UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS - DECAM
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

NILTON MENEZES COSTA

MODELAGEM DE PLANILHA ELETRÔNICA PARA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS DE OBRAS DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS

Mossoró/RN
2021

NILTON MENEZES COSTA

MODELAGEM DE PLANILHA ELETRÔNICA PARA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS DE OBRAS DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. John Eloi Bezerra.

Mossoró/RN
2021

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido.O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

CC474 Costa, Nilton Menezes .
m MODELAGEM DE PLANILHA ELETRÔNICA PARA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS DE OBRAS DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS / Nilton Menezes Costa. - 2021.
61 f. : il.

Orientador: John Eloi Bezerra.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil, 2021.

1. Planilha eletrônica . 2. Pequenas empresas. 3. Fundações profundas. 4. Orçamento. I. Bezerra, John Eloi, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC´s) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

NILTON MENEZES COSTA

MODELAGEM DE PLANILHA ELETRÔNICA PARA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS DE OBRAS DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. John Eloi Bezerra.

Defendida em: 28 / 05 / 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. John Eloi Bezerra (UFERSA)
Presidente

Profa. Dra. Christiane Mylena Tavares de Menezes Gameleira (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Dr. João Paulo Matos Xavier (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças para me manter firme durante toda a minha formação.

Aos meus pais Leila Menezes e Nivaldo Costa. Que nunca me deixaram desacreditar dos meus sonhos e foram peças fundamentais para eu chegar até aqui. Serei eternamente grato, e esse será apenas um dos primeiros passos que lhes farão se orgulhar de mim.

A minha namorada Beatriz Costa por toda paciência e apoio durante momentos difíceis ao longo do curso de Engenharia Civil.

A todos os meus familiares e em especial a minha avó Fátima Menezes, por todo carinho e amor necessário para me manter bem nessa minha caminhada. Fico muito feliz em realizar este sonho com a senhora presente em nossas vidas.

Agradeço ao meu orientador John Eloi Bezerra, pelos ensinamentos transmitidos e por toda paciência que teve comigo no decorrer do trabalho.

Agradeço aos meus amigos Kalil, Eufranor, Breno, Otávio e Joílson pela amizade e incentivo durante os anos de convívio em Caraúbas. O distanciamento não apaga o carinho que tenho por vocês.

Agradeço a toda minha turma que ingressou comigo em Engenharia Civil, em especial a galera do “Melhor Grupo de Civil”: Davi Maia, Luana Gondim, Letícia Queiroz, Thaís Magalhães por todas as ajudas durante os estudos. Além dos momentos de descontração.

Dessa maneira, agradeço todos que contribuíram diretamente e indiretamente para a realização desse trabalho.

RESUMO

O setor da construção civil é responsável pela produção de diversas obras nas quais o fator econômico possui grande relevância. Antes mesmo da realização de um serviço, é preciso analisar os recursos disponíveis para construí-lo. Sendo assim, um correto planejamento através de estudos de viabilidade econômica é essencial dentro de uma empresa, e nesse contexto a engenharia de custos mostra-se fundamental no que diz respeito à estimativa, previsão e controle de custos, tendo em vista que possibilita a elaboração de orçamentos precisos e detalhados, através do uso de ferramentas adequadas. Para as pequenas empresas, a implementação de processos orçamentários apresenta-se como uma dificuldade, uma vez que não dispõem de grandes recursos para adquirir *softwares* específicos e encontram dificuldades na criação de um banco de dados eficiente e atualizado para elaboração de um orçamento de qualidade. Diante deste contexto, o presente trabalho apresenta um modelo de planilha eletrônica elaborado pelo *software* Excel, destinado a realização de orçamentos de fundações profundas, dedicado principalmente às empresas geotécnicas de pequeno porte, como também para construtoras que atendem serviços voltados às fundações. O resultado obtido foi satisfatório de modo que a planilha consegue realizar orçamentos destinados a obras de fundações profundas e dessa forma pode ser utilizada por pequenas empresas que necessitam da realização deste tipo de orçamento, uma vez que o software utilizado é de baixo custo e eficiente.

Palavras chave: Planilha eletrônica. Pequenas empresas. Fundações profundas. Orçamento.

