00	38.400,00
4.8	01.015.002.001	Alimentadores - Material e Mão de Obra	und	120,00	315,49	37.859,39
4.9	01.015.002.005	Ponto de campanha	und	120,00	234,08	28.089,67

Tabela 7 – orçamento de instalações elétricas planejado

(conclusão)

N.	Código	Descrição	Un.	Quantidade orçada	Preço unitário	Preço total
4.10	1.002.002.014	Equipe Elétrica	mes	9,00	1.800,00	16.200,00
4.11	01.015.001.002	Quadro de distribuição geral	und	1,00	15.000,00	15.000,00
4.12	01.015.001.003	Luminárias e lâmpadas - Área comum	und	93,00	145,13	13.496,63
4.13	01.015.001.004	Ponto de sensor de presença embutido em parede com eletroduto de pvc rígido Ø 3/4"	und	45,00	156,62	7.047,94
4.14	1.015.001.001	Abrigo de CDM - Material e M.O	und	2,00	2.788,36	5.576,72
4.15	1.006.000.005	Ligação Provisória de luz e força para obra	und	1,00	4.000,00	4.000,00
4.16	1.006.000.006	Ligação provisória de luz e força no pavimento	und	15,00	250,00	3.750,00
4.17	01.019.000.004	Iluminação para poço do elevador - Material e M.O	und	8,00	101,02	808,18
						616.609,18

Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2022.

- APURAÇÃO DO ORÇAMENTO

A Tabela 8 refere-se à apuração de instalações elétricas que foi executado. Nesta tabela, observa-se a coluna de numeração e código correspondente ao código do item relacionado na tabela 7. Também possui a descrição do serviço, a unidade do serviço, a quantidade e o desvio entre o planejado e a apuração, o preço unitário, indicando também o desvio entre preço unitário planejado e apropriação e o valor total. Esta planilha foi realizada em janeiro do ano de 2023. A ordem das linhas da tabela seguiu de acordo com a ordem dos códigos demonstrados na Tabela 7. O item de código 4.1 que de acordo com o orçamento planejado teve maior custo também foi o de maior custo em apuração, porém houve alterações no quantitativo no geral, justificado pelo histórico apresentado.

Tabela 8 – apuração do orçamento para o serviço de instalações elétricas

(continua)

N.	Código (orçamento)	Descrição	Un.	Quant. Executada	% Variação (quant. Executada X quant. orçada)	P.U. executado	% Variação (P.U. executado X P.U. orçado)	Preço total
4.1	1.015.002.004	Ponto de tomada	un.	2523,00	243%	R\$ 135,60	-13%	R\$342.109,01
4.2	1.015.002.002	Ponto de Iluminação	un.	1143,00	41%	R\$94,20	-8%	R\$107.670,93
4.3	1.015.001.005	Gerador de energia elétrica para edificações residenciais	un.	1,00	0%	R\$128.437,25	61%	R\$128.437,25
4.4	1.015.002.003	Ponto de interruptor	un.	1143,00	110%	R\$9,52	-92%	R\$10.876,15
4.5	1.015.002.006	Quadro de distribuição residencial	un.	138,00	15%	R\$211,07	-59%	R\$29.127,85
4.6	1.017.003.001	Ponto de força para as condensadoras de ar condicionado a ser executado através de eletroduto de PVC rígido rosqueável, incluindo o fornecimento e ins	un.	158,00	13%	R\$17,75	-94%	R\$2.804,00

Tabela 8 – apuração do orçamento para o serviço de instalações elétricas

(continuação)

N.	Código (orçamento)	Descrição	Un.	Quant. Executada	% Variação (quant. Executada X quant. orçada)	P.U. executado	% Variação (P.U. executado X P.U. orçado)	Preço total
4.7	1.005.002.007	Despesas com Energia Elétrica	un.	24,00	0%	R\$2.055,96	28%	R\$49.343,13
4.8	1.015.002.001	Alimentadores - Material e Mão de Obra	un.	130,00	8%	R\$ 2.166,40	587%	R\$281.632,22
4.9	1.015.002.005	Ponto de campanha	un.	138,00	15%	R\$155,74	-33%	R\$21.492,37
4.10	1.002.002.014	Equipe Elétrica	un.	16,00	78%	R\$2.107,22	17%	R\$33.715,58
4.11	1.015.001.002	Quadro de distribuição geral	un.	1,00	0%	R\$71.899,17	379%	R\$71.899,17
4.12	1.015.001.003	Luminárias e lâmpadas - Área comum	un.	1705,00	1733%	R\$91,15	-37%	R\$55.418,88
4.13	1.015.001.004	Ponto de sensor de presença embutido	un.	145,00	222%	R\$77,16	-51%	R\$11.188,49
4.14	1.015.001.001	Abrigo de CDM - Material e M.O	un.	2,00	0%	R\$4.551,80	63%	R\$9.103,59

