

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RODRIGO DE PAULI SAMPAIO

**PROGRAMAÇÃO VISUAL PARA ORÇAMENTAÇÃO E CONTROLE DE
PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM BIM**

Porto Alegre

2022

RODRIGO DE PAULI SAMPAIO

**PROGRAMAÇÃO VISUAL PARA ORÇAMENTAÇÃO E CONTROLE DE
PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM BIM**

Projeto de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos para graduação em Engenharia Elétrica.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Igor Pasa Wiltuschnig

Porto Alegre

2022

RODRIGO DE PAULI SAMPAIO

**PROGRAMAÇÃO VISUAL PARA ORÇAMENTAÇÃO E CONTROLE DE
PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM BIM**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Igor Pasa Wiltuschnig

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Igor Pasa Wiltuschnig, UFRGS

Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, Brasil

Prof. Esp. Eng. Sérgio Luiz Cardoso da Silva, UFRGS

Engenheiro Especialista pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, Brasil
e pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, Brasil

Eng. Rodrigo Wasem

Engenheiro pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, Brasil

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família que priorizou meus estudos desde pequeno, não deixando faltar nada para mim, principalmente amor.

Dedico também aos amigos que estiveram comigo nos momentos de dificuldade e de alegria, caminhando comigo até chegar nessa etapa.

E a todos, que em algum momento, torceram pelo meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meus pais, Paulo Ricardo Silveira Sampaio e Taís De Pauli Sampaio, e a minha avó, Elsa Silveira, por todo o incentivo e amor até hoje, proporcionando tudo que há de melhor no mundo sendo minha fonte de inspiração e forças em todos os momentos.

Aos amigos que conheci na Universidade, pelo apoio nos momentos de dificuldade e companheirismo nos momentos de alegria.

Ao Colégio Santa Inês, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul e todos os bons professores por quem passei, pela contribuição em minha formação como estudante e cidadão.

Obrigado!

“Se você tem dúvida se vai conseguir alguma coisa, não foca nessa dúvida. Foca que você vai fazer isso independente do que é. Tem pessoas que acham que tem que ficar a vida inteira se preparando para algo grande, quando algo grande está em sua frente todo o dia.”

Alexandre Borba Chiqueta, gaules.

RESUMO

O objetivo do trabalho é demonstrar a viabilidade da utilização da metodologia BIM e de programação visual para a orçamentação de projetos. Os elementos do modelo foram parametrizados com os códigos do SINAPI e foi extraído um orçamento a partir de uma lista de materiais com as informações de cada insumo e composição. O estudo de caso foi realizado para dois projetos: uma residência unifamiliar de médio padrão e um escritório corporativo. Foi estudada a variação dos orçamentos para alguns estados brasileiros com base nas tabelas de insumos e composições do SINAPI para catorze estados selecionados. Nos projetos foram inseridos parâmetros para prepará-los para uma futura análise de orçamento. Os parâmetros contemplaram o código de Insumo (referente ao material a ser adquirido) e o código de Composição (referente ao material e mão de obra do serviço). Em paralelo a modelagem, foi desenvolvida uma rotina no *Dynamo* para realizar um orçamento com base nos parâmetros inseridos nas famílias. Foi extraída a informação de quantas ocorrências havia no projeto para cada código de insumos e composições SINAPI. Após consolidado o processo, os valores de orçamento foram comparados com os bancos de dados SINAPI de outros estados para avaliar a variação de valores conforme a região do Brasil. O Rio Grande do Sul apresentou valores acima da média brasileira para o orçamento de insumos, contudo a mão de obra do estado é uma das mais desvalorizada do país. Para o Projeto Residência, no Rio Grande do Sul, a mão de obra representa 45,68% dos custos do projeto no orçamento de composições, e no orçamento de insumos se obteve o valor de R\$ 16.104,02 para compra de materiais. Para o Projeto Escritório, o orçamento de insumos ficou em R\$ 33.892,00 e o de composições em R\$ 49.080,00. A ferramenta de programação visual se mostrou eficaz em projetos BIM. A utilização da programação aumenta o leque de possibilidades de análises e, principalmente, de extração de informações por parte do projetista. A solução pode ser implementada para projetos de instalações elétricas em BIM e para projetos de outras disciplinas.

Palavras-Chaves: BIM, *Dynamo*, Instalações Elétricas, Orçamento, Python, *Revit MEP*, SINAPI.

ABSTRACT

The objective of the work is to demonstrate the feasibility of using the BIM methodology and visual programming for project budgeting. The model elements were parameterized with SINAPI codes and a budget was extracted from a list of materials with information on each input and composition. The case study was carried out for two projects: a medium standard single-family residence and a corporate office. The variation of budgets for some Brazilian states was studied based on SINAPI input and composition tables for fourteen selected states. Parameters were inserted in the projects to prepare them for a future budget analysis. The parameters included the Input code (referring to the material to be purchased) and the Composition code (referring to the material and labor of the service). In parallel with the modeling, a routine was developed in Dynamo to perform a budget based on the parameters entered in the families. Information was extracted on how many occurrences there were in the project for each SINAPI input and composition code. After the process was consolidated, the budget values were compared with the SINAPI databases of other states to assess the variation of values according to the region of Brazil. Rio Grande do Sul presented values above the Brazilian average for the input budget, however the state's workforce is one of the most undervalued in the country. For the Residencial Project, in Rio Grande do Sul, labor represents 45.68% of the project costs in the composition budget, and in the input budget, the amount of R\$ 16,104.02 was obtained for the purchase of materials. For the Office Project, the input budget was R\$33,892.00 and the composition budget was R\$49,080.00. The visual programming tool proved to be effective in BIM projects. The use of programming increases the range of possibilities for analysis and, mainly, for extracting information by the designer. The solution can be implemented for electrical installation projects in BIM and for projects in other disciplines.

Keywords: BIM, *Dynamo*, Electrical Installations, Budget, Revit MEP, Python, SINAPI.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÃO	18
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	18
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E CONCEITUAÇÃO.....	20
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.2 CONCEITUAÇÃO.....	22
2.2.1 BIM.....	22
2.2.2 SINAPI	24
2.2.3 ORÇAMENTAÇÃO DE PROJETOS.....	26
2.2.4 REVIT (AUTODESK)	27
2.2.5 PROGRAMAÇÃO VISUAL <i>DYNAMO</i>	29
2.2.6 BASES DE DADOS ALTERNATIVAS	30
2.2.7 CUSTO UNITÁRIO BÁSICO (CUB)	30
2.2.8 NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO (LOD – <i>LEVEL OF DEVELOPMENT</i>).....	32
3 SOLUÇÃO PROPOSTA.....	33
3.1 PROJETOS ANALISADOS	33
3.1.1 PROJETO RESIDÊNCIA	34
3.1.1.1 CONCEITO	34
3.1.1.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	35
3.1.2 PROJETO ESCRITÓRIO.....	35
3.1.2.1 CONCEITO	35
3.1.2.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	36
3.2 BASE DE DADOS UTILIZADAS	37
3.3 IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO	38
3.3.1 CONFIGURAÇÃO DO PROJETO	39

3.3.2 ROTINA <i>DYNAMO</i>	40
3.3.3 ANÁLISE NO EXCEL	43
3.4 ANÁLISE TARIFÁRIA CUB	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
4.1 PROJETO RESIDÊNCIA	46
4.2 PROJETO ESCRITÓRIO	51
4.3 COMPARAÇÃO CUB.....	56
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
5 CONCLUSÃO.....	58
6 REFERÊNCIAS	60
7 APÊNDICES	62
7.1 APÊNDICE A – PLANTA BAIXA DO PRIMEIRO PAVIMENTO PROJETO RESIDENCIAL.....	62
7.2 APÊNDICE B – PLANTA BAIXA DO SEGUNDO PAVIMENTO PROJETO RESIDENCIAL.....	63
7.3 APÊNDICE C – PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO COBERTURA PROJETO RESIDENCIAL.....	64
7.4 APÊNDICE D – RESUMO DE CARGAS DO PROJETO RESIDENCIAL	65
7.5 ANEXO E – LISTA DE MATERIAIS DO PROJETO RESIDENCIAL	65
7.6 APÊNDICE F – DIAGRAMA UNIFILAR PROJETO RESIDENCIAL	67
7.7 APÊNDICE G – PLANTA BAIXA DO PROJETO ESCRITÓRIO.....	68
7.8 APÊNDICE H – RESUMO DE CARGAS DO QUADRO QDC GERAL DO PROJETO ESCRITÓRIO.....	69
7.9 APÊNDICE I – RESUMO DE CARGAS DO QUADRO QDC CD1 DO PROJETO ESCRITÓRIO.....	69
7.10 APÊNDICE J – RESUMO DE PONTOS RACK DE DADOS DO PROJETO ESCRITÓRIO.....	70
7.11 APÊNDICE K – LISTA DE MATERIAIS DO PROJETO ESCRITÓRIO.....	70

7.12 APÊNDICE L – DIAGRAMA UNIFILAR PROJETO ESCRITÓRIO QUADRO QDC GERAL.....	73
7.13 APÊNDICE M – DIAGRAMA UNIFILAR PROJETO ESCRITÓRIO QUADRO QDC CD1.....	74
7.14 APÊNDICE N – SCRIPT EM FORMATO DE TEXTO DO PROGRAMA DYNAMO	75

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Curva de esforço de projetos BIM.....	23
Figura 2- Composição analítica para o código 91841.....	25
Figura 3- Composição sintética para o código 91841.....	26
Figura 4- Composição Insumo para o código 91841.....	26
Figura 5- Família do interruptor duplo com seus tipos.....	28
Figura 6- Metodologia de ligação de nós utilizada no Dynamo.....	29
Figura 7- Isométrico do Projeto Residência.....	34
Figura 8- <i>Layout</i> Projeto Escritório.....	36
Figura 9- Fluxograma do projeto.....	39
Figura 10- Trecho da tabela de quantitativos.....	40
Figura 11- Lógica do algoritmo projetado no <i>Dynamo</i>	41
Figura 12- Informações armazenadas em vetor no <i>Dynamo</i>	42
Figura 13- Função <i>Dynamo</i> para exportar dados.....	42
Figura 14- Exportação de valores provenientes do <i>Dynamo</i>	44
Figura 15- Custo total de insumos para o projeto residencial.....	47
Figura 16- Custo total de composições para o projeto residencial.....	49
Figura 17- Relação da mão de obra no orçamento de composições projeto residencial.....	50
Figura 18- Custo de Insumos e Composições por região projeto residencial.....	51
Figura 19- Custo total de insumos para o projeto escritório.....	52
Figura 20- Custo total de composições para o projeto escritório.....	54
Figura 21- Relação da mão de obra no orçamento de composições projeto escritório.....	55
Figura 22- Custo de Insumos e Composições por região projeto escritório.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Ambientes do projeto residencial.	34
Tabela 2- Especificações técnicas do quadro QDC do projeto residencial	35
Tabela 3- Ambientes do projeto escritório.	36
Tabela 4- Especificações técnicas do quadro QDC GERAL do Projeto Escritório.	37
Tabela 5- Especificações técnicas do quadro QDC-CD1 do Projeto Escritório.....	37
Tabela 6- Valor em R\$/m ² para os projetos de referência.	45
Tabela 7- Resumo do orçamento de insumos para o projeto residencial.	46
Tabela 8- Orçamentos de insumos detalhados para o projeto residencial.	47
Tabela 9- Resumo do orçamento de composições para o projeto residencial.	48
Tabela 10- Orçamentos de composições detalhados para o projeto residencial.....	48
Tabela 11- Valor absoluto da mão de obra por estado para o projeto residencial.....	49
Tabela 12- Resumo do orçamento de insumos para o projeto escritório.....	51
Tabela 13- Orçamentos de insumos detalhados para o projeto escritório.	52
Tabela 14- Resumo do orçamento de composições para o projeto escritório.	53
Tabela 15- Orçamentos de composições detalhados para o projeto escritório.....	53
Tabela 16- Valor absoluto da mão de obra por estado para o projeto escritório.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características das avaliações, estimativas e orçamentos.	22
Quadro 2- Caracterização dos projetos padrão.....	31
Quadro 3- Padrões de projeto para cálculo do CUB.	32
Quadro 5- Ordenação dos custos por estado.	56

LISTA DE ABREVIATURAS

BA	Bahia
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CE	Ceará
GO	Goiás
LOD	<i>Level of Development</i>
MG	Minas Gerais
MT	Mato Grosso
NBR	Norma Brasileira
PA	Pará
PE	Pernambuco
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PR	Paraná
RJ	Rio de Janeiro
RR	Roraima
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos de Índice da Construção Civil
SP	São Paulo
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
QD	Quadro de Distribuição
TO	Tocantins

LISTA DE SÍMBOLOS

V	Volt
kW	Quilowatts
kVAr	Quilovolt-ampère-reativo
kA	Quiloampère
kVA	Quilovolt-ampère
A	Ampère
m	Metro
m ²	Metro quadrado
mm ²	Milímetro Quadrado
R\$	Reais
%	Porcento
±	Mais ou menos

1 INTRODUÇÃO

O BIM (*Building Information Modeling*, Modelagem da Informação da Construção) tornou-se um valiosíssimo facilitador de processos para os serviços de arquitetura, engenharia e construção (AEC) modernos. Com a modelagem BIM temos o envolvimento dinâmico e orgânico de projetos de diferentes disciplinas. A maquete digital com informações precisas é um facilitador para a manutenção da vida útil de qualquer tipo de empreendimento. Esses modelos oferecem suporte a todas as fases do projeto, proporcionando análise e controle melhores do que são possíveis com processos manuais. Quando completos, os modelos computacionais contêm geometria precisa e os dados necessários para dar suporte às atividades de construção, fabricação e contratação, por meio das quais a edificação é construída, operada e mantida (EASTMANN et al, 2021).

Para realizar um orçamento, é importante que o engenheiro responsável disponibilize uma lista de materiais completa com todos os componentes utilizados, bem como suas quantidades. Com o modelo BIM, a lista de materiais pode ser facilmente extraída, e cada componente ser parametrizado para podermos relacionar com bancos de dados externos. Após essa análise é possível relacionar o projeto BIM com banco de dados utilizados para orçamentos, como o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices) da Caixa Econômica Federal e outros bancos de dados com objetivos similares. A otimização do orçamento de projetos, juntamente com a antecipação desses números nas etapas do projeto proporciona para todos os envolvidos uma maior economia e um menor desperdício de materiais.

Este trabalho irá analisar um modelo de uma residência unifamiliar de médio padrão de três pavimentos, com alimentação trifásica 220/127 V, e de um escritório corporativo de um pavimento com alimentação trifásica 220/127 V. Ambos modelos foram realizados em BIM e seguindo todas as normas nacionais vigentes. Os projetos estão compreendidos na cidade de Porto Alegre (RS) e atendem as exigências da concessionária local.

Espera-se que a pesquisa retorne um resultado de qualidade, com confiabilidade, para que o engenheiro possa repassar informações precisas detalhadas para os setores responsáveis pela orçamentação dos projetos. Com essas informações, o mais cedo possível no projeto,

aumenta a confiabilidade do modelo, antecipação de imprevistos e controle eficaz em cada etapa da execução. Existe a expectativa da ampliação do uso do BIM no Brasil nos próximos anos, já que o seu uso se tornou obrigatório em licitações dos empreendimentos do setor público a partir de 2021. (INBEC, 2018). Contudo, na academia, o BIM tem pouca participação, fazendo com que alunos ingressem no mercado de trabalho sem conhecer a tecnologia. Após a realização desse estudo tem-se a expectativa que esse conceito seja incorporado nas disciplinas de graduação, principalmente no curso de Engenharia Elétrica.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÃO

Visto a necessidade da utilização de BIM em obras públicas, principais solicitadores do SINAPI, a motivação desse trabalho é proporcionar um método para aumentar a qualidade dos projetos de instalações elétricas em BIM. Serão beneficiados engenheiros, gerentes de projetos e orçamentistas que recebem esses projetos para orçar e executar.

O presente trabalho também propicia o enriquecimento do BIM na academia, principalmente na Engenharia Elétrica, onde ainda não possui tanto destaque como em outras áreas da engenharia. É de extrema importância a presença do Engenheiro Eletricista na construção civil, inclusive em projetos de pequeno porte. O profissional deve estar a par das tecnologias novas do mercado para buscar excelência em seus projetos, afim de entregar a melhor solução para o cliente, e nesse momento, entra o BIM.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo do trabalho é relacionar completamente um modelo BIM de instalações elétricas com o SINAPI via programação visual *Dynamo* para avaliar os custos necessários para a execução e compra de insumos do projeto. O modelo, quando bem planejado pelo *BIM Manager* do projeto, e detalhado pelos projetistas, pode proporcionar a todos os envolvidos uma grande riqueza de informações. O resultado esperado para o trabalho é a obtenção de um

orçamento preciso a partir do modelo BIM já existente. Os itens relacionados a outras disciplinas, como arquitetura, estrutura e hidráulica não serão contabilizados para análise.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Logo após a introdução, expondo a motivação e objetivos dessa pesquisa, o Capítulo 2 trará uma revisão bibliográfica de trabalhos e pesquisas anteriores com assuntos relacionados e conceitos importantes para o entendimento da metodologia utilizada para a realização desse estudo. O Capítulo 3 apresenta a solução proposta para este projeto, expondo os modelos que foram utilizados e suas características, bem como a dinâmica utilizada no projeto em *Dynamo*. O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos e discussões acerca deles. Por fim, o Capítulo 5 apresenta as conclusões relevantes que foram obtidas ao final desse estudo e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E CONCEITUAÇÃO

Nesse capítulo será feita uma revisão bibliográfica de estudos anteriores que já foram desenvolvidos por outros autores e que estão relacionados com o tema escolhido para essa pesquisa. Após isso, serão apresentados alguns conceitos fundamentais para o entendimento deste trabalho.

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Mattana e Librerotto (2018), a precisão de um quantitativo e o seu resultado para um orçamento depende de atividades que antecedem a orçamentação, como a qualidade do modelo, o seu nível de detalhamento, a forma como foi desenvolvido, a experiência do orçamentista e a qualidade da equipe de auditoria envolvida.

Conforme o manual do SINAPI (2020), os orçamentos das obras seguem as composições descritas do Catálogo de Composições Analíticas. Para Andrade et al (2021) é necessário saber mais do que as características geométricas dos elementos para poder utilizar o SINAPI. Necessita-se saber o procedimento necessário para cada tipo de instalação. Para que o engenheiro projetista possa saber a composição utilizada para cada elemento deve buscar informações ao caderno de informações do SINAPI.

Segundo Eastmann et al (2021), não se deve esperar até o final da fase de projeto para o desenvolvimento do orçamento. O ideal é que a medida que o projeto avança, as estimativas de custo avancem também, assim, caso haja algum problema no projeto o impacto no orçamento será menor. A vantagem do uso do BIM nesse processo é que informações detalhadas podem ser geradas mais cedo no projeto, como indica a curva de MacLeamy mostrada na Figura 1.

Ainda seguindo o pensamento de Eastmann et al (2021), o processo de orçamentação envolve a avaliação das condições do empreendimento que impactam os custos, como situações especiais e atípicas que podem ocorrer no andamento do projeto. Os orçamentistas devem considerar o uso do BIM para otimizar e auxiliar o seu trabalho.

Conforme de Andrade et al (2021), para utilizar os dados de custos do SINAPI é necessário que o modelo seja elaborado visando a orçamentação. Muitos elementos, como a condutores elétricos, não existem diretamente no modelo, mas podem ser relacionados com outros elementos para obtermos os resultados, como, por exemplo, a fiação elétrica combinada com o comprimento dos eletrodutos.