ABSTRACT

The civil construction sector is responsible for the production of several works in which the economic factor has great relevance. Even before a service is performed, it is necessary to analyze the resources available to build it. Therefore, correct planning through economic feasibility studies is essential within a company, and in this context, cost engineering is fundamental in terms of cost estimation, forecasting and control, in view of the fact that it allows the elaboration accurate and detailed budgets through the use of appropriate tools. For small companies, the implementation of budgeting processes presents itself as a difficulty, since they do not have large resources to acquire specific software and find it difficult to create an efficient and updated database for preparing a quality budget. In this context, the present work presents an electronic spreadsheet model prepared by the Excel software, intended for budgeting deep foundations, dedicated mainly to small geotechnical companies, as well as for construction companies that provide services to foundations. The result obtained was satisfactory so that the spreadsheet manages to carry out budgets for works of deep foundations and in this way it can be used by small companies that need to carry out this type of budget, since the software used is low cost and efficient.

Keywords: Spreadsheet. Small companies. Deep foundations. Budget.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Fundações diretas: bloco, sapata, viga baldrame e radier.....32
FIGURA 2: Tipos de fundações profundas: (a) estacas (b) tubulão (c) caixão. 33
FIGURA 3: Fluxograma das etapas do orçamento.....42
FIGURA 4: Contagem das etapas.....43
FIGURA 5: Banco de dados das etapas 44
FIGURA 6: Banco de dados das categorias.....45
FIGURA 7: Banco de dados dos insumos.....46
FIGURA 8: Automatização do código para insumo 46
FIGURA 9: Serviços e códigos dos insumos.....47
FIGURA 10: Insumos, unidades e preços 47
FIGURA 11: Comando SE e PROCV.....48
FIGURA 12: Preço unitário de insumo 48
FIGURA 13: Preço unitário de serviço 49
FIGURA 14: Intervalo das Composições.....49
FIGURA 15: Elaboração da coluna “Selecionado?” 50
FIGURA 16: Fórmula para calcular a quantidade de serviço 50
FIGURA 17: Porcentagem correspondente a cada insumo 51
FIGURA 18: Elaboração da coluna item e etapa.....51
FIGURA 19: Orçamento de serviços 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplo de Memorial Descritivo 21
Tabela 2: Critérios de Medição 24
Tabela 3: Exemplo de Aplicação – Impostos / Lucratividade / BDI 28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
2 OBJETIVOS 14
2.1 OBJETIVO GERAL 14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14
3 REFERENCIAL TEÓRICO 15
3.1 O ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL 15
3.1.1 Elementos do orçamento 15
3.1.2 Classificação quanto ao grau de detalhe do orçamento 16
3.1.2.1 Estimativa de Custos 17
3.1.2.2 Orçamento Preliminar 17
3.1.2.3 Orçamento Analítico 18
3.1.3 Etapas da orçamentação 19
3.1.3.1 Estudos Preliminares 19
3.1.3.1.1 Projetos e Especificações Técnicas 19
3.1.3.1.2 Leitura e Interpretação do Edital de Obra 20
3.1.3.1.3 Memorial Descritivo 21
3.1.3.1.4 Visita Técnica 22
3.1.3.2 Composições de Custos 22
3.1.3.2.1 Quantificação e Medição de Serviços 22
3.1.3.2.2 Critérios para o Levantamento dos Quantitativos 23
3.1.3.2.3 Discriminação dos Custos Diretos e Indiretos 25
3.1.3.2.4 Discriminação dos Encargos Sociais e Trabalhistas 25
3.1.3.2.5 Perdas 26
3.1.3.3 Conclusão do Orçamento 26
3.1.3.3.1 Benefícios e Despesas Indiretas – BDI 26
3.1.3.3.2 Definição do Lucro e da Lucratividade 28