Tabela 8 – apuração do orçamento para o serviço de instalações elétricas

(conclusão)

N.	Código (orçamento)	Descrição	Un.	Quant. Executada	% Variação (quant. Executada X quant. orçada)	P.U. executado	% Variação (P.U. executado X P.U. orçado)	Preço total
4.15	1.006.000.005	Ligação Provisória de luz e força para obra	un.	1,00	0%	R\$6.052,69	51%	R\$6.052,69
4.16	1.006.000.006	Ligação provisória de luz e força no pavimento	un.	15,00	0%	R\$267,10	7%	R\$4.006,49
4.17	1.019.000.004	Iluminação para poço do elevador - Material e M.O	un.	8,00	0%	R\$845,00	736%	R\$ 6.760,02
								R\$1.271.637,82

Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2023.

Analisando o item de código 4.1 a quantidade executada demonstrada em apuração foi de 2.523 pontos enquanto foram previstos apenas 735 pontos. O preço unitário do item foi menor que o planejado, porém, a grande diferença no quantitativo de pontos de tomada resultou uma divergência significativa no orçamento, totalizando em R\$ 227.929,70 de custo não orçado apenas em um item.

Outro item que possui uma grande divergência no quantitativo é o item 4.12 referente às luminárias e lâmpadas – Área comum. A quantidade orçada foi 93, porém a executada foi de 1.705 luminárias e lâmpadas para a área comum, resultando numa diferença de R\$ 141.922,25 apenas no item.

Desta forma, nota-se que o fator que resultou no desvio dos preços totais foram as incompatibilidades entre levantamentos, aumentando R\$ 616.680,07 apenas em instalações elétricas.

6.2.1.3 Indicador de produtividade

Utilizando os dados obtidos em campo para o item 4.5 do orçamento referente ao serviço de instalação e fornecimento de quadro de distribuição de luz em PVC para 8 disjuntores, foi considerado que a média do eletricitista com encargos complementares e equipe (um auxiliar) é a instalação de 36 quadros de distribuição em uma semana de trabalho, ou seja, 40h.

Utilizando a Equação 1 e a Equação 2 para obtenção do RUP e da produtividade conforme cálculos presentes no Apêndice D, obteve-se a RUP de 0,61 H/und e a produtividade de 1,64 und/H.

Estes cálculos levaram em consideração o insumo de mão de obra do Eletricista conforme a composição de custo unitário, apresentada na Figura 20:

Figura 20 - Tabela de composição do SINAPI

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
02.INEL.ELE2.007/01	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ EM PVC PARA 8 DISJUNTORES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN
Código SIPCI	AF_10/2020	
101872		
Vigência:		Última Atualização: 10/2020

COMPOSIÇÃO				
Item	Código	Descrição	Unidade	Quant.
I	*	BARRAMENTO NEUTRO E TERRA 6/8 DISJUNTORES	UN	2,00000000
I	*	SUORTE PARA 12 DISJUNTORES	UN	1,00000000
C	88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,52790000
C	88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,52790000
C	87367	ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M3	0,00740000
I	39795	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO, SEM BARRAMENTO, EM PVC, DE EMBUTIR, PARA 8 DISJUNTORES DIN	UN	1,00000000

SINAPI, 2022.

Analisando o insumo de eletricitista com encargos complementares, observa-se que para a execução de um quadro de luz é necessário apenas 0,527 h/und. E a produtividade é de 1,89 und/h.

As divergências conferidas nas produtividades de apropriação e na referência do SINAPI são justificadas pelo fato de que a logística para disponibilização dos materiais para o serviço

tornava o processo lento, considerando que no período da execução deste serviço havia apenas uma cremalheira para atender o serviço em questão e os demais serviços que estavam acontecendo na obra.

A falta de detalhamento no projeto de arquitetura foi o fator mais significativo para a explicação dos resultados obtidos deste sistema. Como apontado por Oscar (2016), a falta de detalhamento abre margem para erros e torna-se um influenciador nos resultados do planejamento, sendo o que de fato aconteceu para este sistema, tornando os recursos insuficientes e o prazo estabelecido não condizente com a realidade.

6.3 RESUMO DAS ANÁLISES

A Tabela 9 possui um resumo dos orçamentos e apuração para os serviços de fachada, instalações hidráulicas, alvenaria e instalações elétricas. Também possui as porcentagens do quanto a apuração desviou do orçamento, sendo este desvio calculado com a diferença entre o custo obtida após apuração e o planejado, dividido pelo custo planejado. Quando o desvio for positivo, significa que houve um aumento, e quando negativo significa uma diminuição.