A metodologia BIM destaca-se positivamente, devido ao seu grande potencial de otimização das atividades, menos desvios de cálculos, melhor rastreabilidade e armazenamento da informação e maior flexibilidade na obtenção dos dados, evidenciando a melhora no processo de extração de quantidades inerentes à construção, uma vez que os elementos construtivos passam a ser dimensionados e categorizados de acordo com seus diferentes tipos, absorvendo todas as informações necessárias de projeto para dar origem ao quantitativo (PEREIRA, 2020).

Para Coelho (2015), é fundamental que o analista do projeto tenha o conhecimento interdisciplinar para poder interpretar os projetos. O orçamento representará a previsão de recursos para todas as tarefas, e conseqüentemente para a obtenção de recursos junto às instituições financiadoras, por exemplo.

Segundo Tisaka (2019), o orçamento pode ter objetivos diferentes dependendo da fase do projeto e cada um apresenta uma estimativa de erro associada. Ávila (2003), montou um quadro, apresentado no Quadro 1, onde podemos entender a margem de erro associada a cada tipo de orçamento. Quanto mais próximo da etapa do orçamento analítico é maior o impacto nos gastos da obra, devido a mudanças drásticas no projeto.

Quadro 1 - Características das avaliações, estimativas e orçamentos.

Tipo	Margem de erro	Elementos técnicos necessários
Avaliações	± 30 a ± 20 %	Área de construção, padrão de acabamento, Custo Unitário de obra semelhante ou Custos Unitários Básicos.
Estimativas	± 20 a ± 15 %	Anteprojeto ou projeto indicativo, Preços unitários de serviços de referência. Especificações genéricas, Índices físicos e financeiros de obras semelhantes.
Orçamento expedito	± 15 a ± 10 %	Projeto executivo, Especificações sucintas e definidas, Composições de preços de serviços genéricos, preços de insumos de referência.
Orçamento detalhado	± 10 a ± 5 %	Projeto executivo, projetos complementares, especificações precisas, composições de preços de serviços específicos, preços de insumos de acordo com a escala do serviço.
Orçamento analítico	± 5 a ± 1 %	Todos os elementos necessários ao orçamento detalhado mais o planejamento da obra.

Fonte: Adaptado de ÁVILA (2003).

A tabela ORSE (Sistema de Orçamentos de Obras de Sergipe), mesmo sendo de um estado em específico, é utilizada como referência para diversos orçamentos por contar com valores diretamente de lojas de materiais e representantes. Segundo Almeida (2009), comparando o sistema ORSE com o SINAPI temos uma divergência de 5,86% no custo global de um determinado projeto analisado. Analisando custos unitários de serviços, alguns pontos apresentam variações de valores iguais ou superiores a 20%.

Em um total de mais de 167 itens semelhantes há uma diferença média de 54% nos valores finais das composições, mostrando que o orçamento realizado com base do informativo SBC se torna menos viável do que na base SINAPI (Santos, 2021).

2.2 CONCEITUAÇÃO

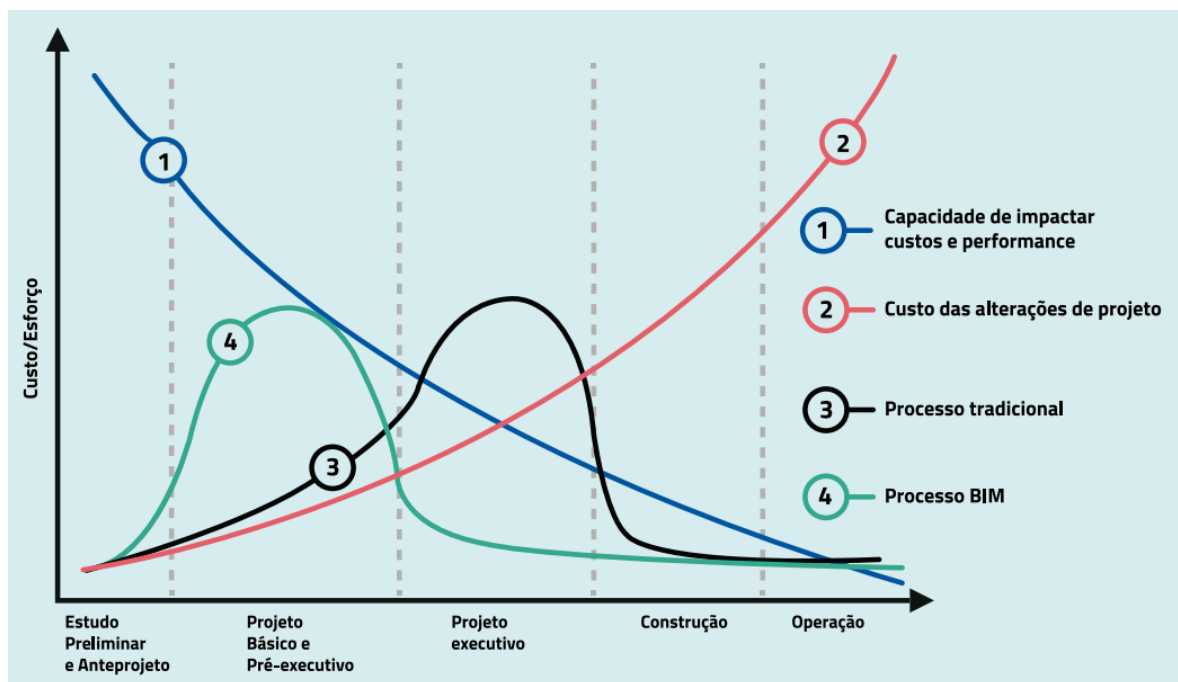
2.2.1 BIM

Com a tecnologia BIM, modelos virtuais precisos de uma edificação são construídos de forma digital. Esses modelos oferecem suporte a todas as fases do projeto, proporcionando

análise e controle melhores do que são possíveis com processos manuais. Quando completos, esses modelos computacionais contêm geometria precisa e os dados necessários para dar suporte às atividades de construção, fabricação e contratação, por meio das quais a edificação é construída, operada e mantida (Eastmann, 2021).

Os projetos realizados com a metodologia BIM proporcionam um grande diferencial para os envolvidos (projetistas, construtores e clientes), pois quanto totalmente integrado e com intercâmbio de informações, a obra tende a ter custos mais controlados e precisos. Tomando como base as informações do modelo, todas as simulações envolvidas possuem maior solidez em seus resultados. Na Figura 1 podemos ver a curva de esforço do projeto BIM durante o processo de um projeto.

Figura 1- Curva de esforço de projetos BIM.



Fonte: AltoQi (2017).

2.2.2 SINAPI

Em 1964 o Conselho Curador do FGTS (Fundo de Garantia por Tempo de Serviço) indicou a Caixa Econômica Federal a necessidade de uniformizar os procedimentos de análises de engenharia e implantar um sistema nacional de acompanhamento de custos. O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) foi implementado em 1969 pelo Banco Nacional de Habitação (BNH) em parceria com o Instituto de Geografia e Estatística (IBGE). O sistema, então, passou a ser utilizado como balizador para empreendimentos financiados pelo fundo. Em 2009 a CAIXA passou a publicar na internet os serviços e custos do banco Referencial, tornando-se assim a principal fonte de consulta pública da construção civil (SINAPI, 2020).

O orçamento da obra expressa os custos necessários para a realização de um empreendimento, de acordo com um plano de execução previamente estabelecido (LIMMER, 1997). Ele é uma das primeiras informações que o empreendedor deseja conhecer para determinar a viabilidade do projeto como negócio (GOLDMAN, 2004).

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) é a ferramenta pela qual a administração pública define valores e insumos referentes a obras e serviços de engenharia. Esse sistema dá base para todas as licitações de obras públicas.

Existem três tipos de tabelas SINAPI:

- custo de composições analítico: quando o serviço é detalhado com todas as etapas necessárias para ser finalizado. Cada etapa apresenta seu próprio custo e coeficiente de mão de obra relacionado. No final é apresentado o custo total para a realização do serviço com a porcentagem atrelada aos materiais e à mão de obra. Cada composição analítica possui um código de referência e apresenta os códigos dos insumos de sua formação (Figura 2);

- custo de composições sintético: resumo das composições analíticas. Essa tabela apresenta somente o custo final de cada serviço e sua unidade de medida, ocultando cada etapa e custo para a realização dele. Cada composição sintética apresenta um código (igual ao da composição analítica), porém são omitidos os insumos de sua formação (Figura 3);

• insumos: a tabela de insumos refere-se somente aos preços dos produtos orçados, assim o orçamentista saberá somente o preço do material ou mão de obra, sem a aplicação relacionada, para poder comparar os valores em mercado. Os insumos de mão de obra variam conforme a desoneração da folha de pagamentos, sem delimitar os serviços a serem oferecidos pelo profissional. Porém, os materiais não se alteram conforme a folha de pagamentos. As composições não encontradas nos custos sintéticos e analíticos podem ser criadas a partir de aproximações, baseando-se nas composições existentes. Cada insumo possui um código, que também aparece nas composições analíticas (Figura 4).

Tomaremos como exemplo a composição do código 91841 com a referência da localidade de Porto Alegre / RS. Esse código remete ao serviço de instalação de 1 metro de eletroduto flexível liso do tipo PEAD, com diâmetro nominal de 40mm (1 1/4") para circuitos terminais instalado em forro. Esse serviço é composto de uma combinação de insumos e mão de obra, dentre eles o próprio metro de eletroduto, trabalho do eletricista e trabalho do auxiliar de eletricista.

Cada tipo de serviço possui um custo, seja por hora (no caso do eletricista e auxiliar), por metro (eletrodutos) ou por peças e um coeficiente de multiplicação do custo, que se baseia na complexidade da tarefa. Por fim, temos multiplicação dos valores pelos seus coeficientes e o total da composição. Na Figura 2 podemos ver como é apresentado cada tipo de serviço na tabela de composições analíticas do SINAPI. No destaque em roxo os códigos de cada insumo e/ou serviço, em verde sua descrição, em azul a unidade de medida. Em vermelho o coeficiente de multiplicação, custo unitário com base na unidade de medida e custo final. Por fim, destacado em preto, a composição final do custo de material e mão de obra para execução do serviço.

Figura 2- Composição analítica para o código 91841.

91841	ELETRODUTO FLEXÍVEL LISO, PEAD, DN 40 MM (1 1/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2015	M					
I	40402	ELETRODUTO FLEXÍVEL PLANO EM PEAD, COR PRETA E LARANJA, DIÂMETRO 40 MM	M	CR	1,1000000	5,92	6,51
C	88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,1130000	17,79	2,01
C	88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,1130000	23,23	2,62
C	91170	FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DE PVC, CPVC OU COBRE DIÂMETROS MENORES OU IGUAIS A 40 MM OU ELETROCALHAS ATÉ 150MM DE LARGURA, COM ABRAÇADEIRA METÁLICA RÍGIDA TIPO D 1/2, FIXADA EM PERFILADO EM LAJE. AF 05/2015	M	CR	1,0000000	2,78	2,78
		MATERIAL	:		9,00	64,6120378	%
		MÃO DE OBRA	:		4,92	35,3879622	%
		TOTAL COMPOSIÇÃO	:		13,92	100,0000000	%
- ORIGEM DE PREÇO: CR							

Fonte: SINAPI.

Na Figura 3 é apresentada a composição sintética para o código 91841. No destaque em roxo está o código do serviço, em verde sua descrição e em azul sua unidade de medida. No destaque em preto é apresentado o custo final para a realização dessa composição.

Figura 3- Composição sintética para o código 91841.

91841	ELETRODUTO FLEXÍVEL LISO, PEAD, DN 40 MM (1 1/4"), PARA CIRCUITOS TERM	M	CR	13,92
	INAI, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2015			

Fonte: SINAPI.

Na Figura 4 é destacado o insumo “ELETRODUTO FLEXÍVEL PLANO EM PEAD, COR PRETA E LARANJA, DIÂMETRO 40MM”. Esse insumo aparece na Composição Analítica 91841 com o mesmo código (40402) e é medido em metros. O componente será combinado com outros fatores conforme seu método de instalação para determinar o custo total da execução desse serviço (material + mão de obra).

Figura 4- Composição Insumo para o código 91841.

00012067	ELETRODUTO DE PVC RIGIDO SOLDAVEL, CLASSE B, DE 60 MM	M	CR	11,10
00040401	ELETRODUTO FLEXIVEL PLANO EM PEAD, COR PRETA E LARANJA, DIAMETRO 32 MM	M	CR	4,61
00040402	ELETRODUTO FLEXIVEL PLANO EM PEAD, COR PRETA E LARANJA, DIAMETRO 40 MM	M	CR	5,92
00040400	ELETRODUTO FLEXIVEL PLANO EM PEAD, COR PRETA E LARANJA, DIAMETRO 25 MM	M	CR	3,13

Fonte: SINAPI.

2.2.3 ORÇAMENTAÇÃO DE PROJETOS

O orçamento, por definição, é a identificação, descrição, quantificação, análise e valoração de mão de obra, equipamentos, materiais, custos financeiros, custos administrativos, impostos, riscos e margem de lucro desejada para adequada previsão do preço final de um empreendimento. (SINAPI, 2020)

Segundo Mattos (2006), um orçamento de uma obra deve apresentar:

- aproximação: por basear-se em previsões, todo orçamento é aproximado. Por mais que todas as variáveis sejam ponderadas, há sempre uma estimativa associada. O orçamento não tem que ser exato, porém preciso. Ao orçar uma obra, o orçamentista não pretende acertar o valor em cheio, mas não se desviar muito do valor que efetivamente irá custar;
- especificidade: o orçamento para a construção de uma casa em uma cidade é diferente do orçamento de uma casa igual em outra cidade. Não se pode falar em orçamento padronizado ou generalizado. Por mais que um orçamentista se baseie em algum trabalho anterior, é sempre necessário adaptá-lo à obra em questão. Devem ser considerados fatores locais como o clima, relevo, vegetação e demais especificidades do terreno;
- temporalidade: um orçamento realizado tempos atrás já não é válido hoje. Se, por exemplo, alguém orçou uma obra e ganhou a licitação, mas a obra só vier a ser mobilizada quatro anos depois, é lógico perceber que alguns ajustes precisam ser feitos. Isso se deve a flutuação no custo dos insumos ao longo do tempo, alteração em impostos e encargos e evolução de métodos construtivos.

Ainda segundo Mattos, do ponto de vista do proprietário, o orçamento é a descrição de todos os serviços devidamente quantificados e multiplicados pelos seus preços unitários, cuja somatória representa o seu desembolso total. Já para o construtor, o orçamento é a descrição de todos os insumos acrescidos de despesas indiretas mais o seu lucro e impostos. Para o construtor e custo final é variável.

2.2.4 REVIT (AUTODESK)

Um dos mais populares softwares de modelagem BIM introduzido pela *Autodesk* em 2002. Oferece uma interface de uso fácil, suportando o desenvolvimento de novos objetos paramétricos customizados e a customização de objetos pré-definidos. Suporta relações

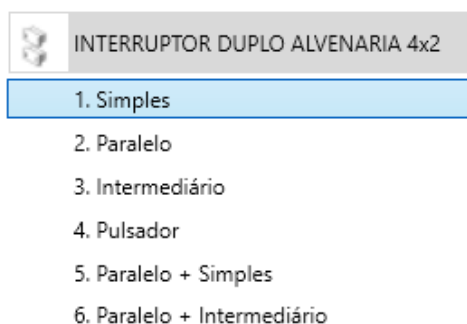
hierárquicas de parâmetros, assim um objeto pode ser definido por meio do uso de um grupo de subobjetos com relações paramétricas.

O *software* proporciona a equipes de engenharia e arquitetura criar maquetes virtuais de alta qualidade. É possível modelar formas 3D, paramétricas, com precisão, simplificar e automatizar documentações e, principalmente, relacionar os modelos em um único arquivo.

Para a engenharia elétrica, especificamente, é utilizado o Revit MEP (*Mechanical, Electrical, and Plumbing*). É possível que, além de modelar a infraestrutura elétrica, sejam criadas tabelas dinâmicas relacionando quadros de distribuição e cargas inseridas no projeto.

Dentro do *Revit* os elementos são chamados de Famílias, e dentro de cada Família podem existir diversos Tipos. Podemos utilizar como exemplo a Família de interruptor duplo em alvenaria em caixa 4x2, que possui 6 tipos diferentes, conforme sua combinação de teclas (Figura 5).

Figura 5- Família do interruptor duplo com seus tipos.



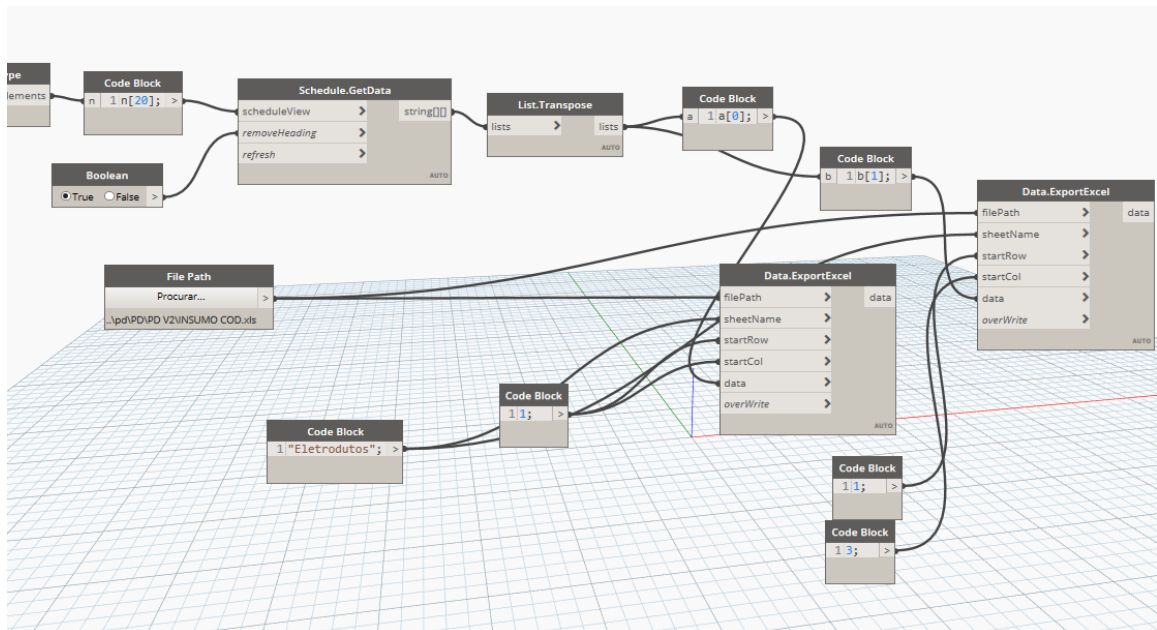
Fonte: Autor.

A principal vantagem de relacionar outros projetos é a possibilidade tanto da visualização 3D, para encontrar conflitos de infraestrutura entre os projetos vinculados e relatórios de interferências (*clashes*), que direcionam o usuário diretamente para o local onde há um conflito entre os projetos pré-selecionados. Com essas análises é reduzido, drasticamente, o número de problemas que viriam a ser encontrados somente na execução do projeto, acarretando no aumento do custo e tempo para a finalização.

2.2.5 PROGRAMAÇÃO VISUAL *DYNAMO*

Segundo Faria (2018), *Dynamo* é uma ferramenta de código aberto desenvolvida para atender as funcionalidades do *Autodesk Revit*. Essencialmente é uma ferramenta de programação que utiliza uma estrutura denominada como Programação Visual, na qual o usuário pode montar rotinas sem possuir conhecimento em linguagens de programação. Cada tarefa pode ser entendida como um comando do próprio *Revit*, mas também pode ser uma operação matemática. Ainda assim, é possível inserir linhas de códigos mais complexas para executar outras atividades dentro da plataforma. Na Figura 6 é apresentada a metodologia de ligação de nós utilizada não *Dynamo*.

Figura 6- Metodologia de ligação de nós utilizada no *Dynamo*.



Fonte: Autor.