3.1.3.3.3 Custo Total e Preço de Venda 29
3.1.3.3.4 Planilha Orçamentária 29
3.2 FUNDAÇÕES E SUAS CARACTERÍSTICAS 30
3.2.1 Classificação das fundações 30
3.2.2 Fundações superficiais 31
3.2.3 Fundações profundas 32
3.2.3.1 Estacas 33
3.2.3.1.1 Estacas Cravadas 34
3.2.3.1.2 Estacas Escavadas 35
3.2.3.2 Tubulões 37
3.3 A UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES DE MODELAGEM PARA ELABORAÇÃO DE PLANILHAS ELETRÔNICAS 39
3.3.1 Programas que auxiliam na elaboração de orçamentos 39
4 METODOLOGIA 41
5 DESENVOLVIMENTO DE PLANILHA ORÇAMENTÁRIA PARA FUNDAÇÕES PROFUNDAS 43
5.1 BANCO DE DADOS DAS ETAPAS 43
5.2 BANCO DE DADOS DAS CATEGORIAS 44
5.3 BANCO DE DADOS DOS INSUMOS 45
5.4 BANCO DE DADOS DAS COMPOSIÇÕES 46
5.5 ORÇAMENTO DE SERVIÇOS 52
5.6 RELATÓRIOS DE ORÇAMENTOS 53
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES 54
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 56
8 REFERÊNCIAS 58

1 INTRODUÇÃO

Quando comparada a outros setores da economia, a construção civil apresenta baixos índices de produtividade e alto grau de desperdício de materiais. Estes e diversos outros problemas, como os relacionados à prazos, podem ser minimizados ou até mesmo evitados através de um orçamento consistente e um planejamento adequado. O planejamento para a realização de um determinado serviço, consiste na organização, além de incluir o orçamento e a programação de obra. O orçamento contribui para a compreensão das questões econômicas e a programação é relacionada com a distribuição das atividades no tempo (GONZÁLES, 2008).

O orçamento é a base para a viabilidade do projeto, e consequentemente para o sucesso da execução de um serviço. Todo o cálculo de um planejamento tem como alicerce o orçamento e as suas composições de custos, de onde virão as métricas de recursos e materiais, como também de equipamentos. O controle se tornará mais efetivo e abrangente de acordo com a proximidade do orçamento com a realidade construtiva da obra e no detalhamento necessário para que seja possível analisar as distorções de custos ocorridos.

Para a realização de um orçamento, as empresas e os orçamentistas necessitam de ferramentas computacionais que disponibilizam processos de modelagem. A modelagem computacional é uma área de conhecimento multidisciplinar que trata da simulação de soluções para problemas diversos, analisando os fenômenos, desenvolvendo modelos matemáticos para sua descrição, e elaborando códigos computacionais para obtenção daquelas soluções (GONÇALVES E SOUZA, 2003).

A modelagem de planilhas eletrônicas para a elaboração de orçamentos de obras pode seguir diversas diretrizes, já que existem planilhas específicas para as determinadas etapas de obra dentro da construção civil. Uma etapa de grande importância na execução de uma obra é a de fundação. De acordo com Guerrin (2002), no âmbito de estruturas de concreto armado, as fundações de edifícios e de obras públicas constituem uma das aplicações mais importantes do concreto armado. Devido a informações como essa que muitos estudiosos se dedicam ao conhecimento desta etapa construtiva.

A fundação de uma edificação não é considerada um dos itens mais onerosos de uma obra, podendo o seu custo variar entre 3% e 7% do custo total do

empreendimento. No entanto, erros conceituais de projetos e vícios executivos podem ocasionar custos diretos e indiretos elevados, desde reforços e recuperação estrutural até ações jurídicas de consequências imensuráveis (JOPPERT JR, 2007).

Dessa forma, o estímulo ao uso de softwares de forma colaborativa ao meio orçamentário, solidificará ainda mais o uso tecnológico para o cálculo de orçamentos. E quando relacionado a área de fundações profundas, etapa de extrema importância no setor de construção civil, acarretará um essencial avanço no acervo de planilhas eletrônicas para a área de Engenharia de Custos.

Sendo assim, a problemática deste trabalho consiste em produzir informações referentes a engenharia de custos e desenvolver um modelo de planilha eletrônica para elaboração de orçamentos de obras de fundações profundas, através do software Microsoft Excel, tendo como o público alvo os pequenos construtores e as empresas de pequeno porte, que possuem necessidades similares a uma de maior estatura para criação de orçamentos. Desta forma, o modelo de planilha elaborado ateve-se a apresentar simplicidade e eficiência.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma planilha eletrônica para realização de orçamentos voltados a obras de fundações profundas, por meio de processos de modelagem computacional.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever os passos para elaboração e utilização de planilhas eletrônicas de orçamento;
- Apresentar relatórios automáticos de orçamentos com a utilização da tabela dinâmica;
- Apresentar a importância de planilhas eletrônicas de orçamento dentro de pequenas empresas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Mattos (2006), a preocupação com os custos de um empreendimento a ser construído começa cedo, antes mesmo do início da obra, na fase de orçamentação, quando é realizada a determinação dos prováveis custos de execução da obra. Dessa forma, o primeiro passo de quem busca elaborar um projeto é estimar quanto ele irá custar.