Tabela 9 - tabela comparativa de orçamento planejado x planejamento executado

SERVIÇO	CUSTO		ÍNDICE DE DESVIO(%)
	PLANEJADO	EXECUTADO	
FACHADA	R\$ 571.220,37	R\$ 567.135,40	-0,72%
INST. HIDRÁULICAS	R\$ 503.791,31	R\$ 688.662,03	36,70%
ALVENARIA	R\$ 187.343,01	R\$ 277.350,50	48,04%
INST. ELÉTRICAS	R\$ 616.609,18	R\$ 1.271.637,82	106,23%
TOTAL	R\$ 1.878.963,87	R\$ 2.804.785,75	49,27%

Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2023.

A Tabela 10 demonstra o custo dos subsistemas construtivos estudados neste trabalho por área construída do empreendimento, sabendo que a área total construída é de 5.613,60 m².

Tabela 10 - custo dos serviços de fachada, instalações hidráulicas, instalações elétricas e alvenaria por m²

CUSTO/ÁREA			
ÁREA CONSTRUIDA (M ²)	CUSTO PLANEJADO POR ÁREA (R\$/M ²)	CUSTO EXECUTADO POR ÁREA (R\$/M ²)	ÍNDICE DE DESVIO(%)
5613,60	334,72	499,64	49,27%

Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2023.

Fazendo-se uma análise nestes resultados obtidos, os subsistemas em apuração do orçamento estão 49,27% maiores que o planejado por m² do empreendimento. Ou seja, enquanto o m² orçado custava 334,72 reais, após apuração, para estes subsistemas em questão, tem-se um total de 499,64 reais por m².

A diferença entre o orçamento destes sistemas construtivos e a apropriação é de **R\$ 827.838,76**. Esta diferença está relacionada tanto ao aumento da inflação no setor de construção civil que por conta da pandemia da SARS-COV-2 esse aumento ocorreu maior que o habitual, em que no período de junho de 2021 o ICC estava em 2,16 e no ano de 2021 o acumulado desta inflação chegou a 13,84.

Para o caso dos serviços de instalações elétricas e hidráulicas, outro fator de grande importância que afetou o custo, foram as diferenças de quantitativos de unidade de serviço previstos e executados devido a alteração do projeto durante a execução. Observa-se a importância de se ter todos os projetos executivos na etapa do planejamento da obra, para posterior elaboração do orçamento para que não se tenha alterações significativas nos levantamentos e quantitativos da obra.

A falta de detalhamento do projeto de elétrica é o principal motivo para a variação significativa do orçamento. Oscar (2016) aponta em seu projeto de graduação o caso da execução de um shopping que sofreu com retrabalhos de mão de obra e aumento significativo do custo da construção decorrentes à falta de detalhamento dos projetos. De igual modo, vê-se que a falta de detalhamento de projetos é um fator de grande influência nos resultados de uma obra.

Referindo-se às comparações dos indicadores de produtividade, a Tabela 11 demonstra de forma mais clara a comparação entre a produtividade de mão de obra de apropriação em obra e a produtividade de mão de obra prevista no SINAPI.

Tabela 11 - quadro comparativo de Índices de produtividade do SINAPI X Índices de produtividade da obra em estudo.

INDICADORES DE PRODUTIVIDADE (MÃO DE OBRA)								
SUBSISTEMA CONSTRUTIVO	SERVIÇO	UNI	INSUMO	UNI	SINAPI		APROP.	
					RUP	PROD	RUP	PROD
FACHADA	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1.2.8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25MM	M ²	PEDREIRO	H	0,679	1,473	1,090	0,917
INST. HIDRAULICA	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAIS DE ENCAMINHAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	UNI	ENCANADOR	H	0,218	4,598	0,429	2,333
ALVENARIA	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 9X19X39 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL.	M ²	PEDREIRO	H	0,590	1,695	1,528	0,654
INST. ELÉTRICAS	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ EM PVC PARA 8 DISJUNTORES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UNI	ELETRICISTA	H	0,528	1,894	0,61	1,639

Fonte: a autora, 2023.

Os coeficientes indicados pelo SINAPI para os demais serviços, ou seja, as “horas” solicitadas para cada unidade de serviço de produção é sempre menor que o alcançado em apropriação, e conseqüentemente, as produtividades demonstradas pelo SINAPI são sempre maiores do que as que foram alcançadas em campo.

Outro fator que pode explicar esta variação entre as produtividades de apropriação e as produtividades obtidas pelo SINAPI é o fato de o SINAPI não considerar imprevistos, como fenômenos naturais ou incorridos que inviabilizam a produção, como relatado no caderno de metodologia e conceitos do SINAPI (2023) p. 70 parágrafo 5. referente ao item levantamento de dados, como a crise higiênica, ocasionada pela pandemia.