2.2.6 BASES DE DADOS ALTERNATIVAS

Além da base de dados disponibilizada pelo SINAPI, existem outras referências para realizar orçamentos. Dentre essas bases, algumas são particulares, e outras públicas.

O Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO), engloba todas as composições no âmbito do DNIT para referências de custos no meio rodoviário, ferroviário e aquaviário. Também é dividido por regiões no país.

A Tabela de Composições e Preços para Orçamentos (TCPO) é uma base de dados particular com mais de 8.500 composições de serviços. Atua no mercado desde 1955.

Além da TCPO, no campo das bases privadas, existe a tabela ORSE, de Sergipe. Desenvolvida pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe (CEHOP) e pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO).

As composições da Base de Dados SBC são adequadas a cada cidade em função da produtividade e de custo da mão de obra. Apresenta preços em 30 cidades brasileiras e possui planos de assinatura para sua utilização. As composições são atualizadas mensalmente totalizam um total de mais de 11 mil indicações. É de extrema importância que também sejam estudados os valores referentes a outras localidades no país para que as empresas possam ter um plano de ataque para a viabilidade da execução de empreendimentos conforme a região.

2.2.7 CUSTO UNITÁRIO BÁSICO (CUB)

A Câmara Brasileira da Indústria e Construção (CBIC) desenvolveu, com a participação dos Sinduscons dos estados brasileiros, um indicador estabelecido pela ABNT NBR 12721 sobre Avaliações de custos unitários de construção para incorporação mobiliária e outras disposições para condomínios e edifícios. Essa iniciativa oferece um estudo completo sobre o custo unitário básico por metro quadrado para a construção civil, dividindo por cada estado. A Tabela CUB fornece valores para padrões baixos, normais e altos, para projetos residenciais, e padrões normais e altos para projetos comerciais.

Mensalmente o valor do CUB médio do Brasil é calculado a partir dos resultados divulgados pelos Sinducons. O CUB médio Brasil funciona como uma média nacional e exerce o papel de parâmetro com o qual se pode comparar e balizar não apenas os CUBs regionais, mas também os outros indicadores nacionais para o setor, como, por exemplo, o Índice Nacional de Custo da Construção (INCC/FGV) (CUB, 2022).

Para fins de cálculo são adotados projetos padrão. Cada projeto é classificado com um padrão de três caracteres, sendo o primeiro o que se refere ao tipo de projeto, o segundo a quantidade de pavimentos e o terceiro o padrão de construção. A especificação de cada tipo de projeto, com seu código, está descrita no Quadro 2. As referências para projetos de galpões industriais e residências populares foram omitidas deste quadro.

Quadro 2- Caracterização dos projetos padrão.

Sigla	Nome e descrição
CAL-8	Edifício comercial andares-livres: Garagem, pavimento térreo e oito pavimentos-tipo.
CSL-6	Edifício comercial, com lojas e salas: Garagem, pavimento térreo e seis pavimentos-tipo.
CSL-16	Edifício comercial, com lojas e salas: Garagem, pavimento térreo e dezesseis pavimentos-tipo.
R-1	Residência unifamiliar de 1 pavimento
R-16	Residência multifamiliar: Garagem, pilotis e dezesseis pavimentos tipo
PP-4	Residência multifamiliar: Prédio popular
R-8	Residência multifamiliar: Térreo e 7 pavimentos tipo
PIS	Residência multifamiliar - Projeto de interesse social: Térreo e 4 pavimentos/tipo

Fonte: Adaptado de CUB.

De acordo com a NBR ABNT 12721 os projetos padrão utilizados no cálculo do CUB/m² são descritos conforme o Quadro 3. Particularmente para os Estados do Rio Grande do Sul, Sergipe e Rondônia, o projeto-padrão representativo foi considerado pelo Banco de Dados/CBIC como R8-N, única e exclusivamente, para efeito de cálculo do CUB médio Brasil, uma vez que os referidos Estados não tinham definido, no início da vigência da ABNT NBR 12721:2006, qual seria o seu projeto-padrão representativo (CUB, 2022).

Quadro 3- Padrões de projeto para cálculo do CUB.

Padrão Baixo (Residencial)	Padrão Normal (Residencial)	Padrão Alto (Residencial)	Padrão Normal (Comercial)	Padrão Alto (Comercial)
R-1	R-1	R-1	CAL-8	CAL-8
PP-4	PP-4	R-8	CSL-6	CSL-6
R-8	R-8	R-16	CSL-16	CSL-16
PIS	R-16			

Fonte: Adaptado de CUB.

2.2.8 NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO (LOD – *LEVEL OF DEVELOPMENT*)

O Nível de Desenvolvimento dentro de um projeto em BIM representa a quantidade e detalhamento de informações que estão incluídas no modelo. Sua estrutura dá subsídio aos participantes para o entendimento da evolução de um elemento da ideia conceitual até a definição precisa (DELATORRE, 2015).

Essas informações serão utilizadas para execução, manutenção e principalmente, orçamentação do projeto. De acordo com BIM Fórum (2020), os níveis são divididos normalmente em seis etapas.

- LOD 100: modelo representado com sua geometria, linhas símbolos e volumes. Realizado somente um estudo de massas;
- LOD 200: modelo com quantidades aproximadas de tamanho e forma. Possui algumas informações geométricas;
- LOD 300: toda a geometria e propriedades dos elementos do empreendimento;
- LOD 350: as peças necessárias para a coordenação do elemento com elementos próximos ou anexados são modeladas. Essas partes incluirão itens como suportes e conexões. A quantidade, tamanho, forma, localização e orientação do elemento conforme projetado pode ser medido diretamente a partir do modelo sem se referir a informações não modeladas, como notas ou chamadas de dimensão. Detalhes e elementos do modelo que representam interação com outros projetos, cotas e notas técnicas;

- LOD 400: elemento modelado com detalhe e precisão suficientes para a fabricação dele. São adicionados detalhes de como a execução deve ser realizada ou como será a montagem de determinado elemento. No Brasil raramente os projetos têm esse nível de detalhe;
- LOD 500: representação verificada em campo em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Especificado, normalmente, em projetos *As Built*.

Os projetos utilizados para as análises futuras compreendem um nível de detalhamento LOD350, uma vez que as informações são suficientes para extrair quantitativos e fazer um planejamento do projeto. Um problema de níveis de detalhamento muito altos é, principalmente, em grandes projetos, o peso do arquivo. Por exemplo, ao inserir muitos parâmetros dentro de um elemento que se repete inúmeras vezes no projeto, o mesmo começa a sobrecarregar o arquivo, requerendo máquinas muito potentes para processar o arquivo e fazendo que seja inviável o trabalho.

3 SOLUÇÃO PROPOSTA

3.1 PROJETOS ANALISADOS

Para a implementação da solução serão considerados dois projetos para análise. O primeiro projeto analisado foi de uma residência unifamiliar localizada na cidade de Porto Alegre. O segundo projeto foi de um escritório corporativo, em prédio comercial, também na cidade de Porto Alegre. Ambos os projetos possuem alimentação trifásica 200/127V 60Hz.

Foram escolhidos esses dois projetos para análise por se tratar de obras com grande ocorrência em território nacional e, conseqüentemente, alto interesse por parte dos empreendimentos e execuções de serviços de engenharia especializados.

3.1.1 PROJETO RESIDÊNCIA

3.1.1.1 CONCEITO

O projeto residência é composto de uma residência unifamiliar localizado na cidade de Porto Alegre (RS). É composto pelos ambientes conforme a Tabela 1. As instalações foram embutidas na alvenaria, principalmente com eletroduto flexível, partindo do quadro principal e derivando para os pontos terminais. O quadro de cargas se localiza no pavimento térreo e a entrada de energia é feita a partir de infraestrutura enterrada.

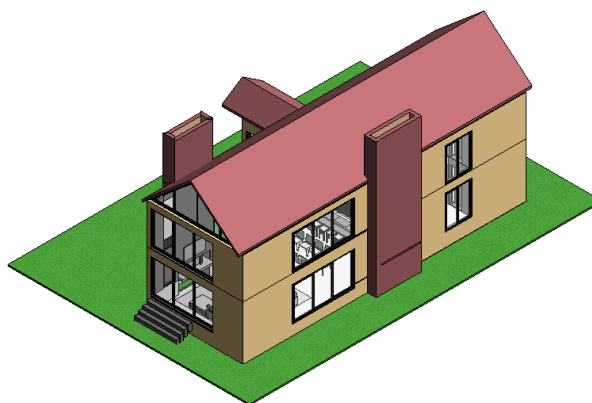
Tabela 1- Ambientes do projeto residencial.

AMBIENTE	ÁREA [m ²]
Pavimento Térreo	
Circulação	2,90
Despensa	10,97
Lavabo	2,56
Sala de Estar	60,34
Sala de Jantar	43,20
Suíte	19,07
Pavimento Superior	
Circulação	23,61
Dormitório	15,32
Lavabo	5,77
Suíte	19,07
Total	202,81

Fonte: Autor.

A perspectiva isométrica do projeto está representada na Figura 7, e suas Plantas baixas nos Apêndices A, B e C.

Figura 7- Isométrico do Projeto Residência.



Fonte: Autor.

3.1.1.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Os circuitos instalados na residência são alimentados a partir do quadro QDC localizado no pavimento térreo. O quadro de distribuição possui alimentação trifásica e a proteção foi calculada com base na carga demandada. A Tabela 2 apresenta as especificações técnicas do quadro de distribuição. No Apêndice F está apresentado o diagrama unifilar do quadro.

Tabela 2- Especificações técnicas do quadro QDC do projeto residencial

QUADRO QDC	
Localidade	Porto Alegre / RS
Tensão	220 V / 127 V
Carga conectada	29,62 kVA
Carga demandada	25,47 kVA
Corrente conectada	77,45 A
Corrente demandada	66,85 A
Proteção	100 A
Cabo de alimentação (EPR/XLPE/90°C)	4 x 25mm ² (3F+N) + 16 mm ² (PE)

Fonte: Autor.

3.1.2 PROJETO ESCRITÓRIO

3.1.2.1 CONCEITO

O projeto escritório é composto de um escritório comercial corporativo genérico para 29 pessoas, localizado na cidade de Porto Alegre, no terceiro pavimento de um edifício comercial. O espaço conta com áreas conforme a Tabela 3. As instalações foram feitas sobre o forro, derivando para as estações de trabalho em canaletas específicas. Os quadros de energia se localizam em armário reservado próximo à entrada principal e o rack de dados na sala de descanso (ver Apêndices L e M).

Tabela 3- Ambientes do projeto escritório.

AMBIENTE	ÁREA [m ²]
Área de trabalho geral	164
Área de trabalho diretoria	21,5
Vestiário F	6,4
Vestiário M	11
Descanso	9
Sala de reuniões	12
Área técnica	8
Total	231,9

Fonte: Autor.

A Figura 8 apresenta uma visão geral aérea do escritório. As plantas baixas do projeto se encontram no Apêndice G.

Figura 8- *Layout* Projeto Escritório.

Fonte: Autor.

3.1.2.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

O projeto consiste em um quadro geral de baixa tensão (QD GERAL) que alimenta as máquinas de ar-condicionado e um segundo quadro (QD-CD1). O quadro QDC-CD1 alimenta as cargas gerais do escritório. Os quadros de distribuição possuem alimentação trifásica e as proteções foram calculadas com base na carga demandada. Nas Tabelas 4 e 5 são apresentadas as especificações do QD GERAL e do Quadro e do QD-CD1, respectivamente.

Tabela 4- Especificações técnicas do quadro QDC GERAL do Projeto Escritório.

QUADRO QDC GERAL:	
Localidade	Porto Alegre / RS
Tensão	220 V / 127 V
Carga conectada	45,35 kVA
Carga demandada	35,25 kVA
Corrente conectada	119 A
Corrente demandada	92,2 A
Proteção	125 A
Cabo de alimentação (EPR/XLPE/90°C)	4 x 35mm ² (3F+N) + 16 mm ² (PE)

Fonte: Autor.

Tabela 5- Especificações técnicas do quadro QDC-CD1 do Projeto Escritório.

QUADRO QDC-CD1:	
Localidade	Porto Alegre / RS
Tensão	220 V / 127 V
Carga conectada	10,52 kVA
Carga demandada	9,05 kVA
Corrente conectada	27,6 A
Corrente demandada	23,75 A
Proteção	50 A
Cabo de alimentação (EPR/XLPE/90°C)	4 x 10 mm ² (3F+N) + 10 mm ² (PE)

Fonte: Autor.

Em cada projeto foram extraídas listas de materiais de componentes elétricos, eletrodutos e eletrocalhas. Esses quantitativos foram extraídos a partir do *Revit*.

A partir das listas de materiais criadas, podemos manipular os parâmetros dos elementos para que as listas estejam ordenadas da melhor maneira para nossa análise, portanto, foram inseridas nas famílias informações relacionadas ao método de instalação, local de instalação e código SINAPI, por exemplo.

3.2 BASE DE DADOS UTILIZADAS

Os orçamentos realizados com a tabela SINAPI do Rio Grande do Sul serão comparados com orçamentos de tabelas SINAPI de outros estados do Brasil. Devido ao país ser o quinto maior em extensão territorial do mundo, possui realidades sociais diferentes

conforme a região, portanto é importante estudar, também, a variação dos custos conforme o estado a ser realizado o empreendimento. A tabela SINAPI também é utilizada como referência para construções de habitações por parte do governo federal. Esses programas possuem abrangência nacional e atingem todas as realidades existentes em território brasileiro, tornando, assim, relevante a simulação do orçamento para estados de diferentes regiões.

Após essa análise serão utilizados os dados das tabelas CUB, elaboradas pela CBIC. Esses valores serão importantes para solidificar a variação de orçamentos conforme cada estado que foi selecionado para esse estudo.

3.3 IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO

Para a implementação da solução foram considerados os dois projetos para análise. Primeiramente foi realizado o orçamento para o projeto residencial e, posteriormente, para o escritório. Nos orçamentos dos projetos foram utilizadas a Tabela de Insumos e a de Composições Sintéticas. Cada Família e/ou Tipo de Família, no *Revit*, recebeu seu respectivo código conforme o disponibilizado pelo SINAPI.

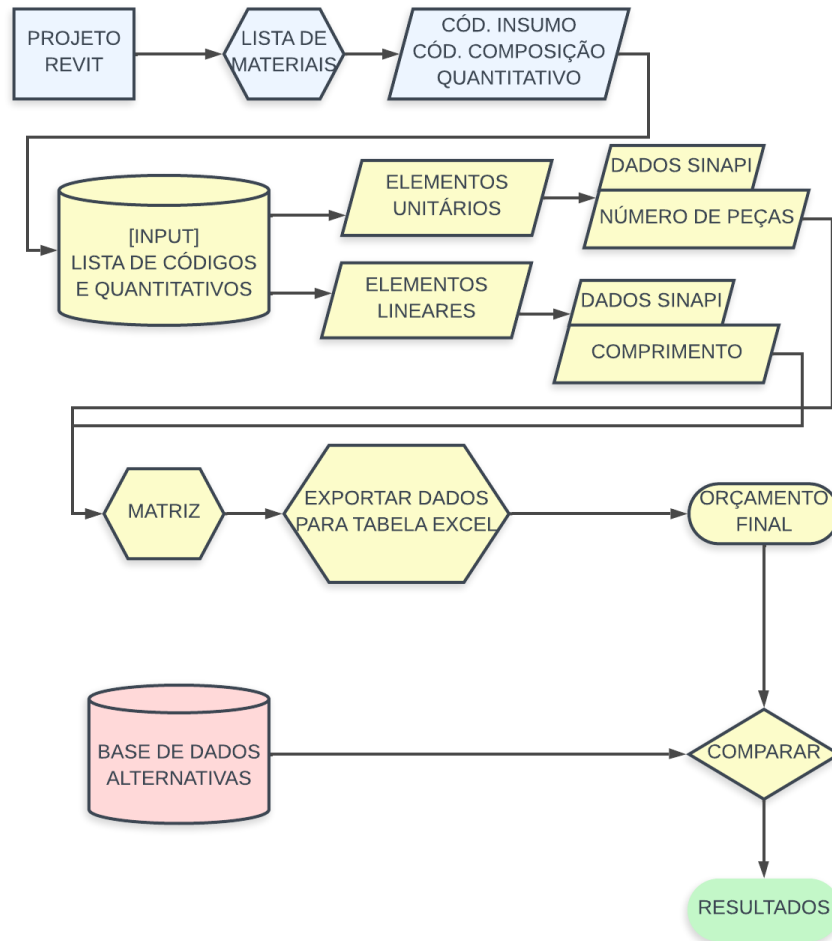
Como na tabela de composições não existem composições para todos os materiais encontrados na tabela de insumos, foi feita, separadamente, uma aproximação para os materiais faltantes. Posteriormente foram analisados os resultados dos orçamentos e comparadas as variações.

Posteriormente foram utilizados os bancos de dados de insumos e composições das tabelas SINAPI para outros estados do Brasil, possibilitando assim uma análise da variação dos custos conforme a região do país.

A implementação da solução foi dividida em quatro etapas: a primeira consiste na configuração do projeto para interagir com o *Dynamo* e gerar a lista de materiais (unitários e lineares). A segunda etapa consiste na programação da rotina para receber os resultados e manipulá-los para obter o orçamento do projeto. A terceira etapa faz a análise dos dados e devolve o valor do orçamento do projeto. Por fim, a quarta etapa compara os resultados obtidos

para as referências de valores de outras tabelas SINAPI do Brasil. A implementação está explicada, em forma de fluxograma, na Figura 9.

Figura 9- Fluxograma do projeto.



Fonte: Autor.

3.3.1 CONFIGURAÇÃO DO PROJETO

Para análise no *Dynamo*, foram configurados parâmetros dentro das famílias do *Revit*. Em cada tipo de peça foi inserido um parâmetro correspondente da composição e do insumo da tabela SINAPI.

O dados foram utilizados para uma tabela de quantitativo para conferência e controle dos elementos ao longo do projeto. A coluna A corresponde ao código da composição do material, a coluna B corresponde ao código do insumo, a coluna C corresponde ao número de elementos desse material no projeto e a coluna D corresponde à descrição do mesmo. Na Figura 10 é apresentada a tabela de quantitativos.

Figura 10- Trecho da tabela de quantitativos.

A	B	C	D
INS.	COMP.	QTD	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
12128	92023	1	1 Interruptor Simples, 10A 250V~, sem placa, para montagem em Condulete de PVC
38073	92023	6	Conjunto montado com 1 Interruptor Simples, 10A 250V~, 4"x2"
12129	92027	4	Conjunto montado de Interruptor com 2 teclas simples, 4"x2"
10569	92865	3	Caixa octogonal 4"x4" com fundo móvel reforçado, em PVC na cor laranja para eletroduto corrugado
34653	93653	1	Mini Disjuntor Monopolar 10A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm
34653	93655	24	Mini Disjuntor Monopolar 20A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm
34616	93660	1	Mini Disjuntor Bipolar 10A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm
34616	93663	2	Mini Disjuntor Bipolar 25A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm
34709	93670	5	Mini Disjuntor Tripolar 25A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm
34709	93673	2	Mini Disjuntor Tripolar 50A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm
34709	93673	1	Mini Disjuntor Tripolar 63A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm
2560	95781	19	Condulete de alumínio Tipo "C" sem rosca; com tampa cega; parafusos em aço zincado; pintura epo

Fonte: Autor.

3.3.2 ROTINA *DYNAMO*

O programa projetado no *Dynamo* tem por objetivo quantificar os materiais no modelo e listá-los com base em seus códigos da tabela SINAPI. Para isso, a lógica foi separada em três etapas:

- primeira etapa: analisar e quantificar os componentes com unidade de medida de número de peças;
- segunda etapa: analisar e quantificar os eletrodutos, com unidade de medida em metros;
- terceira etapa: analisar e quantificar a fiação, com unidade de medida em metros.