A responsabilidade do profissional que realizará a elaboração do orçamento de um determinado projeto é de extrema importância. Primeiramente, devido ao sucesso do empreendimento está diretamente ligado ao lucro ocasionado por ele. Segundamente, pois a ampla concorrência de mercado exige, ainda mais quando se trata de obras públicas, em que o orçamentista que apresentar o orçamento de menor valor irá provavelmente executar a obra. Sendo assim, é necessário aplicar corretamente as técnicas da Engenharia de Custos para obtenção de orçamentos que ofereçam lucro ao construtor, possuam o menor preço, além de maior aproximação do valor real a ser gasto.

O processo de criação do orçamento, denominamos orçamentação, trata-se do meio utilizado para se chegar ao custo total de um empreendimento. Portanto, orçamento é o produto e orçamentação o processo que levará até chegar no resultado.

Orçar é quantificar os insumos (materiais e componentes) necessários à realização de uma obra ou serviço, bem como os respectivos custos e tempo de duração dos mesmos. O orçamento, de maneira geral, é determinado através do cálculo do preço final de venda. Ou seja, é necessário o levantamento dos custos diretos envolvidos na obra (materiais, mão de obra e equipamentos) e os custos indiretos (despesas gerais do canteiro de obra, salários de engenheiros, técnicos e taxas) (AVILA, 2003).

3.1.1 Elementos do orçamento

O orçamento é responsável por designar todos os serviços e materiais a serem aplicados em uma obra de acordo com os projetos, devendo ser elaborado de acordo com o levantamento dos quantitativos físicos do projeto e da composição de custos

unitários de cada serviço, incluindo os encargos aplicáveis e todos os demais Custos Diretos envolvidos, além dos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI)[1] (TISAKA, 2006).

Segundo Mattos (2006), orçar não é apenas um mero exercício de futurologia ou jogo de adivinhação. Orçamentos podem ser precisos quando bem executados e planejados pelo orçamentista, seguindo-se critérios bem estabelecidos e utilizações de informações confiáveis. Porém, não são exatos, pois o verdadeiro custo de um empreendimento é virtualmente impossível de se fixar de antemão. O orçamento nada mais é que uma estimativa de custos em função da qual o construtor irá atribuir seu preço de venda, este sim, bem estabelecido.

Para elaboração precisa de um orçamento, Tisaka (2011) afirmou que é necessário conter os seguintes elementos:

- Relação e quantificação de todos os serviços e insumos;
- Composição analítica dos custos unitários dos serviços, com indicação dos insumos a serem utilizados e respectivas produtividades, assim como os custos unitários dos equipamentos e cálculo dos salários com encargos sociais e complementares;
- Cálculo do BDI – Benefício e Despesas Indiretas;
- Especificações técnicas dos serviços;
- Memorial descritivo da construção;
- Cronograma físico-financeiro da obra;
- Planilha Orçamentária.

3.1.2 Classificação quanto ao grau de detalhe do orçamento

Oliveira (2017), considera que para a realização de um projeto, uma das primeiras informações que o construtor busca é sobre o orçamento, quanto custará a execução de um determinado empreendimento. Por se tratar de uma atividade econômica, a construção ocasiona gastos consideráveis que devem ser determinados para o estudo da viabilidade do empreendimento. Dessa forma, o grau de detalhe do orçamento se mostra importante nas fases iniciais de uma obra, e é função direta do nível de detalhamento dos projetos e das informações disponíveis.

---

[1] O Benefício de Despesas Indiretas, ou BDI, tem como objetivo calcular, de forma expedita, o preço de uma obra ou serviço, em função dos custos diretos orçados, de forma a garantir a margem de lucro desejado.

3.1.2.1 Estimativa de Custos

A estimativa de custo é uma avaliação aproximada do custo de execução de um determinado projeto, a partir de indicadores genéricos, baseando-se em projetos anteriores realizados na mesma região da edificação ou em tabelas desenvolvidas por empresas privadas ou públicas. Tem como intuito apresentar uma ideia da ordem de grandeza do custo do empreendimento (MATTOS, 2006).