A produtividade de um funcionário também está ligada a condições de saúde, satisfação no trabalho ou adaptação com a equipe de trabalho.

No próximo tópico, será abordado possíveis soluções aos problemas de incompatibilidade de projetos.

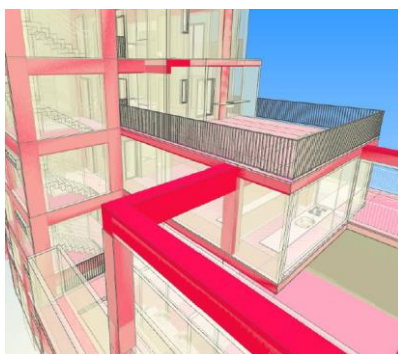
6.3.1 METODOLOGIAS INOVADORAS

Realizando pesquisas quanto tecnologias que auxiliam na compatibilização entre os sistemas construtivos, foram encontradas algumas, tais quais:

- BimCollab:

Nesta ferramenta tem-se a abertura de documentos IFC, possibilitando a visualização do projeto em 3D. Não é possível editar o projeto, mas apenas visualizar um ou mais projetos ao mesmo tempo, editando apenas o modo de visualização de cada projeto. Por exemplo: pode-se visualizar o projeto de arquitetura na cor branca com 50% de transparência, e o projeto de estruturas na cor vermelho sólido como observado na Figura 21. Desta forma pode-se realizar a compatibilização em 3D dos dois projetos.

Figura 21- Processo de compatibilização entre arquitetura e estruturas no BimCollab



Fonte: J.A.G.D.S.S. construção e empreendimentos, 2022.

Além da visualização de diferentes projetos ao mesmo tempo, também tem-se a possibilidade de liberar acesso para diferentes logins. Isto facilita a comunicação entre projetistas e gerente de projetos. Dentro da plataforma, pode-se inserir as chamadas “issues” em que são problemas encontrados pelo gerente de projetos, possibilitando gravar exatamente onde foi vista a incompatibilidade ou erro no projeto.

Na criação das “issues” pode-se colocar quem é o responsável pela ação necessária para corrigir o projeto, quem é o autor, ou seja, quem visualizou e marcou a “issue”. Também pode ser inserido comentário, possibilitando que se deixe mais claro a ação necessária.

As “issues” ficam em uma página, podendo ser monitoras e marcadas como resolvido/não resolvido, estabelecer prazos para correção e melhorar o controle de compatibilização.

- BIM

De acordo com a ABRASFE (2020) a plataforma BIM possibilita a modelagem da informação da construção, ou seja, permite que sejam colocadas todas as informações construtivas que serão utilizadas no empreendimento, desde o tipo de bloco de vedação, até a esquadria escolhida. Esta modelagem está presente em todas as etapas da construção.

A integração das informações em softwares BIM, irá auxiliar na construção do empreendimento, envolvendo a parte de planejamento, orçamento, fundação, estrutura, instalações prediais, acabamentos e demais serviços.

Uma das atribuições dos softwares BIM é a modelagem em 3D, onde tem-se o prédio elevado virtualmente, antes da execução propriamente dita. Esta modelagem, visualiza o projeto como um todo, com maior facilidade, apontado com maior velocidade qualquer incompatibilidade existente como observado da Figura 22 que representa um exemplo da empresa Rezzenti Arq. e Construção, disponibilizada em seu website, citada para melhor contextualização do que está sendo apresentado.

Figura 22 - Representação de modelagem e compatibilização utilizando o BIM.



Fonte: PROJETO BIM, 2023.

Outra atribuição é a de inserir revestimentos, portas, janelas e acabamentos em geral. Após o detalhamento dentro do projeto, pode realizar um levantamento automático de quantitativo dos materiais e o orçamento.

Nesta mesma modelagem, é possível realizar o projeto de instalações de hidráulica, elétrica, sistemas mecânicos, entre outros. Podendo desenvolver dentro do software praticamente todas as fases de uma obra.

A utilização da metodologia BIM garante aumento de produtividade na execução, pelo fato de possibilitar que mais de uma pessoa edite o projeto ao mesmo tempo, e tem-se a diminuição do retrabalho, visto que as incompatibilidades são vistas na hora da modelagem.

7 FUTUROS TRABALHOS

A partir deste trabalho, deixam-se possibilidades para novos estudos como:

- Estudo da metodologia BIM e os impactos na implementação em um empreendimento;
- Estudos que correlacionem os dados do SINAPI em determinada região e a apropriação em canteiros de obras para esta mesma região;
- Impactos da pandemia no setor da Construção Civil.