Os elementos importados do *Revit* são armazenados no *Dynamo* em forma de vetores, ou seja, teremos dois vetores de Códigos SINAPI e um vetor de quantidades. Na Figura 11 é apresentada a lógica do algoritmo projetado no *Dynamo*.

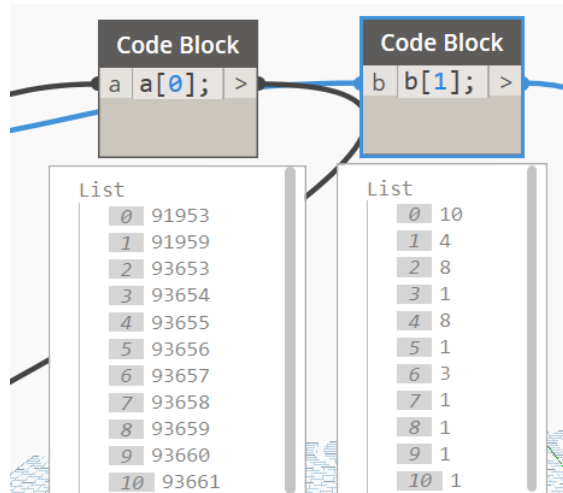
Figura 11- Lógica do algoritmo projetado no *Dynamo*.



Fonte: Autor.

Na Figura 12 podemos ver a mesma relação que temos da Figura 12 porém em forma de vetor no *Dynamo*, onde o vetor $a[0]$ corresponde ao códigos de insumos e o vetor $b[0]$ corresponde a quantidade de ocorrências em que aquele determinado código aparece no modelo.

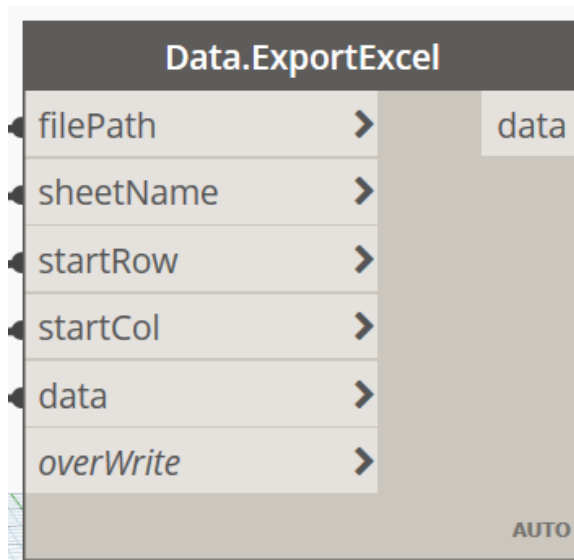
Figura 12- Informações armazenadas em vetor no *Dynamo*.



Fonte: Autor.

Posteriormente, esses vetores são exportados, com um bloco de uma função específica para levar as informações do *Dynamo* para uma planilha. O Bloco que representa essa função é apresentada na Figura 13.

Figura 13- Função Dynamo para exportar dados.



Fonte: Autor.

Os dados são inseridos por linhas. As linhas e colunas são indexadas em [0,0], podendo ser substituídas. Cada entrada, no bloco *Data.ExportExcel*, solicita uma informação específica:

- *filePath*: solicita o caminho do arquivo, no computador, em que os dados serão exportados;
- *sheetName*: solicita a planilha, no excel, em que os dados serão exportados;
- *startRow* e *startCol*: solicitam números inteiros, que indicam a linha e a coluna em que os dados serão inseridos na planilha;
- *data*: solicita um vetor de dados, extraídos do revit, para exportar;
- *overWrite*: solicita uma entrada booleada (falso ou verdadeiro), para substituir, ou não, os dados inseridos previamente.

3.3.3 ANÁLISE NO EXCEL

Os dados obtidos anteriormente foram exportados para uma planilha de Excel. Essa planilha foi obtida no site do SINAPI e atualizada mensalmente. Possui todas as informações de custos, composições e materiais. O objetivo dessa etapa é localizar na tabela os códigos que estão relacionados do projeto e contabilizar seu valor no custo final do projeto, assim é possível que o usuário sempre utilize a tabela mais atualizada disponibilizada pela Caixa Econômica Federal. Os resultados obtidos serão expostos no Capítulo 4 (Resultados e Discussões).

Na Figura 14 é apresentado um resultado prévio da exportação dos valores a partir do *Dynamo*. As colunas A e C correspondem aos dados exportados pelo algoritmo. As colunas B e E correspondem aos dados localizados na planilha, através das funções ÍNDICE e CORRESP para localizar os valores e descrições das peças conforme o SINAPI. Por fim, a coluna D corresponde a multiplicação da coluna B pela coluna C.

Figura 14- Exportação de valores provenientes do *Dynamo*.

	A	B	C	D	E
1	CÓDIGO	CUSTO UN	QTD	CUSTO FINAL	DESCRIÇÃO
2	10569	4,20	3	R\$ 12,60	CAIXA DE PASSAGEM / DERIVACAO / LUZ, OCTOGONAL 4 X4, EM ACO ESMALTADA, COM FUNDO MOVEL SIMPLES (FMS)
3	2560	15,20	20	R\$ 304,00	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO C, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA
4	2590	16,54	23	R\$ 380,42	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO E, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA
5	2570	16,00	30	R\$ 480,00	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO LR, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA
6	2586	18,90	31	R\$ 585,90	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO T, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA
7	791	17,94	7	R\$ 125,58	BUCHA DE REDUCAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 1 1/2" X 1"
8	2391	353,75	1	R\$ 353,75	DISJUNTOR TERMOMAGNETICO TRIPOLAR 125A
9	39461	235,70	1	R\$ 235,70	DISPOSITIVO DR, 4 POLOS, SENSIBILIDADE DE 300 MA, CORRENTE DE 40 A, TIPO AC
10	34616	52,93	2	R\$ 105,86	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, BIPOLAR DE 6 ATE 32A
11	34653	9,23	20	R\$ 184,60	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A
12	2391	353,75	1	R\$ 353,75	DISJUNTOR TERMOMAGNETICO TRIPOLAR 125A
13	34714	77,46	1	R\$ 77,46	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, TRIPOLAR 63 A
14	34709	64,85	4	R\$ 259,40	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, TRIPOLAR DE 10 ATE 50A
15	13246	0,51	16	R\$ 8,16	PARAFUSO DE FERRO POLIDO, SEXTAVADO, COM ROSCA INTEIRA, DIAMETRO 5/16", COMPRIMENTO 3/4", COM PORCA E ARRUELA LISA LEVE
16	39442	0,21	8	R\$ 1,68	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO ZINCADO, CABECA LENTILHA E PONTA AGULHA (LA), LARGURA 4,2 MM, COMPRIMENTO 13 MM

Fonte: Autor.

Com essa lógica, é possível que o usuário tenha sempre uma tabela configurada para utilizar em seus projetos e, quando necessário, fazer o *download* das tabelas SINAPI a cada atualização. Vale salientar que a análise para Insumos deve ser feita separadamente das Composições, pois as bases de dados são disponibilizadas em planilhas diferentes pela Caixa Econômica Federal.

3.4 ANÁLISE TARIFÁRIA CUB

A partir dos resultados obtidos para cada orçamento podemos relacionar os custos com os valores divulgados pelo CUB para embasar a variação entre cada estado. Na Tabela 6 são apresentados os valores de custos para cada tipo de projeto por estado. Os projetos analisados anteriormente foram equiparados a projetos de referência do CUB. O projeto residencial será comparado com o projeto de sigla R1-N do CUB, e o projeto escritório com a sigla CSL-8.

Tabela 6- Valor em R\$/m² para os projetos de referência.

Estado	R1-N	CSL-8-N
RS	R\$ 2.526,93	R\$ 2.160,60
SC	R\$ 2.615,90	R\$ 2.191,79
PR	R\$ 2.453,54	R\$ 1.990,76
SP	R\$ 2.101,73	R\$ 1.775,84
RJ	R\$ 2.295,14	R\$ 1.935,15
MG	R\$ 2.346,34	R\$ 1.922,47
GO	R\$ 2.032,09	R\$ 1.670,21
MT	R\$ 2.473,04	R\$ 2.128,57
BA	R\$ 2.211,27	R\$ 1.829,23
PE	R\$ 2.227,88	R\$ 1.772,69
CE	R\$ 1.773,27	R\$ 1.516,53
PA	R\$ 2.046,31	R\$ 1.784,41
RR	R\$ 2.323,61	R\$ 1.974,37

Fonte: CUB (2022).

Tais referências do CUB são para toda a concepção do edifício (no projeto escritório) e para uma casa de somente um pavimento (para o projeto residencial), porém, foram os que mais se assimilaram em características. Os projetos foram considerados como médio padrão. Os relatórios CUB foram para o mês de fevereiro do ano de 2022.

A partir dos dados obtidos do CUB não é possível ser feita a prova real para os orçamentos estudados a partir do *Dynamo*, pois o Custo Unitário Básico refere-se ao projeto como um todo, englobando disciplinas de arquitetura, hidráulica e estrutura. Contudo, a análise tarifária pode servir como base para o estudo da variação dos custos em cada estado analisado. O Sinduscon do estado do Tocantins apenas disponibiliza suas tarifas até o ano de 2019, portanto o estado foi desconsiderado nessa análise.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos quantitativos dos modelos foram gerados orçamentos para os Insumos e Composições. Os orçamentos de Insumos compreendem somente o custo dos materiais, já para as composições também é considerada a mão de obra para a execução das tarefas.

4.1 PROJETO RESIDÊNCIA

Para o Projeto Residência obteve-se um orçamento conforme apresentado na Tabela 7. Os materiais foram separados nas categorias de componentes, eletrodutos e cabos para simplificar a exportação de dados.

Tabela 7- Resumo do orçamento de insumos para o projeto residencial.

Resumo Orçamento Insumos RS	
Projeto Residência	
Custo componentes	R\$ 6.331,64
Custo eletrodutos	R\$ 3.205,13
Custo cabos	R\$ 6.567,25
Custo total	R\$ 16.104,02

Fonte: Autor.

Para embasar o resultado obtido, foi considerado, também, o banco de dados de Insumos dos outros estados brasileiros, chegando-se assim em outros orçamentos. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 8.

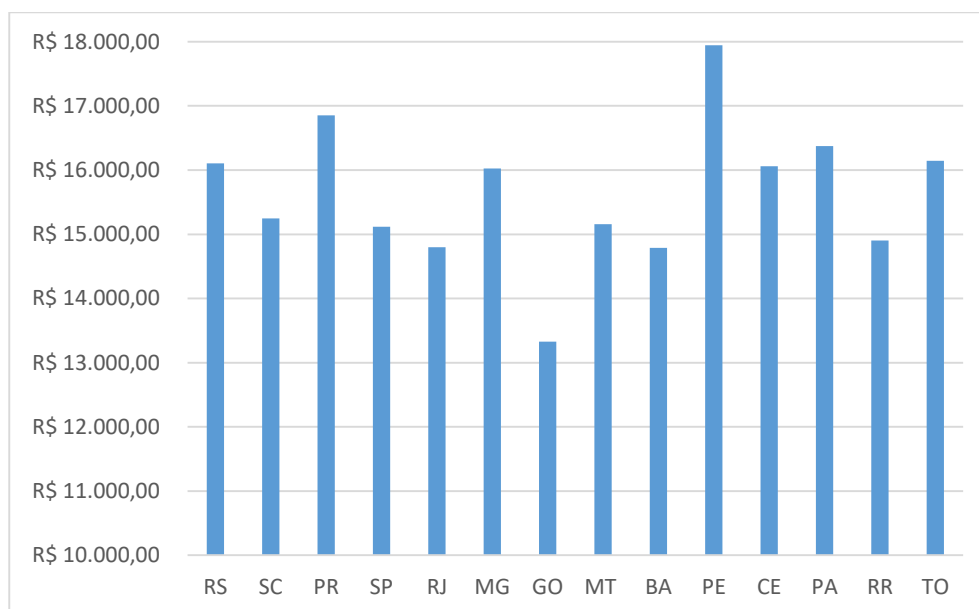
Tabela 8- Orçamentos de insumos detalhados para o projeto residencial.

Estado	Custo componentes	Custo eletrodutos	Custo cabos	Custo total
SC	R\$ 5.141,09	R\$ 3.655,91	R\$ 6.752,00	R\$ 15.549,00
PR	R\$ 6.229,45	R\$ 4.205,79	R\$ 6.410,80	R\$ 16.846,04
SP	R\$ 6.083,35	R\$ 3.255,31	R\$ 5.779,25	R\$ 15.117,91
RJ	R\$ 5.863,80	R\$ 2.596,18	R\$ 6.336,25	R\$ 14.796,23
MG	R\$ 6.751,65	R\$ 3.455,93	R\$ 5.819,25	R\$ 16.026,83
GO	R\$ 5.473,14	R\$ 2.026,16	R\$ 5.829,25	R\$ 13.328,55
MT	R\$ 6.415,72	R\$ 3.398,75	R\$ 5.344,80	R\$ 15.159,26
BA	R\$ 5.818,69	R\$ 2.576,48	R\$ 6.391,25	R\$ 14.786,42
PE	R\$ 7.948,57	R\$ 4.522,84	R\$ 5.472,00	R\$ 17.943,41
CE	R\$ 6.477,25	R\$ 3.267,34	R\$ 6.313,25	R\$ 16.057,84
PA	R\$ 6.014,44	R\$ 3.314,24	R\$ 7.046,25	R\$ 16.374,93
RR	R\$ 5.529,37	R\$ 2.706,13	R\$ 6.668,25	R\$ 14.903,75
TO	R\$ 6.253,54	R\$ 3.403,27	R\$ 6.489,25	R\$ 16.146,06

Fonte: Autor.

Os orçamentos de insumos para os outros estados apresentaram variações em relação ao Rio Grande do Sul. Na Figura 15 é apresentada essa variação em forma de gráfico de colunas.

Figura 15- Custo total de insumos para o projeto residencial.



Fonte: Autor.

Dentre os 14 estados analisados, o Rio Grande do Sul ficou como o nono estado mais caro para compras de insumos do projeto, sendo que, na região Sul, ficou somente mais bem posicionado do que o estado do Paraná.

Ao considerar a mão de obra dos serviços envolvidos, devemos adotar a tabela de composições, conforme explicado na seção 2.2.2. A Tabela 9 mostra o resumo do orçamento de composições para o estado do Rio Grande do Sul. Os valores compreendem a soma do insumo com a mão de obra.

Tabela 9- Resumo do orçamento de composições para o projeto residencial.

Resumo Orçamento Composições RS	
Projeto Residência	
Custo componentes	R\$ 12.576,36
Custo eletrodutos	R\$ 6.805,16
Custo cabos	R\$ 10.263,00
Custo total	R\$ 29.644,52

Fonte: Autor.

Contudo, o valor obtido na Tabela 7 refere-se às composições no estado do Rio Grande do Sul (RS). A fim de obter dados comparativos, analisou-se os custos também para outros estados. A relação dos orçamentos para cada estado encontra-se na Tabela 10.

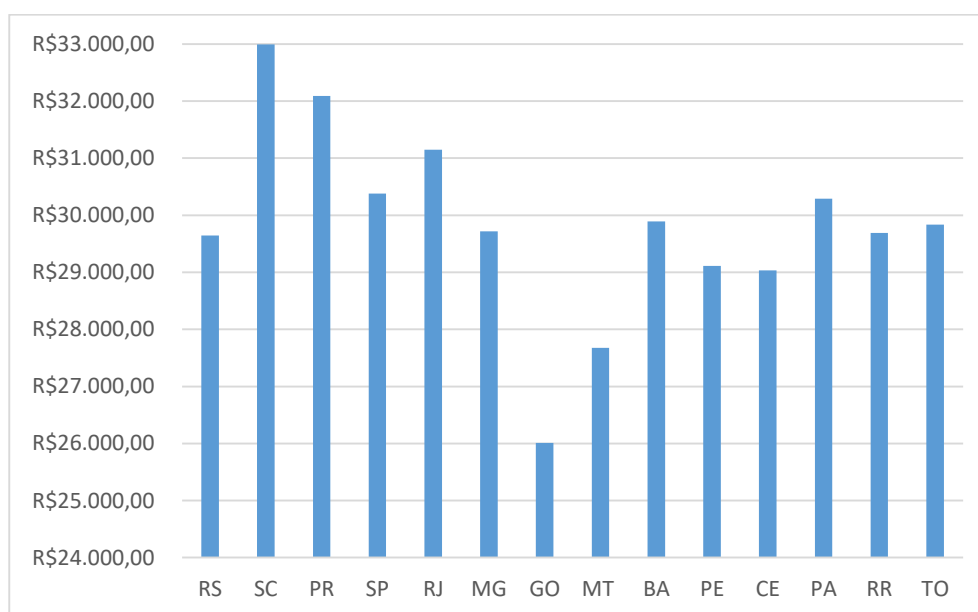
Tabela 10- Orçamentos de composições detalhados para o projeto residencial.

Estado	Custo componentes	Custo eletrodutos	Custo cabos	Custo total
SC	R\$ 13.856,48	R\$ 7.863,80	R\$ 11.298,25	R\$ 32.991,53
PR	R\$ 13.830,93	R\$ 7.796,06	R\$ 10.463,25	R\$ 32.090,24
SP	R\$ 13.903,40	R\$ 7.478,80	R\$ 10.000,25	R\$ 30.382,45
RJ	R\$ 13.103,47	R\$ 7.092,07	R\$ 10.955,00	R\$ 31.150,54
MG	R\$ 13.249,89	R\$ 7.029,53	R\$ 9.437,25	R\$ 29.716,67
GO	R\$ 10.866,97	R\$ 5.589,89	R\$ 9.550,75	R\$ 26.007,61
MT	R\$ 11.559,99	R\$ 5.759,68	R\$ 10.355,50	R\$ 27.675,17
BA	R\$ 12.748,47	R\$ 6.591,00	R\$ 10.551,00	R\$ 29.890,47
PE	R\$ 11.559,21	R\$ 6.862,22	R\$ 10.689,25	R\$ 29.110,68
CE	R\$ 12.199,44	R\$ 6.854,03	R\$ 9.982,75	R\$ 29.036,22
PA	R\$ 12.370,53	R\$ 6.972,53	R\$ 10.948,50	R\$ 30.291,08
RR	R\$ 12.244,53	R\$ 6.670,48	R\$ 10.794,00	R\$ 29.689,01
TO	R\$ 12.513,95	R\$ 7.039,14	R\$ 10.285,00	R\$ 29.838,09

Fonte: Autor.

Os orçamentos para os outros estados apresentaram variações em relação ao Rio Grande do Sul. Na Figura 16 é apresentada essa variação em forma de gráfico de colunas.

Figura 16- Custo total de composições para o projeto residencial.



Fonte: Autor.

Comparando os dois orçamentos, nota-se que o valor da mão de obra é expressivo. Na Tabela 11 podemos ver o valor absoluto da mão de obra no orçamento de composições.