Para Dias (2011), a estimativa de custo é bastante utilizada nas empresas para se fazer um estudo de viabilidade econômica ainda na fase de anteprojeto arquitetônico, tendo em vista a necessidade de prever o investimento para a realização do empreendimento. Sendo assim, o orçamento por meio de estimativas busca obter o custo de construção da obra, levando em consideração apenas os dados técnicos que possa dispor na fase inicial.

Muitos indicadores são utilizados na estimativa de custo de uma construção, ao se tratar de obras de edificações, o indicador mais utilizado é o Custo Unitário Básico de construção por metro quadrado construído (CUB). Existem diversas referências desse parâmetro, como as empresas de consultoria, revistas técnicas, sindicatos da construção, que fornecem mensalmente o custo por metro quadrado de área equivalente de construção para os diversos tipos de edificação. No entanto, com o passar do tempo os indicadores também podem ser gerados pelas próprias empresas responsáveis pela construção.

O CUB é normatizado pela Norma ABNT NBR 12721 (Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifício em condomínio) e é um indicador do custo de construção utilizado para estimativa inicial e para o reajuste de valores monetários (GONZÁLES, 2008).

Para Mattos (2006), o CUB é o resultado da mediana de cada insumo representativo coletado junto às construtoras, multiplicado pelo peso que lhe é atribuído de acordo com o padrão calculado.

3.1.2.2 Orçamento Preliminar

Segundo Oliveira (2017), o orçamento preliminar possui mais detalhes quando comparado a estimativa de custo, está um degrau acima. Porém, não possui a riqueza de detalhes do orçamento analítico. Ele pressupõe o levantamento expedito de

algumas quantidades e a atribuição do custo de alguns serviços. No orçamento preliminar, existe uma maior quantidade de indicadores, que representam um aprimoramento da estimativa inicial. Tais indicadores tem a função de gerar pacotes de trabalhos menores, promovendo um processo de orçamentação mais eficiente, com boa análise de sensibilidade de preços.

Alguns indicadores mais utilizados nos levantamentos de construções prediais são: volume de concreto, peso de armação e área de fôrma. Esses indicadores podem ser fornecidos através de fontes, como: Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO), publicados pela editora PINI, Sistema Nacional de Preços e Índices da Construção Civil (SINAPI), entre outros.

3.1.2.3 Orçamento Analítico

O orçamento analítico, também conhecido como orçamento detalhado, considera-se a avaliação de custo de obra mais detalhada e precisa. Para a sua execução, é necessário que o orçamentista tenha um conhecimento abrangente dos métodos e processos construtivos da obra que será realizada, pois o orçamento analítico é feito a partir da análise do projeto, posteriormente, do levantamento de quantidade de serviços e da composição dos seus respectivos preços unitários.

De acordo com Gonzáles (2008), o orçamento detalhado só pode ser realizado depois da conclusão dos projetos, onde o orçamentista possuirá todas as discriminações e especificações técnicas, memoriais e detalhamento da obra.

O orçamento analítico é composto pela composição de custos unitários para os determinados serviços da obra, considerando os custos diretos (mão de obra, materiais e equipamentos) e os custos indiretos (pagamento à equipe técnica e administrativa, manutenção do canteiro de obras, além de taxas e emolumentos), o que possibilita um orçamento preciso e coerente (XAVIER, 2008).

Conforme Cordeiro (2007), a apresentação do orçamento analítico deve ser feita através de planilhas orçamentárias, possibilitando uma melhor exposição dos serviços que devem ser contidos, com as respectivas unidades de medidas, quantidades e preços unitários de cada serviço. Quando se trata do orçamento completo de uma residência, tal planilha é dividida segundo a natureza dos grupos de serviços: serviços preliminares, fundações, instalações sanitárias, elétricas, etc. Além disso, a divisão deve seguir uma linha lógica e objetiva, considerando a sequência

dos serviços executados, o que facilita os processos de levantamentos e a conferência dos resultados.