8 CONCLUSÃO

Observou-se que subsistemas que não tiveram seus projetos devidamente compatibilizados antes da execução e que não estavam com o detalhamento necessário para realização de levantamentos, teve resultados com grandes desvios negativo no custo e no prazo que havia sido estabelecido no planejamento e no orçamento. Viu-se que quanto aos serviços que tiveram os projetos previamente compatibilizados, houve diferença de custo decorrente às variações econômicas que estavam ocorrendo na época. Desta forma, vê-se a importância da atenção aos projetos, compatibilização e detalhamento.

A disponibilidade de um projeto base com o máximo de detalhes possível é essencial para a realização de um orçamento efetivo. O dimensionamento do projeto de instalações elétricas foi realizado com base nas necessidades indicadas no projeto preliminar de arquitetura. Mas o projetista de arquitetura mais a frente detalhou o projeto contendo maior quantidade de pontos de iluminação para atender as características do empreendimento, desta forma, o projetado para as instalações elétricas no planejamento não refletia os detalhes executivos requerido para este empreendimento.

A liberação do projeto executivo de arquitetura contemplando o detalhamento da edificação só foi realizada após a conclusão do orçamento. Sendo assim o orçamento foi realizado com base no projeto preliminar de arquitetura, isto implicou diretamente nos resultados relacionados ao orçamento, planejamento e índices da obra. Desta forma, é importante que o projeto de arquitetura esteja bem detalhado quanto aos pontos de elétrica necessários, pontos de hidráulica, esquadrias, e detalhes construtivos sempre que necessário, pois nota-se que um projeto de arquitetura quando não detalhado, tem-se como reflexo o aumento no desvio do resultado do orçamento.

A pandemia teve grande influência nas diferenças entre o orçamento executado e o orçamento planejado, visto que além da instabilidade econômica mundial, interferindo nas transações e exportações de materiais, também houve mudanças no funcionamento comercial de todo o Brasil.

As indústrias pararam por um período, assim como as construções em seguida, após a definição de construção civil como atividade essencial, as indústrias não conseguiram atender a demanda de produção. Todos estes fatos tiveram grande impacto nos custos unitários dos

insumos, além de influenciar no aumento da inflação no Brasil, como foi observado com o aumento de preço unitário de vários itens.

A produtividade em obra, quando comparado com o SINAPI possui resultados diferentes. Mesmo em serviços compatibilizados, houve uma diferença onde a produtividade foi menor. Pode-se notar as diferenças nas produtividades, pelo fato do SINAPI considerar as condições ideais para a execução de determinado serviço, não levando em consideração imprevisto, crises, como a pandemia da Covid 19, ou fenômenos naturais.

Observa-se também que a produtividade irá variar de acordo com a satisfação do trabalhador com a empresa, também com relação ao entrosamento com a equipe de trabalho e a liderança do gestor também irá depender de itens externos e pessoais.

Quanto as tecnologias, é importante estar sempre se atualizando e buscando formas de facilitar o gerenciamento de projetos, setor que possui grande importância em um planejamento. Estas ferramentas diminuem o tempo de compatibilização, e ampliam a comunicação entre os projetistas, além de facilitar a visualização para compatibilização entre os diferentes projetos. Atualmente, o desenvolvimento tecnológico no setor de projetos em construção civil, tem se ampliado sendo cada vez mais solicitado na indústria.

Como impacto identificado da compatibilização de projetos sobre a produtividade, observa-se que a produtividade é relacionada à produção e os fatores utilizados na produção, como tempo de mão de obra, materiais e recursos. O consumo unitário é composto pelo tempo de mão de obra, materiais e recursos para determinado serviço. Desta forma, observado no caso do projeto que não foi compatibilizado, houve uma mudança significativa nos quantitativos dos serviços, alterando também o quantitativo final do serviço, afetando a produtividade, visto que o custo para determinado serviço irá aumentar e os valores de mão de obra, materiais, equipamentos e recursos irão aumentar de modo semelhante.