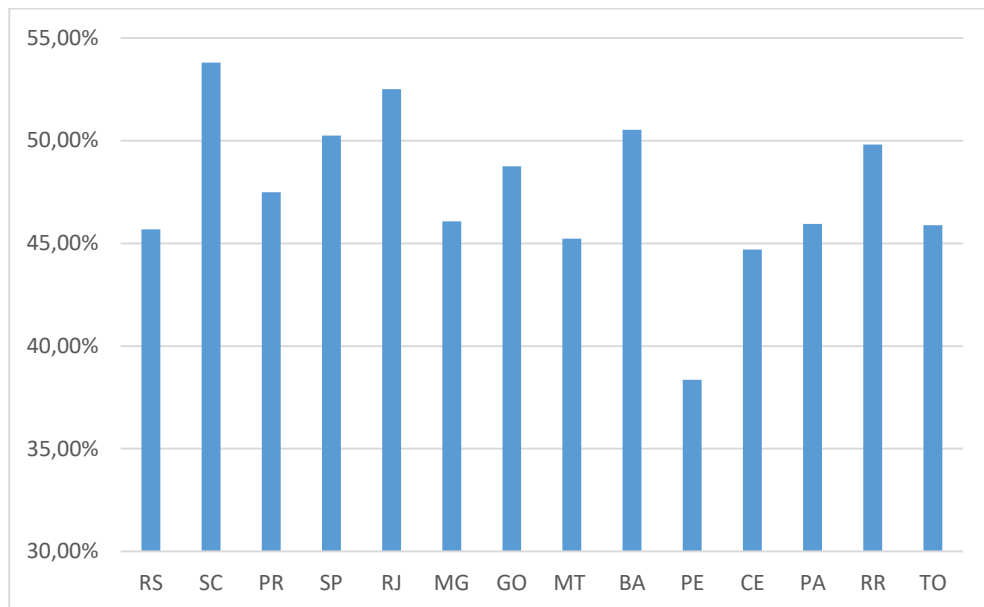
Tabela 11- Valor absoluto da mão de obra por estado para o projeto residencial.

Estado	Mão de Obra
RS	R\$ 13.540,00
SC	R\$ 17.746,79
PR	R\$ 15.238,14
SP	R\$ 15.264,54
RJ	R\$ 16.354,31
MG	R\$ 13.689,84
GO	R\$ 12.679,06
MT	R\$ 12.515,91
BA	R\$ 15.104,05
PE	R\$ 11.167,27
CA	R\$ 12.978,38
PA	R\$ 13.916,15
RR	R\$ 14.785,26
TO	R\$ 13.692,03

Fonte: Autor.

Na maioria dos estados o valor da mão de obra ultrapassa 40% do custo total do projeto. O estado de Santa Catarina foi o que apresentou a mão de obra mais cara, atingindo praticamente 54% do valor do projeto. Entre os catorze estados analisados, o Rio Grande do Sul apresentou uma das mãos de obras mais desvalorizadas para esse modelo, atingindo a quinta posição, com 45,68% do custo do projeto sendo de mão de obra. Na Figura 17 é apresentada a participação da mão de obra em cada orçamento para os estados analisados.

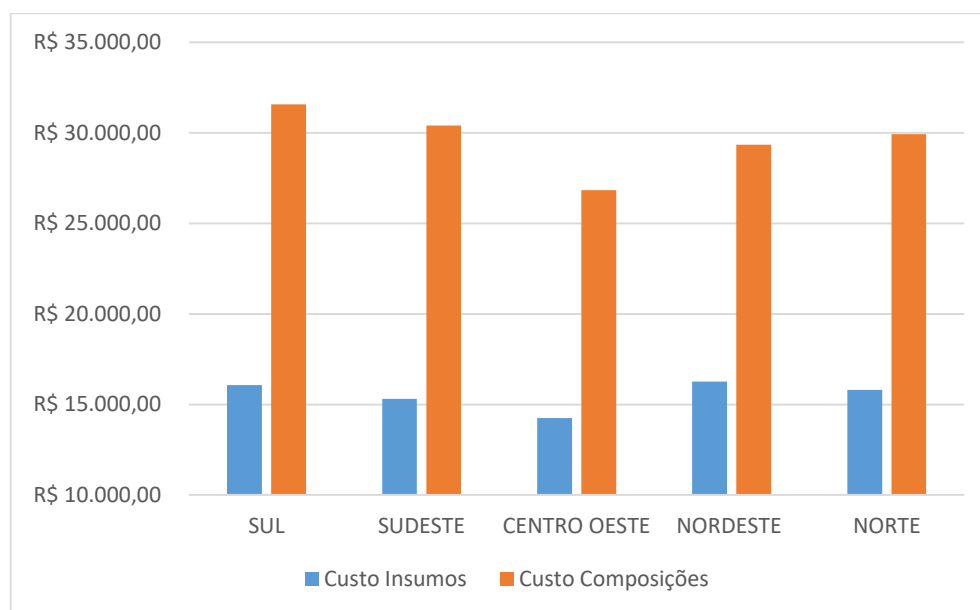
Figura 17- Relação da mão de obra no orçamento de composições projeto residencial.



Fonte: Autor.

Abrangendo um pouco mais a análise, os estados foram agrupados por região, sendo elas a região Sul, Sudeste, Centro Oeste, Nordeste e Norte. Os valores médios por região estão representados na Figura 18.

Figura 18- Custo de Insumos e Composições por região projeto residencial.



Fonte: Autor.

4.2 PROJETO ESCRITÓRIO

Para o Projeto Escritório obteve-se um orçamento de insumos conforme apresentado na Tabela 12. Os materiais também foram separados nas mesmas categorias de componentes, eletrodutos e cabos para simplificar a exportação de dados.

Tabela 12- Resumo do orçamento de insumos para o projeto escritório.

Resumo Orçamento Insumos RS	
Projeto Escritório	
Custo componentes	R\$ 19.026,96
Custo eletrodutos	R\$ 3.447,54
Custo cabos	R\$ 11.417,50
Custo total	R\$ 33.892,00

Fonte: Autor.

Contudo, o valor obtido na Tabela 12 referem-se aos insumos no estado do Rio Grande do Sul (RS). A fim de obter dados comparativos, analisou-se os custos também para outros estados. A relação dos orçamentos para cada estado encontra-se na Tabela 13.

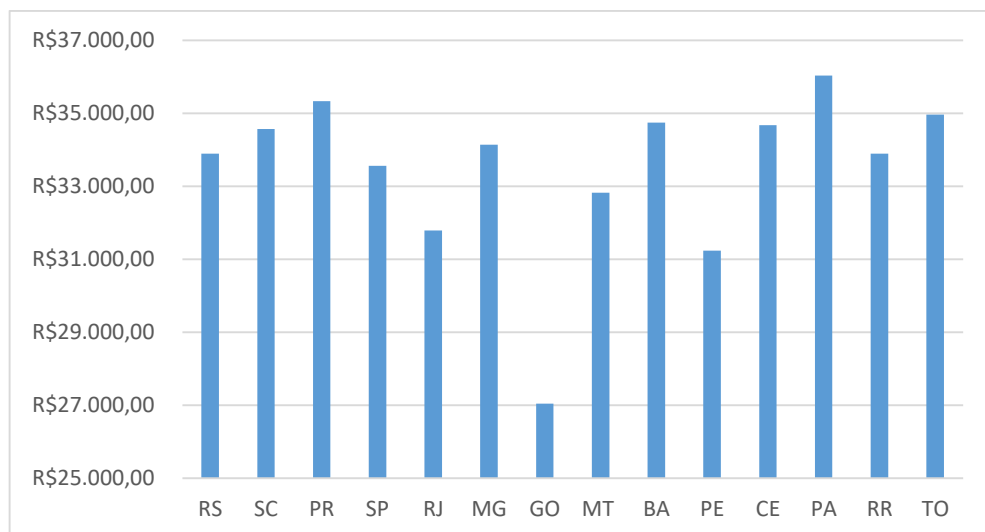
Tabela 13- Orçamentos de insumos detalhados para o projeto escritório.

Estado	Custo componentes	Custo eletrodutos	Custo cabos	Custo total
SC	R\$ 19.977,72	R\$ 3.206,06	R\$ 11.385,45	R\$ 34.569,23
PR	R\$ 21.023,61	R\$ 3.448,48	R\$ 10.817,55	R\$ 35.329,64
SP	R\$ 20.058,04	R\$ 3.224,09	R\$ 10.276,70	R\$ 33.558,83
RJ	R\$ 18.114,38	R\$ 2.692,72	R\$ 10.983,75	R\$ 31.790,85
MG	R\$ 20.550,58	R\$ 3.358,80	R\$ 10.229,60	R\$ 34.138,98
GO	R\$ 14.556,60	R\$ 2.379,70	R\$ 10.107,35	R\$ 27.043,65
MT	R\$ 18.233,48	R\$ 2.787,95	R\$ 11.800,40	R\$ 32.821,83
BA	R\$ 18.669,58	R\$ 2.976,74	R\$ 11.097,75	R\$ 34.744,07
PE	R\$ 15.816,86	R\$ 3.333,18	R\$ 12.088,45	R\$ 31.238,49
CE	R\$ 20.081,09	R\$ 3.415,08	R\$ 11.176,95	R\$ 34.673,12
PA	R\$ 20.111,67	R\$ 3.514,07	R\$ 12.404,45	R\$ 36.030,19
RR	R\$ 19.338,70	R\$ 2.782,04	R\$ 11.774,10	R\$ 33.894,84
TO	R\$ 20.095,44	R\$ 3.392,93	R\$ 11.470,35	R\$ 34.958,72

Fonte: Autor.

Os orçamentos para os outros estados apresentaram variações de valores em relação ao Rio Grande do Sul. Na Figura 19 é apresentada essa variação em forma de gráfico de colunas.

Figura 19- Custo total de insumos para o projeto escritório.



Fonte: Autor.

Dentre os 14 estados analisados, o Rio Grande do Sul ficou como o nono estados mais caro para compras de insumos do projeto, sendo que, na região Sul, foi o mais barato. O seu valor ficou próximo à média dos orçamentos brasileiros de R\$ 33.477,46.

Ao considerar a mão de obra dos serviços envolvidos, devemos adotar a tabela de composições, conforme explicado na seção 2.2.2. A Tabela 14 mostra o resumo do orçamento de composições para o estado do Rio Grande do Sul. Os valores compreendem a soma do insumo com a mão de obra.

Tabela 14- Resumo do orçamento de composições para o projeto escritório.

Resumo Orçamento Composições RS	
Projeto Escritório	
Custo componentes	R\$ 25.284,42
Custo eletrodutos	R\$ 6.317,83
Custo cabos	R\$ 17.477,75
Custo total	R\$ 49.080,00

Fonte: Autor.

Contudo, os valores obtidos na Tabela 13 referem-se às composições no estado do Rio Grande do Sul (RS). A fim de obter dados comparativos, analisou-se os custos também para outros estados. A relação dos orçamentos para cada estado encontra-se na Tabela 15.

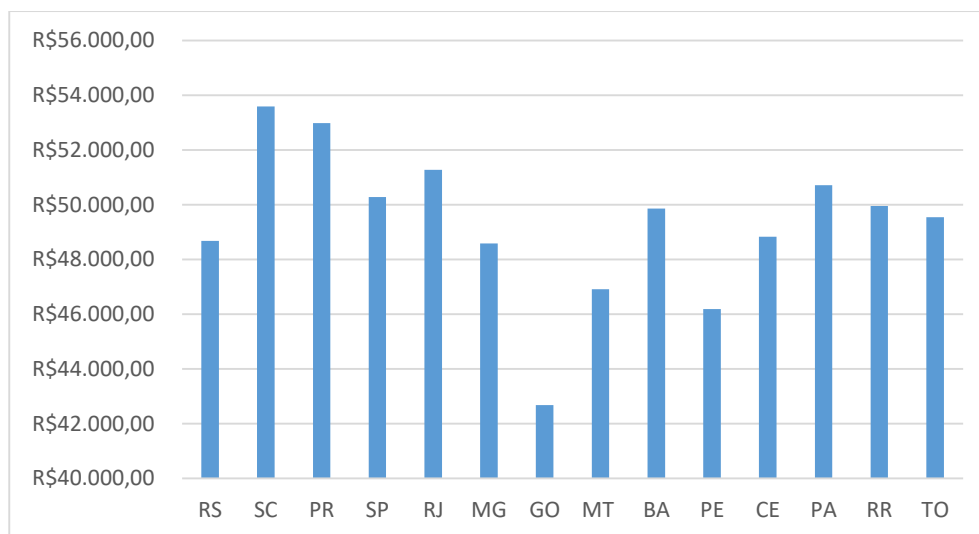
Tabela 15- Orçamentos de composições detalhados para o projeto escritório.

Estado	Custo componentes	Custo eletrodutos	Custo cabos	Custo total
SC	R\$ 27.416,41	R\$ 6.789,06	R\$ 19.382,80	R\$ 53.591,27
PR	R\$ 28.043,09	R\$ 7.039,30	R\$ 17.894,55	R\$ 52.976,94
SP	R\$ 26.274,09	R\$ 6.822,96	R\$ 17.183,65	R\$ 50.280,70
RJ	R\$ 23.333,20	R\$ 6.416,64	R\$ 18.526,00	R\$ 51.275,84
MG	R\$ 25.883,40	R\$ 6.543,63	R\$ 16.152,40	R\$ 48.579,43
GO	R\$ 21.093,59	R\$ 5.380,32	R\$ 16.207,40	R\$ 42.681,31
MT	R\$ 23.549,77	R\$ 5.690,68	R\$ 17.674,60	R\$ 46.915,05
BA	R\$ 25.854,74	R\$ 6.095,47	R\$ 17.906,40	R\$ 49.856,61
PE	R\$ 21.617,68	R\$ 6.321,72	R\$ 18.247,50	R\$ 46.186,90
CE	R\$ 25.171,34	R\$ 6.450,84	R\$ 17.207,20	R\$ 48.829,38
PA	R\$ 25.437,93	R\$ 6.480,79	R\$ 18.797,50	R\$ 50.716,22
RR	R\$ 25.192,91	R\$ 6.229,26	R\$ 18.531,60	R\$ 49.953,77
TO	R\$ 25.365,73	R\$ 6.491,62	R\$ 17.687,20	R\$ 49.544,55

Fonte: Autor.

Os orçamentos para os outros estados apresentaram variações em relação ao Rio Grande do Sul. Na Figura 20 são apresentados os orçamentos de composições para outros estados brasileiros. O Rio Grande do Sul apresentou o quinto orçamento mais barato, dentre os estados analisados, ficando ligeiramente abaixo da média nacional de R\$ 49.319,14.

Figura 20- Custo total de composições para o projeto escritório.



Fonte: Autor.

Comparando os dois orçamentos, nota-se que o valor da mão de obra é expressivo. Na Tabela 16 podemos ver o valor absoluto da mão de obra no orçamento de composições.

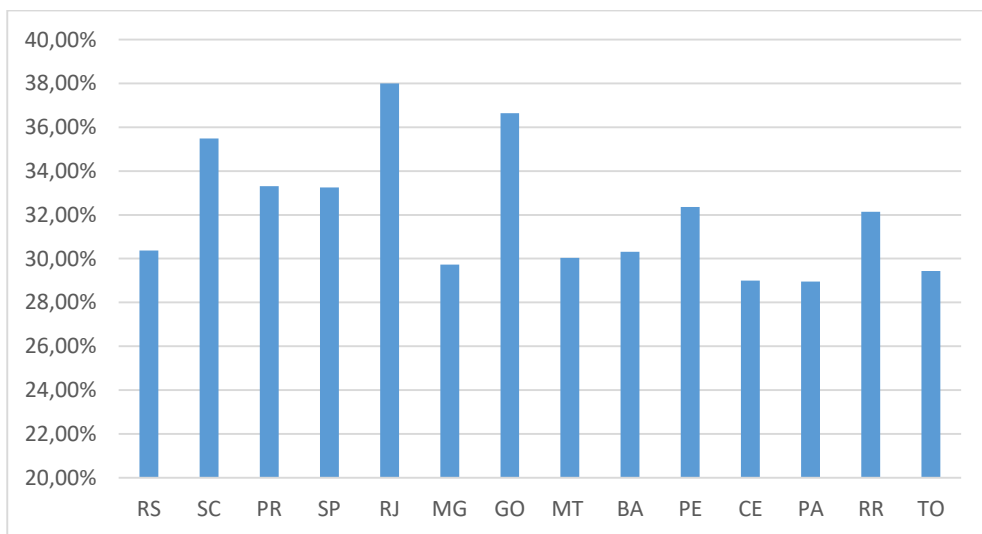
Tabela 16- Valor absoluto da mão de obra por estado para o projeto escritório.

Estado	Mão de Obra
RS	R\$ 9.733,12
SC	R\$ 13.157,59
PR	R\$ 11.300,15
SP	R\$ 12.126,08
RJ	R\$ 12.902,07
MG	R\$ 10.213,92
GO	R\$ 10.683,26
MT	R\$ 9.771,95
BA	R\$ 11.799,72
PE	R\$ 10.829,04
CA	R\$ 11.183,92
PA	R\$ 11.097,16
RR	R\$ 11.693,09
TO	R\$ 10.863,19

Fonte: Autor.

O Rio Grande do Sul apresentou a mão de obra menos valorizada dentre os estados analisados. A relação da mão de obra no orçamento das composições está apresentada na Figura 21. O Rio Grande do Sul permaneceu próximo à média nacional, porém, dentre os estados da região sul foi o que apresentou a mão de obra mais desvalorizada em relação às composições estudadas.

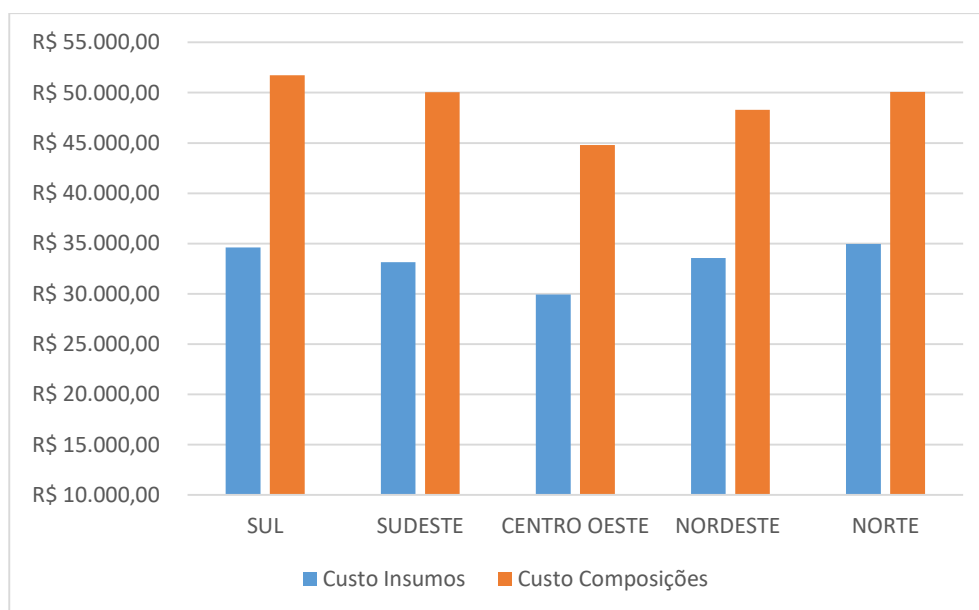
Figura 21- Relação da mão de obra no orçamento de composições projeto escritório.



Fonte: Autor.

Abrangendo um pouco mais a análise, foram agrupados os estados por região, sendo elas a região Sul, Sudeste, Centro Oeste, Nordeste e Norte. Os valores médios por região estão representados na Figura 22.

Figura 22- Custo de Insumos e Composições por região projeto escritório.



Fonte: Autor.

4.3 COMPARAÇÃO CUB

A partir dos dados coletados do Custo Unitário Básico podemos ver quais os estados com maior valor agregado para a realização dos projetos. No Quadro 4 é apresentado um comparativo de cada estado em ordem crescente conforme os custos que foram calculados e pesquisados. Os valores utilizados para os projetos Residência e Escritório foram os orçamentos de composições.

Quadro 4- Ordenação dos custos por estado.

R1-N	CE	GO	PA	SP	BA	PE	RJ	RR	MG	PR	MT	RS	SC
CSL-8-N	CE	GO	PE	SP	PA	MG	RJ	PR	BA	RR	RS	SC	MT
RESIDÊNCIA	GO	MT	CE	PE	RS	BA	MG	RR	PA	SP	RJ	PR	SC
ESCRITÓRIO	GO	PE	MT	CE	BA	RS	RR	MG	SP	PA	PR	RJ	SC

Fonte: Autor.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, o Capítulo 3 apresentou os métodos para análise de um projeto de instalações elétricas em BIM. Para isso, fez-se necessária a utilização de alguns softwares para facilitar e otimizar tal análise. Quando bem configurado o projeto, pelo BIM Manager, a análise posterior de parâmetros se torna mais fácil e precisa.