3.1.3 Etapas da orçamentação

O orçamento analítico corresponde a relação de todos os serviços a serem executados no decorrer de uma obra. Além disso, a elaboração de um orçamento é composta por três etapas: estudo das condicionantes, composição de custos e determinação de preço. Primeiramente ocorre a coleta e análise de todos os dados e documentos disponíveis. Em seguida, serão especificados e levantados todos os itens e serviços necessários, podendo-se realizar o cálculo de suas quantidades, cotar seus preços, inserir o BDI e por fim, fechar o orçamento (XAVIER, 2008).

3.1.3.1 Estudos Preliminares

É a configuração inicial da orçamentação, baseia-se em analisar profundamente todos os documentos disponíveis, além de promover visitas técnicas ao local que serão realizados os serviços, com o intuito de coletar todas as informações necessárias e pertinentes para a execução do projeto, tais como acesso, dificuldades de execução, disponibilidade de materiais e mão de obra próximas, tipo de fornecimento de energia elétrica, preços de materiais e de aluguel de equipamentos no comércio local, infraestrutura de saneamento, etc. (DIAS, 2011).

3.1.3.1.1 Projetos e Especificações Técnicas

Mattos (2006), afirma que todo orçamento tem como base um projeto, podendo ele ser, básico ou executivo. O projeto é o que norteia o orçamentista, pois a partir dele que serão identificados os serviços da obra, com suas respectivas quantidades, o grau de interferência entre eles, a dificuldade relativa de realização das tarefas, etc.

A elaboração de um orçamento necessita de uma abordagem individualizada de cada serviço. Dessa forma, precisa-se analisar o projeto como um todo, sendo necessário decompô-lo em projetos específicos (projetos arquitetônicos, de cálculo estrutural, de instalações elétricas, hidrossanitárias, gás e incêndio, de paisagismo, de impermeabilização, etc.) (CORDEIRO, 2007).

Através dos projetos disponíveis, o orçamentista poderá realizar um estudo detalhado através das plantas baixas, cortes, elevações, memorial descritivo e outros documentos responsáveis por fornecer especificações que forneçam detalhes arquitetônicos, elementos construtivos e tipologias diferenciadas de materiais que necessitem de atenção quanto ao custo e contratação de mão de obra. O profissional também deverá ter a sensibilidade de identificar a falta de dados nos projetos, ou até mesmo a falta de projetos específicos, como também saber extrair as informações realmente necessárias a nível de orçamentação (OLIVEIRA 2017).

As especificações técnicas também são documentos fundamentais, porém, trazem informações de natureza qualitativa acerca do empreendimento. Segundo Gonzáles (2008), as especificações devem descrever os materiais em uma sequência lógica, de maneira precisa, clara e completa, classificando seu padrão de qualidade, tipo, marca e os procedimentos de execução a serem utilizados na construção.

De acordo com Mattos (2006), existem algumas características das especificações, sendo elas: descrição qualitativa dos materiais, padrões de acabamento, tolerâncias dimensionais dos elementos estruturais e tubulações, critério de aceitação dos materiais, tipo e quantidade de ensaios a serem feitos, resistência do concreto, entre outras.

3.1.3.1.2 Leitura e Interpretação do Edital de Obra

O edital é responsável por ditar as regras do projeto, em casos de a obra ser objeto de concorrência. É o principal documento da fase de licitação. Mattos (2006), cita algumas informações indispensáveis que estão contidas no edital: prazo da obra, datas-marco contratuais, limitações de horários de trabalho, documentação requerida, seguros exigidos, critérios de medição, pagamento e reajustamento, regime de preços (unitário, global, por administração), penalidade por atraso no cumprimento do prazo ou bônus por antecipação, facilidades disponibilizadas pelo contratante, habilitação técnica requerida com relação à empresa e responsável técnico e critérios de participação na licitação.

3.1.3.1.3 Memorial Descritivo

O memorial descritivo é responsável por consolidar a relação dos materiais, insumos e equipamentos que irão constituir cada parte da obra, devendo ainda constar todos os detalhes que possam interessar à gestão eficiente do empreendimento. Ele indica também a sequência executiva dos serviços que serão realizados, além de orientar a maneira correta de execução. O memorial descritivo deve ser ajustado ao orçamento, seguindo o ordenamento e nome dos serviços ou atividades, ainda podendo trazer citações de normas, leis, regulamentos e portarias referentes à construção civil (AVILA, 2003).