REFERÊNCIAS

- 5 DICAS para aumentar a produtividade e eficiência operacional da sua obra. **Blog CGF Seguros**. Bandeirantes, 2022. Disponível em: <https://www.cgfseguros.com.br/aumentar-a-produtividade-e-eficiencia-operacional>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6492**: Documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12722**: Discriminação de serviços para construção de edifícios: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13755**: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante: Projeto, execução, inspeção e aceitação. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5626**: Sistemas prediais de água fria e água quente: projeto, execução operação e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ACESSO. **Plataforma BIM, tudo sobre a grande tendência da construção**. São Paulo. 2020. Disponível em: <https://abrasfe.org.br/plataforma-bim-tudo-sobre-a-grande-tendencia-da-construcao/#:~:text=Plataforma%20BIM%20%C3%A9%20a%20modelagem,em%20cada%20parte%20dessa%20planta>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **Preço do aço tem alta de 72% em um ano e aumento prejudica a indústria**. 2021. São Paulo. Disponível em: <https://abimaq.org.br/blogmaq/306/preco-do-aco-tem-alta-de-72-em-um-ano-e-aumento-prejudica-a-industria> Acesso em: 05 fev. 2023.
- ARAÚJO, V. **Compatibilização de Projetos de Edificações**. Trabalho de conclusão de curso (especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A9PJJZ/1/monografia__vivian_martins_ara_jo.pdf. Acesso em: 16 abr. 2023.
- AZUMA, F. *et al.*, Inovação tecnológica: técnicas e ferramentas aplicadas ao projeto de edificações. **Produção Online**, Florianópolis, nov. v.7. p.1-17. 2007. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/70/70>. Acesso em: 16 abr. 2023.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI**: sumário de publicações. Brasília: Governo Federal, 2024. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-sumario-composicoes->

aferidas/SUMARIO_DE_PUBLICACOES_E_DOCUMENTACAO_DO_SINAPI.pdf Acesso em: 06 mar. 2023.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI: metodologias e conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal.** 9. ed. Brasília: CAIXA, 2023. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-manual-de-metodologias-e-conceitos/Livro1_SINAPI_Metodologias_e_Conceitos_9_Edicao.pdf. Acesso em: 12 abr. 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONTRUÇÃO. **Manual básico de indicadores de produtividade na construção civil**, Brasília, 2017. Distrito Federal: CBIC, 2017. v.1. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Manual_Basico_de_Indicadores_de_Produtividade_na_Construcao_Civil_2017.pdf. Acesso em: 17 abr. 2023.

CARPINTÉRO, J.; MARTINEZ, J.; BACIC, M. **Introdução ao custo e aos Sistemas de Custeio**. Campinas, 1982. Disponível em: https://www.eco.unicamp.br/neit/images/stories/CTAE_CD2/introd_ao_custo_aos_sistemas_de_custeio.pdf . Acesso em: 16 abr. 2023.

CARVALHO, G. L.; ALMEIDA, I. A. C. A representação do projeto arquitetônico aliado a computação gráfica aos traçados de desenhos tradicionais. *In: XIV CONGRESSO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA GRÁFICA*, 2002, Espanha. **Anais [...]**. Espanha: Santander, 2002. *1 pen drive*.

CARVALHO, M. **SINAPI: tabela, composição e como usar**. Rio Grande do Sul: CARLUC, 2022. Disponível em: <https://carluc.com.br/orcamento/sinapi/#:~:text=5%20Refer%C3%AAsAncias-,O%20que%20%C3%A9%20SINAPI%3F,e%20servi%C3%A7os%20da%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil>. Acesso em: 08 jun. 2023.

CONSTRUCTION INDUSTRE INSTITUTE. *Constructability: a primer*. 2.ed. Austin: Cil, 1986. Disponível em: <https://www.coursehero.com/file/145916021/Constructability-A-Primerpdf/>. Acesso em: 15 mai. 2023.

CREMON, P. Estudo de caso: **comparativo de produtividade entre sinapi e empreiteira de pequeno porte, para execução de alvenaria de vedação em uma habitação residencial vertical**. 2014. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, Paraná. 2014. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6219/3/CM_COECI_2014_2_11.pdf. Acesso em: 12 abr. 2023.

FABRICIO, M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios. 2002**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcio-Fabricio/publication/264825683_Projeto_Simultaneo_na_Construcao_de_Edificios/links/557840a208aeb6d8c01f1068/Projeto-Simultaneo-na-Construcao-de-Edificios.pdf. Acesso em: 12 abr. 2023.

FORMOSO, Carlos Torres, *et al.*, **Gestão da qualidade na Construção Civil: estratégias e melhorias de processo em empresas de pequeno porte**. In: Coletânea Habitare - Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional. **Anais[...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2003. v. 2, cap.11, p. 1-395. Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/105.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2023.

GEHBAUER, F. *et al.*, **Planejamento e gestão de obra**. 2.ed. Curitiba: Cefet, 2002.

MARTINS, José Carlos. **Durante pandemia, 95% das construtoras tiveram aumento no preço do cimento**. Brasília. CBIC. 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/durante-pandemia-95-das-construtoras-tiveram-aumento-no-preco-do-cimento/>. Acesso em 05 abr. 2023.

MELHADO, S. *et al.*, **Coordenação de projetos de edificações**. 1.ed. São Paulo: Tula Melo. 2005.