No Capítulo 4 verificou-se os resultados dos métodos descritos anteriormente nos dois projetos propostos e obteve-se dois bons orçamentos, com confiabilidade pois foram extraídos todos os elementos que foram inseridos no modelo.

Algumas empresas disponibilizam, em seu *website*, famílias parametrizadas para que os projetistas façam o download e utilizem em seus projetos. Uma otimização para o cenário da construção civil, seria com os principais fabricantes já inserindo parâmetros dos códigos SINAPI, contudo, faltam possibilidades de composições na base de dados disponibilizada pela Caixa Econômica Federal.

5 CONCLUSÃO

Para analisar os quantitativos do projeto e elaborar o orçamento, o *Dynamo* foi viável e eficiente, com resultados confiáveis e precisos dos modelos. Quantificou-se todos os elementos existentes no projeto, e assim foi possível filtrá-los pelos seus códigos de Insumos e Composições. Ainda no *Dynamo* foi possível exportar esses quantitativos para a base de dados para obter os orçamentos do projeto. A plataforma possibilita ao usuário estudar, manipular e modificar elementos inseridos no projeto, expandindo a possibilidade de análises mais complexas no modelo.

O Rio Grande do Sul foi um dos estados com a mão de obra mais desvalorizada dentre os estados brasileiros que foram analisados para as composições a partir dos valores da tabela SINAPI. O estado foi o quarto mais desvalorizado para o projeto residencial e o sexto mais desvalorizado para o projeto escritório nos orçamentos de composições.

Para o Projeto Residência, no Rio Grande do Sul, a mão de obra representa 45,68% dos custos do projeto no orçamento de composições. Porém, ao considerar o orçamento de insumos constata-se que o estado tem o orçamento acima da média nacional que é de R\$ 15.631,58, apresentando o valor de R\$16.104,02 para compra de materiais. Para o Projeto Escritório, o orçamento de insumos ficou em R\$ 33.892,00 e o de composições em R\$ 49.080,00, valores abaixo das médias nacionais de R\$ 33.477,46 e R\$ 49.319,14, respectivamente.

Com os valores de orçamentos encontrados após as análises via *Dynamo* fica evidente que a mão de obra do Rio Grande do Sul é uma das mais desvalorizadas dentre os estados analisados. A análise dos valores CUB não refletem a mesma realidade pois também consideram o fator local de onde o imóvel foi construído, com base no m² do bairro, e também do padrão de construção.

A ferramenta de programação visual mostrou-se eficaz e útil em projetos BIM. A utilização da programação aliada ao modelo 3D aumenta o leque de possibilidades de análises e, principalmente, de extração de informações por parte do projetista. Quando bem configurado o projeto, pelo BIM Manager, a análise posterior de parâmetros se torna mais fácil e precisa. O *Dynamo* é capaz de ler todas as informações inseridas no modelo e manipular os parâmetros de

cada família. As listas de materiais podem ser extraídas diretamente dele e exportadas para *softwares* de uso comum no mercado.

A utilização da programação visual Dynamo para realizar orçamentos foi positiva e pode ser implementada tanto para projetos de instalações elétricas em BIM como para projetos de outras disciplinas.

Como sugestão para trabalhos futuros fica a implementação dessa rotina para projetos de outras disciplinas e a criação de uma base de dados mais completa com as composições faltantes na tabela SINAPI. Também pode ser utilizado o *Dynamo* para análises mais complexas de projetos de Engenharia Elétrica, calculando a rota de cada circuito e analisando as quedas de tensões e taxas de ocupação da infraestrutura. Todos esses estudos contribuirão tanto para o desenvolvimento do BIM dentro da academia como para o meio empresarial.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maurício da Cunha. SINAPI x ORSE Análise comparativa entre o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil e o sistema adotado pelo Governo do Estado de Sergipe. Biblioteca Digital da Câmara, [S. l.], p. 1-32, 14 dez. 2009.

ANDRADE, F. M. R. et al. Modelagem BIM para orçamentação com uso do SINAPI. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 93-111, 2021. DOI: 10.11606/gtp.v16i2.170318. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/170318>. Acesso em: 3 abril. 2022.

COELHO, R.S. Orçamento de obras prediais. São Luís, MA: Editora UEMA, 2001.

CEEE DISTRIBUIÇÃO. Regulamento de instalações consumidoras. Regulamento de instalações consumidoras: Fornecimento em tensão secundária, [S. l.], 2017.

EASTMAN, Charles et al. Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

FARIA, Diego. Conheça a ferramenta Dynamo da Autodesk e saiba como funciona. [S. l.], 14 ago. 2018. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/search-result/caas/simplecontent/content/conhe%C3%A7a-ferramenta-dynamo-da-autodesk-e-saiba-como-funciona.html>. Acesso em: 3 fev. 2022.

GOLDMAN, P. Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira, 4ª edição. São Paulo: PINI, 2004.

JR, CARLOS ROBERTO DE BRITO; TAKII , TIAGO. Modelagem de projetos elétricos usando a tecnologia BIM. In: JR, CARLOS ROBERTO DE BRITO; TAKII , TIAGO. *MODELAGEM DE PROJETOS ELÉTRICOS USANDO A TECNOLOGIA BIM*. 2015. Trabalho de conclusão de curso (graduação em engenharia elétrica) - Curso De Engenharia Industrial Elétrica, UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015.

LEVELOFDEVELOPMENT(LOD)SPECIFICATION:ForBuildingInformationModelsandData.[S.l.:s.n.],2020-.Anual.Disponívelem:<https://bimforum.org/>.Acessoem: 20 ago. 2021.

LIMMER, C.V. Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1997.

MATTANA, L.; LIBRELOTTO, L. I. Estratégias para ensino de orçamentação com adoção de BIM em ambiente acadêmico. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 97-118, 2018. DOI: 10.11606/gtp.v13i3.139505. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/139505>. Acesso em: 7 abril. 2022.

MATTOS, A. D. *Como Preparar Orçamentos de Obras*. Ed. PINI, 2006.

PEREIRA, DAIANE MAIO. O Impacto da Metodologia BIM na Elaboração de Orçamentos em Projetos de Obras Cíveis. *Boletim do Gerenciamento*, [S.l.], v. 17, n. 17, p. 30-41, ago. 2020. ISSN 2595-6531. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/380>. Acesso em: 08 maio 2022.

SANTOS, Willian Hirt. ANÁLISE DE CUSTOS DE OBRAS PÚBLICAS POR MEIO DE DIFERENTES MÍDIAS ESPECIALIZADAS: ESTUDO DE CASO. 2021. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (Graduação em Engenharia Civil) - COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL, Guarapuava, 2021.

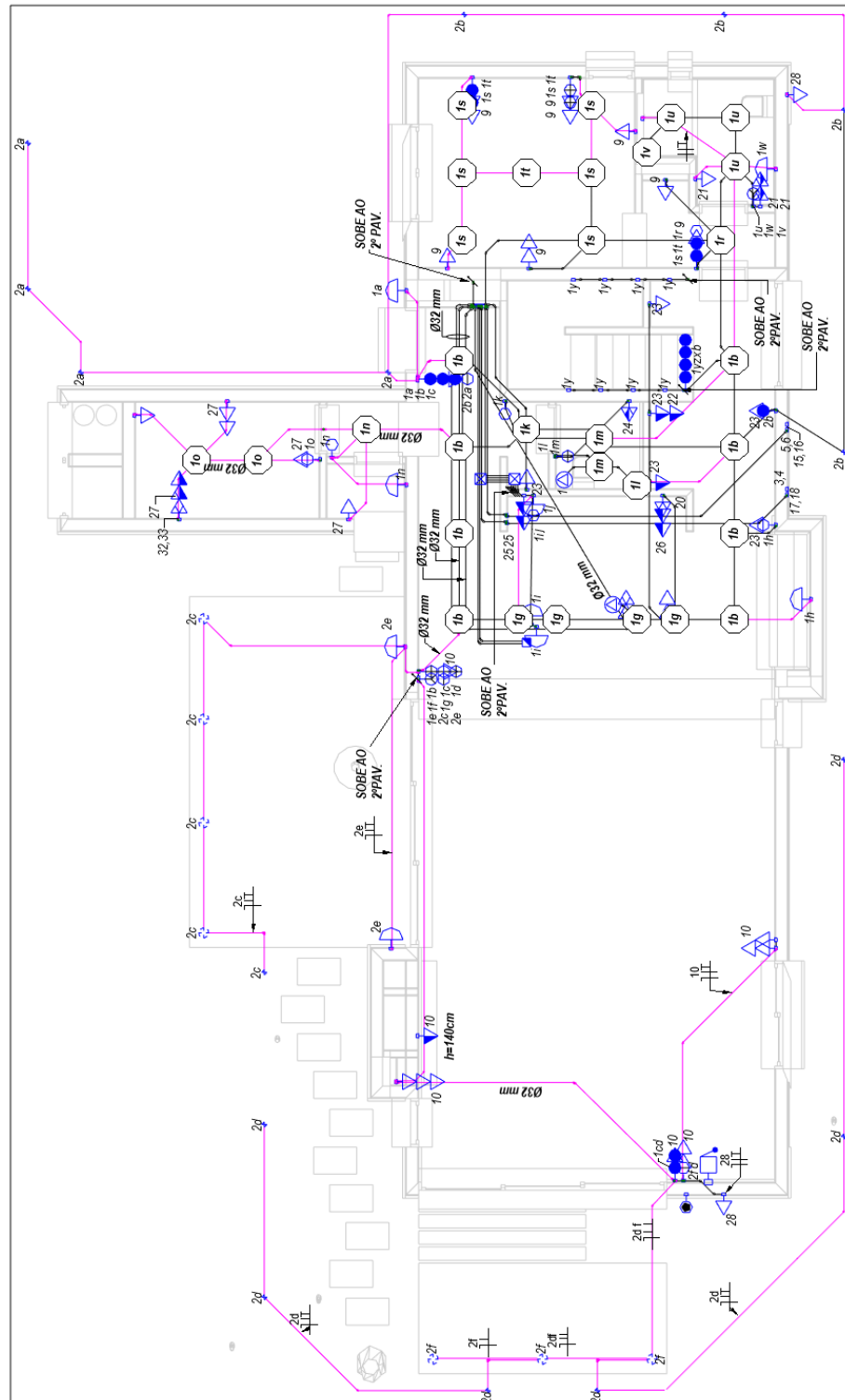
SINAPI: METODOLOGIA E CONCEITOS. 8. ed. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-manual-de-metodologias-e-conceitos/Livro1_SINAPI_Metodologias_e_Conceitos_8_Edicao.pdf. Acesso em: 3 fev. 2022.

TISAKA, Maçahico. *Norma Técnica para Elaboração de Orçamento de Obras de Construção Civil*. Instituto de Engenharia, São Paulo, 2011. Disponível em: https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wpcontent/uploads/2017/10/arqnot7_629.pdf. Acesso em: 22 set. 2021

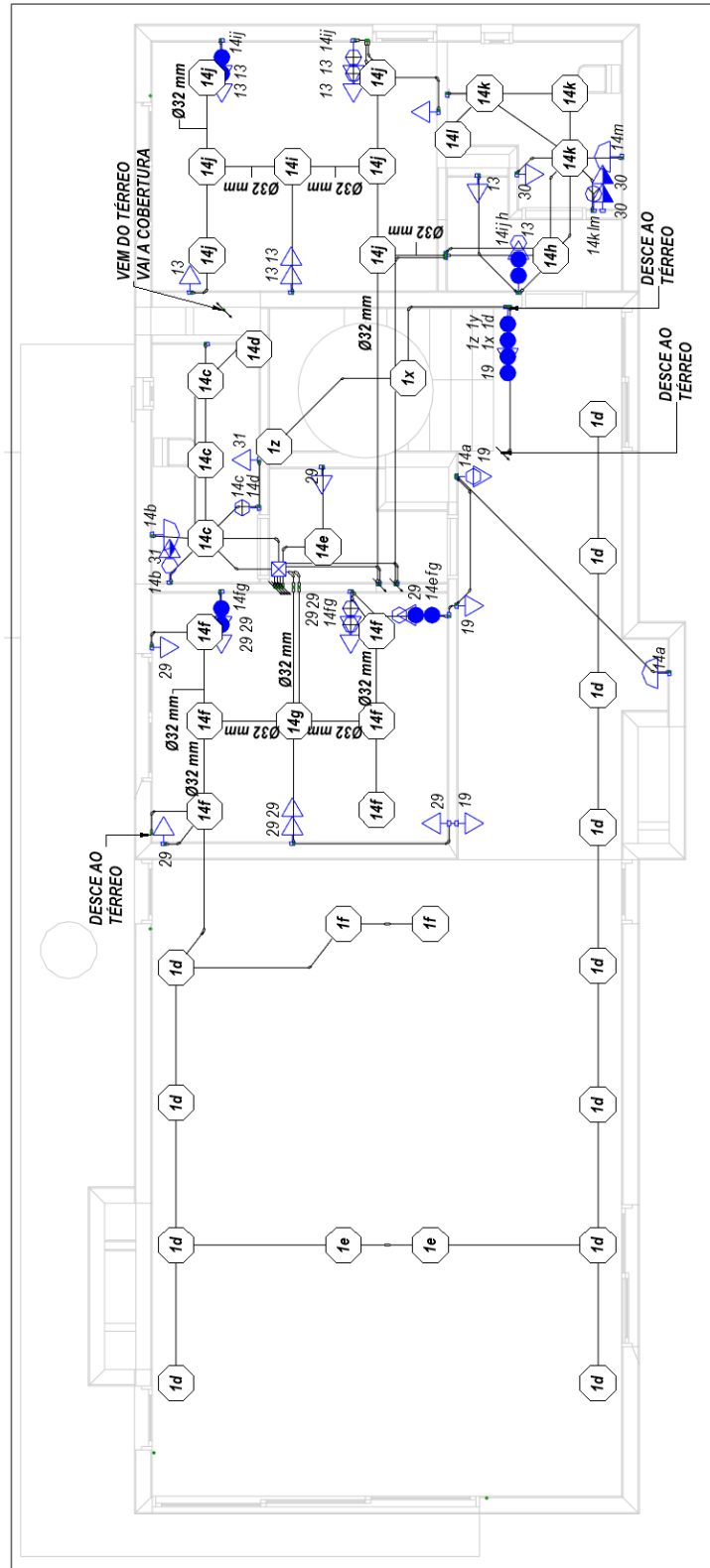
USO do BIM será obrigatório a partir de 2021 nos projetos e construções brasileiras. [S. l.], 18 dez. 2018. Disponível em: <https://inbec.com.br/blog/uso-bim-sera-obrigatorio-partir-2021-projetos-construcoes-brasileiras>. Acesso em: 2 fev. 2022.

7 APÊNDICES

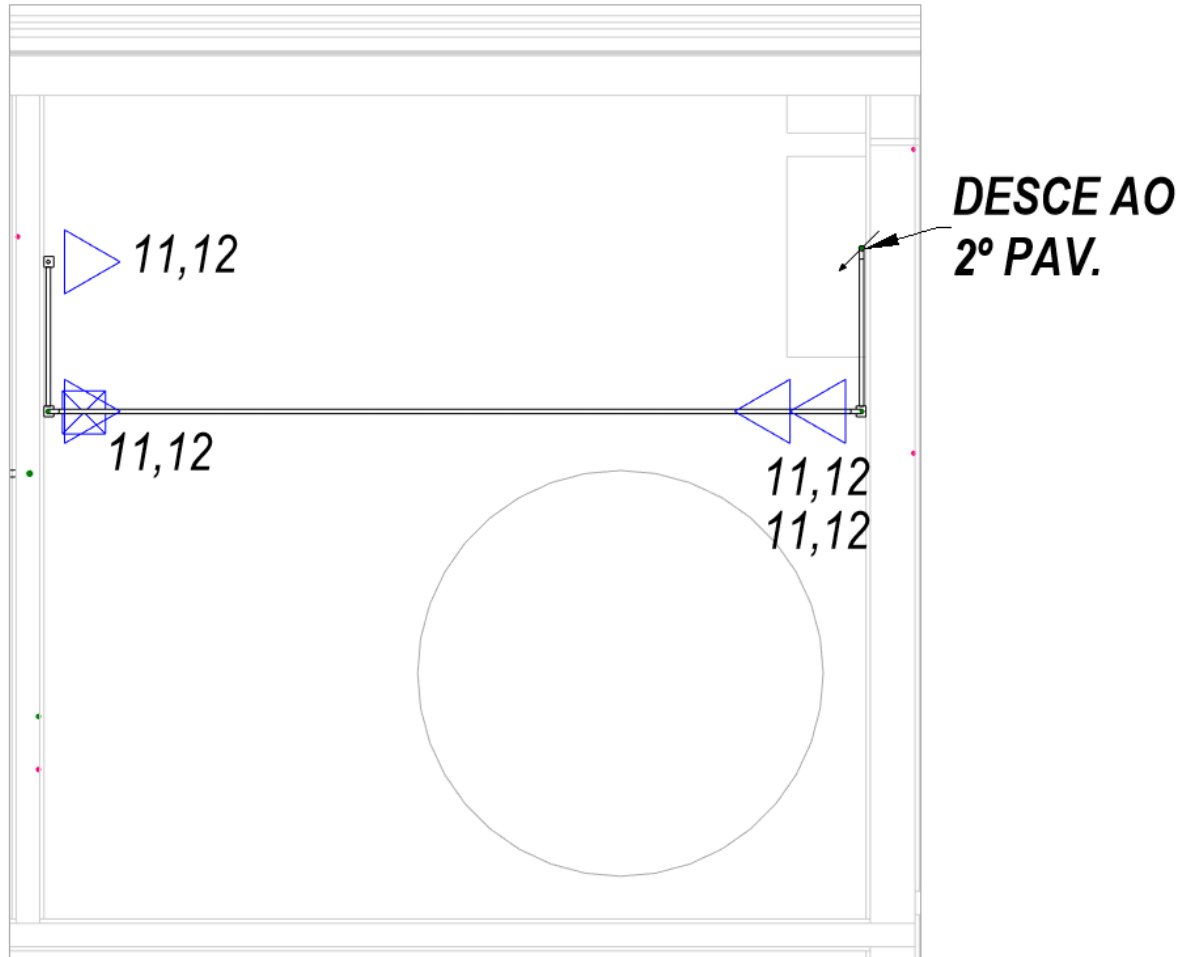
7.1 APÊNDICE A – PLANTA BAIXA DO PRIMEIRO PAVIMENTO PROJETO RESIDENCIAL



7.2 APÊNDICE B – PLANTA BAIXA DO SEGUNDO PAVIMENTO PROJETO RESIDENCIAL



7.3 APÊNDICE C – PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO COBERTURA PROJETO RESIDENCIAL



7.4 APÊNDICE D – RESUMO DE CARGAS DO PROJETO RESIDENCIAL

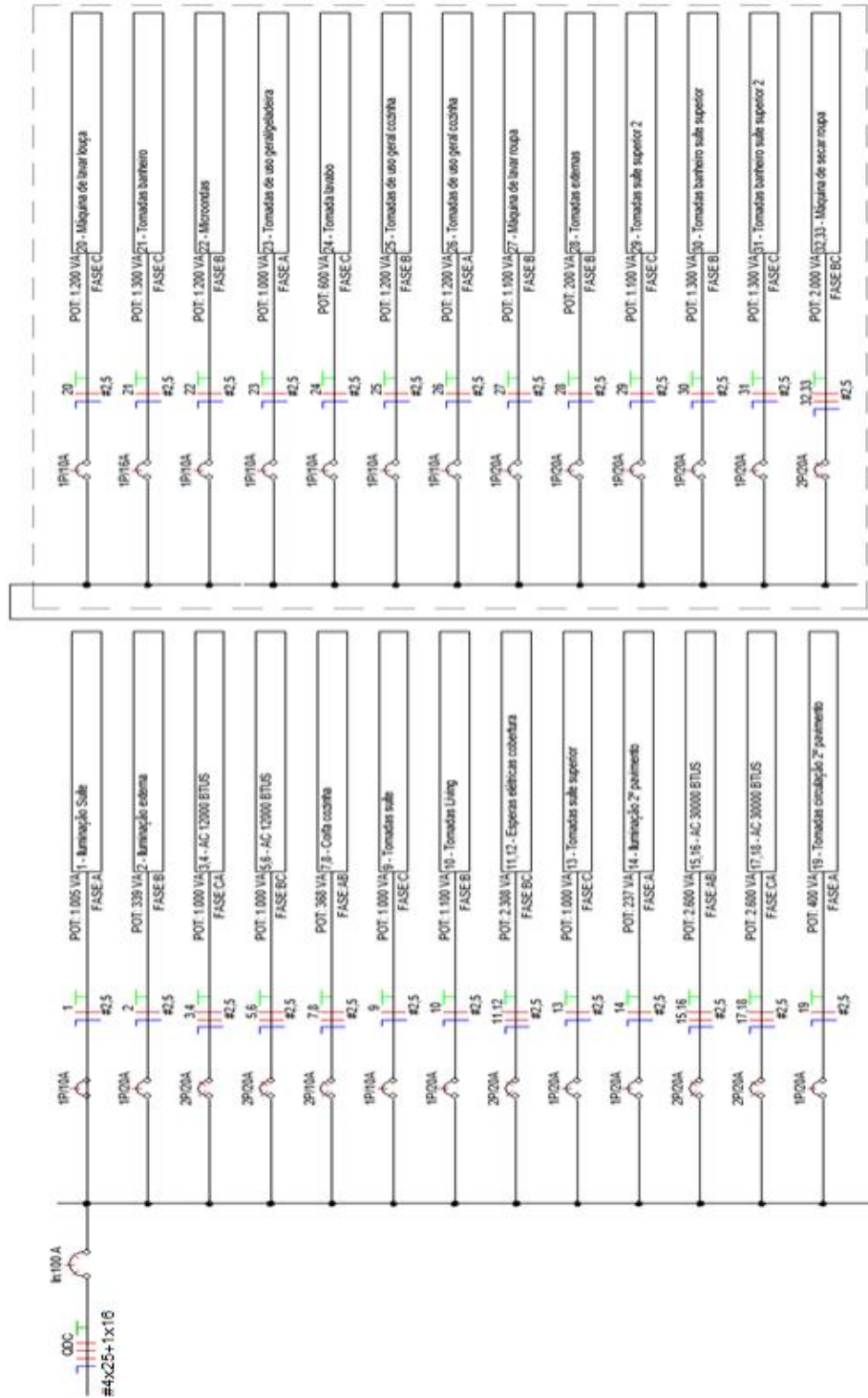
Nº Circuito	Descrição do Circuito	Carga [VA]	Proteção	Corrente
1	Iluminação 1º pavimento	1.010	1 x 10 A	7,95 A
2	Iluminação externa	340	1 x 20 A	2,68 A
3,4	AC 12000 BTUS	1.000	2 x 20 A	3,94 A
5,6	AC 12000 BTUS	1.000	2 x 20 A	3,94 A
7,8	Coifa cozinha	370	2 x 10 A	1,46 A
9	Tomadas Suíte	1.000	1 x 10 A	7,87 A
10	Tomadas Living	1.100	1 x 20 A	8,66 A
11,12	Esperas elétricas cobertura	2.840	2 x 20 A	11,18 A
13	Tomadas suíte superior	1.000	1 x 20 A	7,87 A
14	Iluminação 2º pavimento	240	1 x 20 A	1,89 A
15,16	AC 30000 BTUS	2.600	2 x 20 A	10,24 A
17,18	AC 30000 BTUS	2.600	2 x 20 A	10,24 A
19	Tomadas circulação 2º pavimento	400	1 x 20 A	3,15 A
20	Máquina de lavar louça	1.200	1 x 10 A	9,45 A
21	Tomadas Banheiro	1.300	1 x 16 A	10,24 A
22	Microondas	1.200	1 x 10 A	9,45 A
23	Tomadas de uso geral/geladeira	1.000	1 x 10 A	7,87 A
24	Tomadas Lavabo	600	1 x 10 A	4,72 A
25	Tomadas de uso geral cozinha	1.200	1 x 10 A	9,45 A
26	Tomadas de uso geral cozinha	1.200	1 x 10 A	9,45 A
27	Máquina de lavar roupa	1.100	1 x 20 A	8,66 A
28	Tomadas externas	200	1 x 20 A	1,57 A
29	Tomadas suíte superior	1.100	1 x 20 A	8,66 A
30	Tomadas banheiro suíte superior	1.300	1 x 20 A	10,24 A
31	Tomadas banheiro suíte superior 2	1.300	1 x 20 A	10,24 A
32,33	Máquina de secar roupa	2.000	2 x 20 A	7,87 A

7.5 ANEXO E – LISTA DE MATERIAIS DO PROJETO RESIDENCIAL

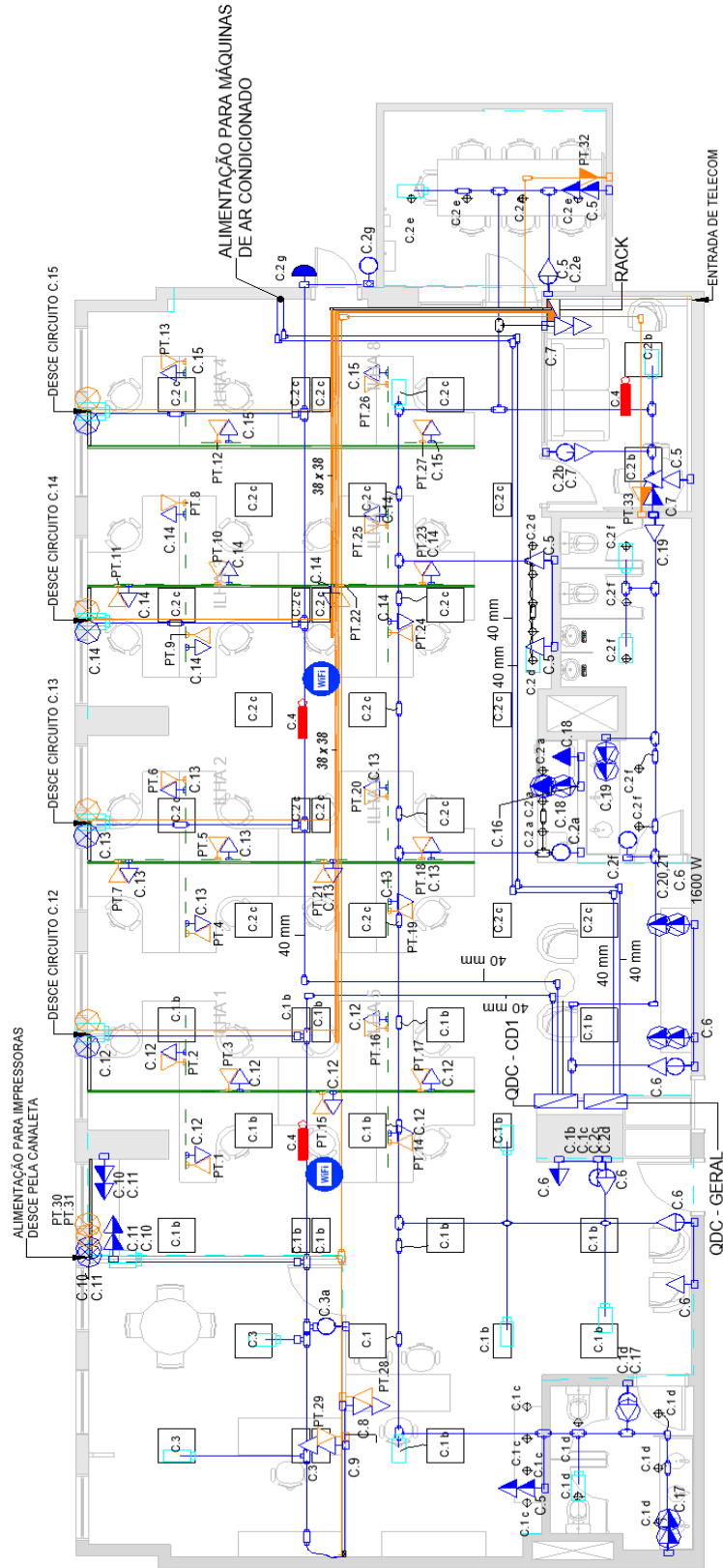
Código	Descrição	Unidade	Quantidade
1014	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 450/750 V, SECAO NOMINAL 2,5 MM2	m	2.000
995	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, COBERTURA PVC-ST1, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 0,6/1 KV, SECAO NOMINAL 16 MM2	m	60
1020	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, COBERTURA PVC-ST1, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 0,6/1 KV, SECAO NOMINAL 10 MM2	m	20
39599	CABO DE PAR TRANCADO UTP, 4 PARES, CATEGORIA 6	m	300
39243	ELETRODUTO PVC FLEXIVEL CORRUGADO, REFORCADO, COR LARANJA, DE 20 MM, PARA LAJES E PISOS	m	29,58

39244	ELETRODUTO PVC FLEXIVEL CORRUGADO, REFORCADO, COR LARANJA, DE 25 MM, PARA LAJES E PISOS	m	257,29
39245	ELETRODUTO PVC FLEXIVEL CORRUGADO, REFORCADO, COR LARANJA, DE 32 MM, PARA LAJES E PISOS	m	288,61
39253	ELETRODUTO/CONDULETE DE PVC RIGIDO, LISO, COR CINZA, DE 3/4", PARA INSTALACOES APARENTES (NBR 5410)	m	11,98
39255	ELETRODUTO/CONDULETE DE PVC RIGIDO, LISO, COR CINZA, DE 1", PARA INSTALACOES APARENTES (NBR 5410)	m	3,69
40400	ELETRODUTO FLEXIVEL PLANO EM PEAD, COR PRETA E LARANJA, DIAMETRO 25 MM	m	69,81
38062	INTERRUPTOR SIMPLES 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULO)	Un	7
38079	INTERRUPTORES SIMPLES (2 MODULOS) + TOMADA 2P+T 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULOS)	Un	4
38070	INTERRUPTORES PARALELOS (2 MODULOS) 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULOS)	Un	7
38071	INTERRUPTORES SIMPLES (3 MODULOS) 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULOS)	Un	6
38066	PULSADOR CAMPAINHA 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULO)	Un	1
38085	CAMPAINHA CIGARRA 127 V / 220 V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULO)	Un	1
34653	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A	Un	18
34616	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, BIPOLAR DE 6 ATE 32A	Un	1
34653	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A	Un	1
34616	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, BIPOLAR DE 6 ATE 32A	Un	7
2373	DISJUNTOR TIPO NEMA, TRIPOLAR 60 ATE 100 A, TENSAO MAXIMA DE 415 V	Un	1
38083	TOMADA RJ45, 8 FIOS, CAT 5E, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULO)	Un	4
7528	TOMADA 2P+T 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULO)	Un	41
38075	TOMADA 2P+T 20A 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULO)	Un	1
38076	TOMADAS (2 MODULOS) 2P+T 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULOS)	Un	22
10569	CAIXA DE PASSAGEM / DERIVACAO / LUZ, OCTOGONAL 4 X4, EM ACO ESMALTADA, COM FUNDO MOVEL SIMPLES (FMS)	Un	73
38773	LUMINARIA DE TETO PLAFON/PLAFONIER EM PLASTICO COM BASE E27, POTENCIA MAXIMA 60 W (NAO INCLUI LAMPADA)	Un	73
38191	LAMPADA FLUORESCENTE COMPACTA 2U BRANCA 15 W, BASE E27 (127/220 V)	Un	73
12042	QUADRO DE DISTRIBUICAO COM BARRAMENTO TRIFASICO, DE EMBUTIR, EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO, PARA 40 DISJUNTORES DIN, 100 A	Un	1
11251	CAIXA DE PASSAGEM/ LUZ / TELEFONIA, DE EMBUTIR, EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO, DIMENSOES 40 X 40 X *12* CM (PADRAO CONCESSIONARIA LOCAL)	Un	1

7.6 APÊNDICE F – DIAGRAMA UNIFILAR PROJETO RESIDENCIAL



7.7 APÊNDICE G – PLANTA BAIXA DO PROJETO ESCRITÓRIO



7.8 APÊNDICE H – RESUMO DE CARGAS DO QUADRO QDC GERAL DO PROJETO ESCRITÓRIO

Nº Circuito	Descrição do Circuito	Carga [VA]	Proteção	Corrente
G.1,2,3	A/C Carrier K7	5.313	20,00 A	13,94 A
G.4,5,6	A/C Carrier K7	5.313	20,00 A	13,94 A
G.7,8,9	A/C Carrier K7	5.313	20,00 A	13,94 A
G.10,11,12	A/C Carrier K7	5.313	20,00 A	13,94 A
G.13,14,15	A/C Carrier K7	5.313	20,00 A	13,94 A
G.16,17,18	A/C Carrier K7	5.313	20,00 A	13,94 A
G.19,20,21	QDC - CD1	45.350	63,00 A	31,29 A

7.9 APÊNDICE I – RESUMO DE CARGAS DO QUADRO QDC CD1 DO PROJETO ESCRITÓRIO

Nº Circuito	Descrição do Circuito	Carga [VA]	Proteção	Corrente
C.1	Iluminação	402	16,00 A	2,91 A
C.2	Iluminação	659	16,00 A	4,77 A
C.3	Iluminação	65	16,00 A	0,47 A
C.4	Iluminação de emergência	30	16,00 A	0,22 A
C.5	Tomadas Circulação Reunião	700	16,00 A	5,24 A
C.6	Tomadas Entrada	1.791	20,00 A	14,09 A
C.7	Tomadas Sala Funcionários	300	16,00 A	2,24 A
C.8	Tomadas Mesa Secretária	500	16,00 A	3,74 A
C.9	Tomadas Mesa Diretor	500	16,00 A	3,74 A
C.10	Tomadas Impressoras	526	16,00 A	3,94 A
C.11	Tomadas Impressoras (Reserva)	526	16,00 A	3,94 A
C.12	Tomadas Ilhas 1/5	526	16,00 A	3,94 A
C.13	Tomadas Ilhas 2/6	526	16,00 A	3,94 A
C.14	Tomadas Ilhas 3/7	526	16,00 A	3,94 A
C.15	Tomadas Ilhas 4/8	526	16,00 A	3,94 A
C.16	Tomada Microondas	1.500	20,00 A	9,45 A
C.17	Tomadas Banho 01	1.000	20,00 A	7,48 A
C.18	Tomadas Geladeira e Filtro	595	20,00 A	5,47 A
C.19	Tomadas Banho 02	1.000	20,00 A	7,48 A
C.20,21	Jarra Elétrica	500	20,00 A	2,16 A

7.10 APÊNDICE J – RESUMO DE PONTOS RACK DE DADOS DO PROJETO ESCRITÓRIO

Nº Circuito	Descrição do Circuito
PT.1	ILHA 1
PT.2	ILHA 1
PT.3	ILHA 1
PT.4	ILHA 2
PT.5	ILHA 2
PT.6	ILHA 2
PT.7	ILHA 2
PT.8	ILHA 3
PT.9	ILHA 3
PT.10	ILHA 3
PT.11	ILHA 3
PT.12	ILHA 4
PT.13	ILHA 4
PT.14	ILHA 5
PT.15	ILHA 5
PT.16	ILHA 5
PT.17	ILHA 5
PT.18	ILHA 6
PT.19	ILHA 6
PT.20	ILHA 6
PT.21	ILHA 6
PT.22	ILHA 7
PT.23	ILHA 7
PT.24	ILHA 7
PT.25	ILHA 7
PT.26	ILHA 8
PT.27	ILHA 8
PT.28	MESA SECRETÁRIA
PT.29	MESA DIRETOR
PT.30	IMPRESSORA
PT.31	IMPRESSORA
PT.32	SALA DE REUNIÕES
PT.33	SOCIAL

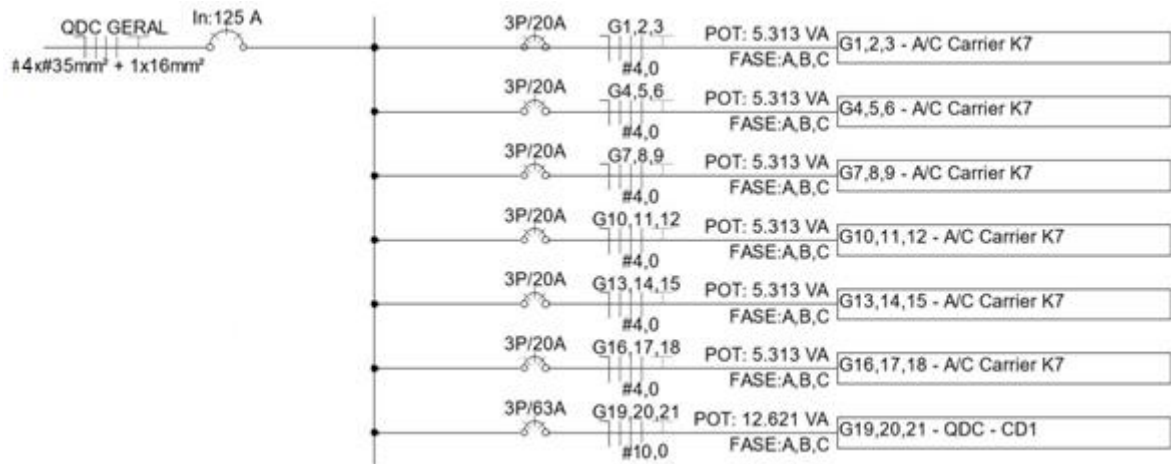
7.11 APÊNDICE K – LISTA DE MATERIAIS DO PROJETO ESCRITÓRIO

Código	Descrição	Unidade	Quantidade
1014	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 450/750 V, SECAO NOMINAL 2,5 MM2	m	2300
996	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, COBERTURA PVC-ST1, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 0,6/1 KV, SECAO NOMINAL 25 MM2	m	50
995	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, COBERTURA PVC-ST1,	m	50