MIKALDO, J.; SCHEER, S. Compatibilização de Projetos ou engenharia simultânea: Qual a melhor solução? **Gestão & Tecnologia de Projetos**. Paraná, v. 3, n. 1. p. 1-99. mai. 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/download/50928/55010/63393>. Acesso em: 16 abr. 2023.

MONTEIRO, A. *et al.* Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas. **Revista campo do saber**. Cabedelo, Paraíba, v.3, p. 3, jan./jun. 2017. online. Disponível em: <https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/62/50>. Acesso em: 18 mai. 2023.

OSCAR, Luiz. **O impacto do projeto na execução da obra**. Trabalho de conclusão e curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10018064.pdf>. Acesso em: 19 nov.2023.

PRODUTIVIDADE e Produção: Entenda a diferença e a importância prática desses conceitos. **Mundo Carreira**, 2018. Disponível em: <http://mundocarreira.com.br/produktividade/produktividade-e-producao-entenda-diferenca-e-importancia-pratica-desses-conceitos/>. Acesso em: 18 abr. 2023.

PROJETO BIM, resultados de excelência, da criação do projeto a execução da obra. São Paulo: Rezentí Arquitetura e Construção, 2023. Disponível em: <https://renzeti.com.br/blog/projeto-bim-resultados-de-excelencia-da-criacao-do-projeto-a-execucao-da-obra-30>. Acesso em: 01 ago. 2023.

RIBEIRO, Marcel. **Produtividade na construção civil**: para que serve e como calcular. Minas Gerais: Mais Controle, 2019. Disponível em: <https://maiscontroleerp.com.br/produktividade-na-construcao-civil/>. Acesso em: 05 abr. 2023.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **PIB da construção de 2022 terá alta de 7%**. SEBRAE, 2022. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/conteudos/posts/pib-da-construcao-de-2022->

tera-alta-de-

7,5afdcc3827cf4810VgnVCM100000d701210aRCRD#:~:text=O%20Produto%20Interno%20Bruto%20(PIB,foi%20originalmente%20previsto%20pelas%20entidades.. Acesso em: 19 mar. 2023.

SILVA, S. **Controle de custos de obras**. 2009. Monografia (Especialização em construção civil). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9AAK6P/1/monografia_controle_de_custos_de_obras.pdf Acesso em: 08 set. 2023.

SILVA, P.; MOREIRA, R.; **Projeto de Alvenaria de vedação: Diretrizes para a Elaboração, histórico, dificuldades e vantagens da Implementação e relação com a NBR 15575**. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiana, 2017. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/PROJETO_DE_ALVENARIA_DE_VEDA%C3%87%C3%83O_%E2%80%93_DIRETRIZES_PARA_A_ELABORA%C3%87%C3%83O__HIST%C3%93RICO__DIFICULDADES_E_VANTAGENS_DA_IMPLEMENTA%C3%87%C3%83O_E_RELA%C3%87%C3%83O_COM_A_NBR_15575.pdf Acesso em: 23 abr. 2023.

SOUZA, U. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. São Paulo: Editora Pini, 2006.

TABELAS SINAPI. **o que são e como devem ser utilizadas no orçamento de obras**. São Paulo: CELERE, 2021. Disponível em: <https://celere-ce.com.br/custos-e-orcamentos/tabelas-sinapi/#:~:text=SINAPI%20%C3%A9%20a%20sigla%20para,para%20or%C3%A7amentos%20de%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil>. Acesso em: 08 jun. 2023.

TAVARES, Wandemberg. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte**. 2001. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Faculdade de engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/80304/184960.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 13 abr. 2023.

TRISOTTO, Fernanda. Por que o preço do material de construção subiu e até faltam alguns produtos? Entenda. **Tribuna**, Curitiba, 25 set. 2020. Gazeta do povo. Disponível em: <https://www.tribunapr.com.br/noticias/brasil/por-que-o-preco-do-material-de-construcao-subiu-e-ate-faltam-alguns-produtos-entenda/#:~:text=Cimento%20e%20a%C3%A7o%20tiveram%20a,demanda%20por%20esses%20produtos%20cresceu>. Acesso em: 12 abr. 2023.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Memória de Cálculo para obtenção de produtividade para a aplicação de emboço em fachada.