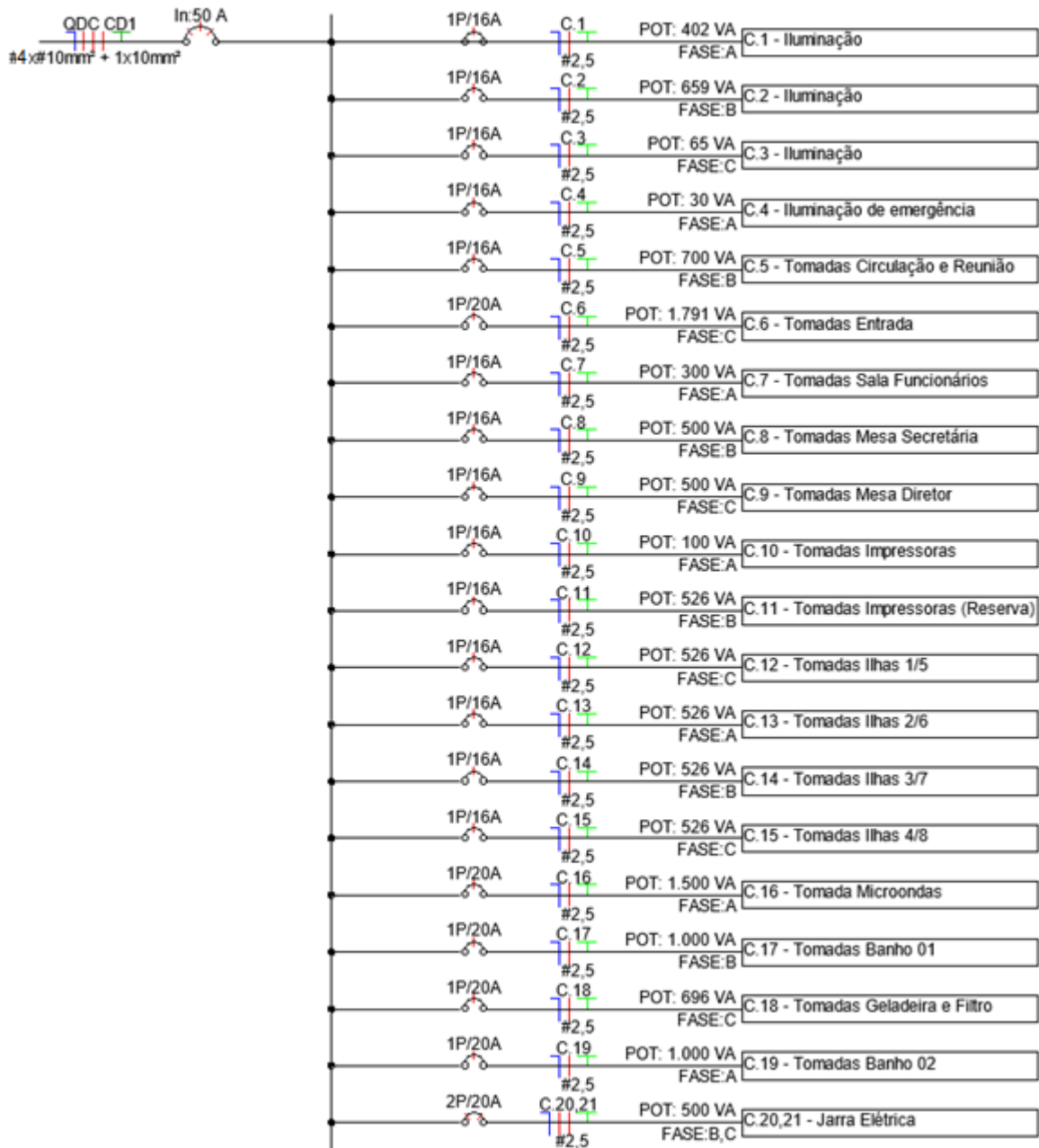
	ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 0,6/1 KV, SECAO NOMINAL 16 MM2		
1020	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, COBERTURA PVC-ST1, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 0,6/1 KV, SECAO NOMINAL 10 MM2	m	15
981	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 450/750 V, SECAO NOMINAL 4 MM2	m	555
39599	CABO DE PAR TRANCADO UTP, 4 PARES, CATEGORIA 6	m	500
2674	ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DE 3/4 ", SEM LUVA	m	103,58
2685	ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DE 1 ", SEM LUVA	m	204,31
39244	ELETRODUTO PVC FLEXIVEL CORRUGADO, REFORCADO, COR LARANJA, DE 25 MM, PARA LAJES E PISOS	m	67,27
39245	ELETRODUTO PVC FLEXIVEL CORRUGADO, REFORCADO, COR LARANJA, DE 32 MM, PARA LAJES E PISOS	m	1,95
39028	PERFILADO PERFURADO SIMPLES 38 X 38 MM, CHAPA 22	m	69,12
10569	CAIXA DE PASSAGEM / DERIVACAO / LUZ, OCTOGONAL 4 X4, EM ACO ESMALTADA, COM FUNDO MOVEL SIMPLES (FMS)	un	3
2560	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO C, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA	un	20
2590	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO E, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA	un	23
2570	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO LR, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA	un	30
2586	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO T, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA	un	31
791	BUCHA DE REDUCAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 1 1/2" X 1"	un	7
2391	DISJUNTOR TERMOMAGNETICO TRIPOLAR 125A	un	1
39461	DISPOSITIVO DR, 4 POLOS, SENSIBILIDADE DE 300 MA, CORRENTE DE 40 A, TIPO AC	un	1
34616	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, BIPOLAR DE 6 ATE 32A	un	2
34653	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A	un	20
2391	DISJUNTOR TERMOMAGNETICO TRIPOLAR 125A	un	1
34714	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, TRIPOLAR 63 A	un	1
34709	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, TRIPOLAR DE 10 ATE 50A	un	4
13246	PARAFUSO DE FERRO POLIDO, SEXTAVADO, COM ROSCA INTEIRA, DIAMETRO 5/16", COMPRIMENTO 3/4", COM PORCA E ARRUELA LISA LEVE	un	16
39442	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO ZINCADO, CABECA LENTILHA E PONTA AGULHA (LA), LARGURA 4,2 MM, COMPRIMENTO 13 MM	un	8
38073	INTERRUPTOR SIMPLES + 2 INTERRUPTORES PARALELOS 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULOS)	un	6
12129	INTERRUPTOR SIMPLES 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA SOBREPOR 4" X 2" (CAIXA + 2 MODULOS)	un	4
12128	INTERRUPTOR SIMPLES 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA SOBREPOR 4" X 2" (CAIXA + MODULO)	un	1
38776	LUMINARIA DE EMBUTIR EM CHAPA DE ACO PARA 4 LAMPADAS FLUORESCENTES DE 14 W *60 X 60 CM* ALETADA (NAO INCLUI REATOR E LAMPADAS)	un	45

43543	LUMINARIA TIPO TARTARUGA A PROVA DE TEMPO, GASES, VAPOR E PO, EM ALUMINIO, COM GRADE, BASE E27, POTENCIA MAXIMA 100 W - REF Y 25/1 (NAO INCLUI LAMPADA)	un	1
12266	LUMINARIA SPOT DE SOBREPOR EM ALUMINIO COM ALETA PLASTICA PARA 1 LAMPADA, BASE E27, POTENCIA MAXIMA 40/60 W (NAO INCLUI LAMPADA)	un	26
38191	LAMPADA FLUORESCENTE COMPACTA 2U BRANCA 15 W, BASE E27 (127/220 V)	un	71
38774	LUMINARIA DE EMERGENCIA 30 LEDS, POTENCIA 2 W, BATERIA DE LITIO, AUTONOMIA DE 6 HORAS	un	3
39761	QUADRO DE DISTRIBUICAO COM BARRAMENTO TRIFASICO, DE SOBREPOR, EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO, PARA 48 DISJUNTORES DIN, 100 A	un	1
39759	QUADRO DE DISTRIBUICAO COM BARRAMENTO TRIFASICO, DE SOBREPOR, EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO, PARA 36 DISJUNTORES DIN, 100 A	un	1
38104	TOMADA RJ45, 8 FIOS, CAT 5E (APENAS MODULO)	un	35
38093	ESPELHO / PLACA DE 2 POSTOS 4" X 2", PARA INSTALACAO DE TOMADAS E INTERRUPTORES	un	4
39606	PATCH CORD, CATEGORIA 6, EXTENSAO DE 1,50M	Un	96
39595	PATCH PANEL, 48 PORTAS, CATEGORIA 5E, COM RACKS DE 19" E 2 U DE ALTURA	un	1
7528	TOMADA 2P+T 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULO)	un	13
38076	TOMADAS (2 MODULOS) 2P+T 10A, 250V, CONJUNTO MONTADO PARA EMBUTIR 4" X 2" (PLACA + SUPORTE + MODULOS)	un	15
38102	TOMADA 2P+T 20A, 250V (APENAS MODULO)	un	40
2560	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO C, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA	un	20
2590	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO E, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA	un	23
2570	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO LR, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA	un	12
2587	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO LR, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1 1/2", COM TAMPA CEGA	un	18
2586	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO T, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA	un	23
2576	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO T, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1 1/2", COM TAMPA CEGA	un	8
2581	CONDULETE DE ALUMINIO TIPO X, PARA ELETRODUTO ROSCAVEL DE 1", COM TAMPA CEGA	un	4

7.12 APÊNDICE L – DIAGRAMA UNIFILAR PROJETO ESCRITÓRIO QUADRO QDC GERAL



7.13 APÊNDICE M – DIAGRAMA UNIFILAR PROJETO ESCRITÓRIO QUADRO QDC CD1



7.14 APÊNDICE N – SCRIPT EM FORMATO DE TEXTO DO PROGRAMA DYNAMO

```

{
  "Uuid": "4f2a02b9-6bea-4517-8788-c3c9b84d57e9",
  "IsCustomNode": false,
  "Description": null,
  "Name": "excel",
  "ElementResolver": {
    "ResolutionMap": {}
  },
  "Inputs": [],
  "Outputs": [],
  "Nodes": [
    {
      "ConcreteType": "Dynamo.Graph.Nodes.ZeroTouch.DSFunction, DynamoCore",
      "NodeType": "FunctionNode",
      "FunctionSignature": "DSOffice.Data.ImportExcel@var,string,bool,bool",
      "Id": "00d17b399a1042248aa6dba3c113f962",
      "Inputs": [
        {
          "Id": "1672af3b874e4970a50bbfb3a77719e1",
          "Name": "file",
          "Description": "Arquivo que representa a planilha do Microsoft Excel.\n\nvar",
          "UsingDefaultValue": false,
          "Level": 2,
          "UseLevels": false,
          "KeepListStructure": false
        },
        {
          "Id": "fb42b6d1173e4495a3829d1081d783c3",
          "Name": "sheetName",
          "Description": "Nome da folha da planilha que contém os dados.\n\nstring",
          "UsingDefaultValue": false,
          "Level": 2,
          "UseLevels": false,
          "KeepListStructure": false
        }
      ],
    }
  ],
}

```

```

{
  "Id": "109a0ade24b444e8a860e460aa605285",
  "Name": "readAsStrings",
  "Description": "Ativar para alternar entre ler o arquivo do Excel como sequências de
caracteres.\n\nbool\nValor padrão : false",
  "UsingDefaultValue": true,
  "Level": 2,
  "UseLevels": false,
  "KeepListStructure": false
},
{
  "Id": "273b20ce87ee46cc8dad8f4d782d4455",
  "Name": "showExcel",
  "Description": "Ativar para alternar entre exibir e ocultar a janela principal do Excel.\n\nbool\nValor padrão
: true",
  "UsingDefaultValue": true,
  "Level": 2,
  "UseLevels": false,
  "KeepListStructure": false
}
],
"Outputs": [
{
  "Id": "24551afedd6a4daa8233b8a0423f313d",
  "Name": "data",
  "Description": "Linhas de dados da planilha do Excel.",
  "UsingDefaultValue": false,
  "Level": 2,
  "UseLevels": false,
  "KeepListStructure": false
}
],
"Replication": "Auto",
  "Description": "Lê os dados de uma planilha do Microsoft Excel. Os dados são lidos por linha e retornados em
uma série de listas por linha. As linhas e colunas são indexadas em zero. Por exemplo, o valor na célula A1 irá
aparecer na lista dos dados em [0,0]. Este nó requer que o Microsoft Excel seja instalado.\n\nData.ImportExcel
(file: var, sheetName: string, readAsStrings: bool = false, showExcel: bool = true): var[][]"
},

```

```

{
  "ConcreteType": "CoreNodeModels.Input.BoolSelector, CoreNodeModels",
  "NodeType": "BooleanInputNode",
  "InputValue": true,
  "Id": "8a48b91ae250467392be446e371e9a1b",
  "Inputs": [],
  "Outputs": [
    {
      "Id": "10b0e3322d304c109b0aa266480a2d07",
      "Name": "",
      "Description": "Boolean",
      "UsingDefaultValue": false,
      "Level": 2,
      "UseLevels": false,
      "KeepListStructure": false
    }
  ],
  "Replication": "Disabled",
  "Description": "Seleção entre True e False."
},
{
  "ConcreteType": "CoreNodeModels.Input.Filename, CoreNodeModels",
  "HintPath":
"C:\\Users\\Usuario\\Downloads\\SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_RS_012022_NaoDesonerado\\SINAPI_C
usto_Ref_Composicoes_Sintetico_RS_202201_NaoDesonerado.xls",
  "InputValue":
"C:\\Users\\Usuario\\Downloads\\SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_RS_012022_NaoDesonerado\\SINAPI_C
usto_Ref_Composicoes_Sintetico_RS_202201_NaoDesonerado.xls",
  "NodeType": "ExtensionNode",
  "Id": "cca1e3b3abf14970a2ecb73cb8a754e6",
  "Inputs": [],
  "Outputs": [
    {
      "Id": "bce3bed6f31d4466ae7dbd675442f2ca",
      "Name": "",
      "Description": "Filename",
      "UsingDefaultValue": false,
      "Level": 2,

```

```

    "UseLevels": false,
    "KeepListStructure": false
  } ],
  "Replication": "Disabled",
  "Description": "Permite que você selecione um arquivo no sistema para obter seu nome de arquivo"
},
{
  "ConcreteType": "Dynamo.Graph.Nodes.CodeBlockNodeModel, DynamoCore",
  "NodeType": "CodeBlockNode",
  "Code": "\\planilha\\;",
  "Id": "438494e47d214d04919dfdb9d233a767",
  "Inputs": [],
  "Outputs": [
    {
      "Id": "c3235f4d14ad47a9b1b3088a802fc028",
      "Name": "",
      "Description": "Valor da expressão na linha 1",
      "UsingDefaultValue": false,
      "Level": 2,
      "UseLevels": false,
      "KeepListStructure": false
    }
  ],
  "Replication": "Disabled",
  "Description": "Permite que o código DesignScript seja criado diretamente"
},
{
  "ConcreteType": "Dynamo.Graph.Nodes.CodeBlockNodeModel, DynamoCore",
  "NodeType": "CodeBlockNode",
  "Code": "",
  "Id": "cd40c860148e414dad3243aec224d085",
  "Inputs": [],
  "Outputs": [],
  "Replication": "Disabled",
  "Description": "Permite que o código DesignScript seja criado diretamente"
},
{

```

```

"ConcreteType": "CoreNodeModels.Watch, CoreNodeModels",
"NodeType": "ExtensionNode",
"Id": "6aa807421645459b9a7823db63653340",
"Inputs": [
  {
    "Id": "3e7a4ca1a5df46e3acc10e541285b612",
    "Name": "",
    "Description": "Nó para avaliar.",
    "UsingDefaultValue": false,
    "Level": 2,
    "UseLevels": false,
    "KeepListStructure": false
  }
],
"Outputs": [
  {
    "Id": "f3136fcea0b049b7b16343c34b992b5c",
    "Name": "",
    "Description": "Observar conteúdo.",
    "UsingDefaultValue": false,
    "Level": 2,
    "UseLevels": false,
    "KeepListStructure": false
  }
],
"Replication": "Disabled",
"Description": "Visualize a saída do nó."
},
{
  "ConcreteType": "CoreNodeModels.Input.FileObject, CoreNodeModels",
  "NodeType": "ExtensionNode",
  "Id": "cf2429c7dd00455591d5fcfed4837b0b",
  "Inputs": [
    {
      "Id": "10765adc1a3545cd87da2e190d34af90",
      "Name": "path",
      "Description": "Caminho para o arquivo.",

```



```

    "UsingDefaultValue": false,
    "Level": 2,
    "UseLevels": false,
    "KeepListStructure": false
  }
],
"Outputs": [
  {
    "Id": "bae4bc8be7364ba8aabb0b217d6347d2",
    "Name": "file",
    "Description": "Objeto de arquivo",
    "UsingDefaultValue": false,
    "Level": 2,
    "UseLevels": false,
    "KeepListStructure": false
  } ],
"Replication": "Disabled",
"Description": "Cria um objeto de arquivo a partir de um caminho."
} ],
"Connectors": [
  {
    "Start": "24551afedd6a4daa8233b8a0423f313d",
    "End": "3e7a4ca1a5df46e3acc10e541285b612",
    "Id": "60bd5e4ddd5b414f9efeee2648127831"
  },
  {
    "Start": "10b0e3322d304c109b0aa266480a2d07",
    "End": "273b20ce87ee46cc8dad8f4d782d4455",
    "Id": "687807ed27154274bff4bc39666eef5d"
  },
  {
    "Start": "bce3bed6f31d4466ae7dbd675442f2ca",
    "End": "10765adc1a3545cd87da2e190d34af90",
    "Id": "ab00f198cb8446fe89822ad61b797a31"
  },
  {
    "Start": "c3235f4d14ad47a9b1b3088a802fc028",

```

```

    "End": "fb42b6d1173e4495a3829d1081d783c3",
    "Id": "07885c2e34eb41d5a585f404d528b7a9"
  },
  {
    "Start": "bae4bc8be7364ba8aabb0b217d6347d2",
    "End": "1672af3b874e4970a50bbfb3a77719e1",
    "Id": "01b1c10284054638be877eacfb5521bc"
  }
],
"Dependencies": [],
"NodeLibraryDependencies": [],
"Bindings": [],
"View": {
  "Dynamo": {
    "ScaleFactor": 1.0,
    "HasRunWithoutCrash": true,
    "IsVisibleInDynamoLibrary": true,
    "Version": "2.3.0.5885",
    "RunType": "Manual",
    "RunPeriod": "1000"
  },
  "Camera": {
    "Name": "Visualização do plano de fundo",
    "EyeX": -17.0,
    "EyeY": 24.0,
    "EyeZ": 50.0,
    "LookX": 12.0,
    "LookY": -13.0,
    "LookZ": -58.0,
    "UpX": 0.0,
    "UpY": 1.0,
    "UpZ": 0.0
  },
  "NodeViews": [
    {
      "Id": "00d17b399a1042248aa6dba3c113f962",
      "IsSetAsInput": false,

```

```
"IsSetAsOutput": false,
"Name": "Data.ImportExcel",
"ShowGeometry": true,
"Excluded": false,
"X": 435.0,
"Y": 235.0
},
{
  "Id": "8a48b91ae250467392be446e371e9a1b",
  "IsSetAsInput": false,
  "IsSetAsOutput": false,
  "Name": "Boolean",
  "ShowGeometry": true,
  "Excluded": false,
  "X": 104.0,
  "Y": 591.0
},
{
  "Id": "cca1e3b3abf14970a2ecb73cb8a754e6",
  "IsSetAsInput": false,
  "IsSetAsOutput": false,
  "Name": "File Path",
  "ShowGeometry": true,
  "Excluded": false,
  "X": -873.58504824737031,
  "Y": -7.3934290741768507
},
{
  "Id": "438494e47d214d04919dfdb9d233a767",
  "IsSetAsInput": false,
  "IsSetAsOutput": false,
  "Name": "Code Block",
  "ShowGeometry": true,
  "Excluded": false,
  "X": -160.0,
  "Y": 271.0
},
```

```
{
  "Id": "cd40c860148e414dad3243aec224d085",
  "IsSetAsInput": false,
  "IsSetAsOutput": false,
  "Name": "Code Block",
  "ShowGeometry": true,
  "Excluded": false,
  "X": 689.0,
  "Y": 30.0
},
{
  "Id": "6aa807421645459b9a7823db63653340",
  "IsSetAsInput": false,
  "IsSetAsOutput": false,
  "Name": "Watch",
  "ShowGeometry": true,
  "Excluded": false,
  "X": 837.27172464355954,
  "Y": 71.007523534357517
},
{
  "Id": "cf2429c7dd00455591d5fcfed4837b0b",
  "IsSetAsInput": false,
  "IsSetAsOutput": false,
  "Name": "File From Path",
  "ShowGeometry": true,
  "Excluded": false,
  "X": 70.455539179374568,
  "Y": 14.990107388435092
}
],
"Annotations": [],
"X": 272.40154399815833,
"Y": 116.95812304654689,
"Zoom": 0.8033215934625979
}
```