MEMÓRIA DE CÁLCULO (PRODUTIVIDADE)

SERVIÇO DE FACHADA

(Dados retirados da folha de produção)

SERVIÇO: EMBOÇO APLICADO MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25MM

Sabendo que, Qs - Quantidade de Serviço e H é horas trabalhadas

PEDREIRO 1	PEDREIRO 2	PEDREIRO 3	PEDREIRO 4	PEDREIRO 5	PEDREIRO 6
$Q_{S1} := 21,1 \text{ m}^2$	$Q_{S2} := 23,1 \text{ m}^2$	$Q_{S3} := 159,67 \text{ m}^2$	$Q_{S4} := 190,99 \text{ m}^2$	$Q_{S5} := 136,81 \text{ m}^2$	$Q_{S6} := 136,81 \text{ m}^2$
$H_1 := 69,97 \text{ hr}$	$H_2 := 108,28 \text{ hr}$	$H_3 := 107,1 \text{ hr}$	$H_4 := 176,4 \text{ hr}$	$H_5 := 198,24 \text{ hr}$	$H_6 := 68,79 \text{ hr}$

Calculando o RUP (Razão Unitária de Produção) e a PRODUTIVIDADE:

$$\boxed{\text{PRODUTIVIDADE} = \frac{Q_s}{H}} \quad \boxed{\text{RUP} = \frac{H}{Q_s}}$$

$$\text{PRODUTIVIDADE} := \frac{(Q_{S1} + Q_{S2} + Q_{S3} + Q_{S4} + Q_{S5} + Q_{S6})}{(H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6)} = 0,9173 \frac{\text{m}^2}{\text{hr}}$$

$$\text{RUP} := \frac{(H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6)}{(Q_{S1} + Q_{S2} + Q_{S3} + Q_{S4} + Q_{S5} + Q_{S6})} = 1,0902 \frac{\text{hr}}{\text{m}^2}$$

APÊNDICE B - Memória de Cálculo para obtenção de produtividade para o fornecimento e instalação de caixa sifonada de PVC.

MEMÓRIA DE CÁLCULO
(PRODUTIVIDADE)

SERVIÇOS DE HIDRÁULICA

(Dados retirados da folha de produção)

SERVIÇO: CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAIS DE ENCAINHAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Sabendo que, Q_s - Quantidade de Serviço e H é horas trabalhadas

ENCANADOR

$$Q_{s1} := 21$$

$$H_1 := 9$$

Calculando o RUP (Razão Unitária de Produção) e a PRODUTIVIDADE:

$$\boxed{\text{PRODUTIVIDADE} = \frac{Q_s}{H}} \quad \boxed{\text{RUP} = \frac{H}{Q_s}}$$

$$\text{PRODUTIVIDADE} := \frac{(Q_{s1})}{(H_1)} = 2,3333$$

$$\text{RUP} := \frac{(H_1)}{(Q_{s1})} = 0,4286$$

APÊNDICE C - Memória de Cálculo para obtenção de produtividade para a realização de alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados.

MEMÓRIA DE CÁLCULO
(*PRODUTIVIDADE*)

SERVIÇOS DE ALVENARIA

(Dados retirados da folha de produção)

SERVIÇO: ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 9X19X39 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL.

Sabendo que, Q_s - Quantidade de Serviço e H é horas trabalhadas

PEDREIRO 1 PEDREIRO 2

$$Q_{s1} := 33 \qquad Q_{s2} := 5$$

$$H_1 := 50,44 \qquad H_2 := 7,64$$

Calculando o RUP (Razão Unitária de Produção) e a PRODUTIVIDADE:

$$\boxed{\text{PRODUTIVIDADE} = \frac{Q_s}{H}} \qquad \boxed{\text{RUP} = \frac{H}{Q_s}}$$

$$\text{PRODUTIVIDADE} := \frac{(Q_{s1} + Q_{s2})}{(H_1 + H_2)} = 0,6543$$

$$\text{RUP} := \frac{(H_1 + H_2)}{(Q_{s1} + Q_{s2})} = 1,5284$$

APÊNDICE D - Memória de Cálculo para obtenção de produtividade para a instalação do quadro de distribuição de luz em PVC para 8 disjuntores.

MEMÓRIA DE CÁLCULO
(*PRODUTIVIDADE*)

SERVIÇOS DE ELÉTRICA

(Dados retirados da folha de produção)

SERVIÇO: QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ EM PVC PARA 8 DISJUNTORES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO

Sabendo que, Q_s - Quantidade de Serviço (Para este caso refere-se à quantidade de quadros elétricos) e H é horas trabalhadas

ELETRICISTA 1 ELETRICISTA 2

$$Q_{s1} := 68 \qquad Q_{s2} := 50$$

$$H_1 := 40 \qquad H_2 := 32$$

Calculando o RUP (Razão Unitária de Produção) e a PRODUTIVIDADE:

$$\text{PRODUTIVIDADE} = \frac{Q_s}{H}$$

$$\text{RUP} = \frac{H}{Q_s}$$

$$\text{PRODUTIVIDADE} := \frac{(Q_{s1} + Q_{s2})}{(H_1 + H_2)} = 1,6389$$

$$\text{RUP} := \frac{(H_1 + H_2)}{(Q_{s1} + Q_{s2})} = 0,6102$$