Segundo Xavier (2008), as informações contidas em um memorial são primordiais para a elaboração de um orçamento de obra e a realização de acompanhamento físico-financeiro do empreendimento, já que fornecem registros qualitativos de elementos construtivos, como dos insumos e equipamentos que serão utilizados na execução dos serviços.

A falta dessas informações leva o orçamentista a fazer considerações próprias a respeito das características técnicas da obra, que, por muitas vezes, fogem muito da realidade construtiva. O memorial descritivo pode ser elaborado em forma de texto, como também em forma de tabela, o que torna a visualização mais clara e prática das especificações, além de possibilitar uma maior facilidade para possíveis alterações durante o processo de escolha dos materiais.

Na Tabela 1 é possível analisar elementos que contém um memorial descritivo.

Tabela 1 - Exemplo de Memorial Descritivo

ITEM	FASE	ITEM DA OBRA	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO
1	Vedação	Paredes	Alvenaria de tijolos maciços com argamassa de cimento 1:3, espessura de 1 tijolo.	Todas as paredes.
2	Revestimento	Reboco	Reboco em superfície vertical, traço 1:8 (cimento, areia e aditivo), espessura média de 2 cm.	Todas as paredes.
3	Pavimentação	Pisos	Aplicação de cerâmica (60x60) cm, PE15, Pietra de Firenze. Assentada com argamassa colante tipo AC-II.	Cozinha e Banheiros.

Fonte: Adaptado de Xavier (2008).

3.1.3.1.4 Visita Técnica

A visita técnica ao local de execução de um determinado serviço é extremamente importante, logo que o orçamentista necessita tirar suas dúvidas, levantar dados importantes, realizar registros fotográficos, analisar as vias de acesso e verificar a disponibilidade de materiais e equipamentos na região. Assim, promovendo uma melhor execução das atividades.

A coleta de dados da visita pode ser feita através de formulários, o que facilita o registro dos profissionais na hora que estiverem no local. As empresas podem ter formulários prontos para determinados tipos de construções, sejam elas, obras urbanas, rurais, de edificação, terraplanagem, etc.

3.1.3.2 Composições de Custos

Composição de custos é denominado o processo de estabelecimento de custos incididos pela execução de um determinado serviço ou atividade, individualizado por insumo e de acordo com certos requisitos pré-estabelecidos. A composição relata todos os insumos que estão dentro da execução dos serviços, com suas respectivas quantidades e custos unitários totais (MATTOS, 2006).

3.1.3.2.1 Quantificação e Medição de Serviços

A origem da quantificação dos serviços está em sua identificação. Um orçamento por mais que busque ser feito tomando os devidos cuidados, jamais estará completo se excluir algum serviço requerido pela obra. Após a compilação das relações de serviços a serem executados, é preciso medir quanto deve ser feito e listar todos os itens necessários à execução da obra, desde o início, até a etapa final, extraindo das documentações técnicas, todas as informações disponíveis sobre volumes, áreas e tantas outras unidades de medida (GONZÁLES, 2008).

Conforme Tisaka (2011), os levantamentos devem ser feitos de maneira organizada, através do uso de planilhas e formulários, contendo uma memória descritiva e numérica dos cálculos efetuados, de modo a permitir a sua conferência, com os serviços indicados com suas respectivas unidades de medição.

O orçamentista tem papel fundamental quanto ao levantamento de quantitativos de uma obra, pois nem sempre o projetista fornecerá detalhadamente os dados necessários. O levantamento de quantitativos envolve cálculos baseados em dimensões precisas fornecidas em projetos (volume de concreto armado, área de telhado, área de pintura, área de alvenaria, etc.) ou em alguma estimativa (volume de solo escavado).

3.1.3.2.2 Critérios para o Levantamento dos Quantitativos

Os critérios servem para uniformizar e padronizar o procedimento de levantamento dos quantitativos, buscando ao máximo, correspondência com as medidas reais. Porém, alguns serviços escapam deste critério e são relacionados com a forma tradicional de aquisição de materiais ou serviços. As peças de concreto, forros e pisos são medidas por sua área real. Já as esquadrias de madeira, por sua vez, são medidas em unidades. As pinturas e revestimentos internos e externos, possuem medições de acordo com a área das peças a que se adaptam, por área. No entanto, existem casos que exigem uma maior complexidade, como por exemplo, as medições de escavações e de alvenarias (OLIVEIRA, 2017).

As medições destinadas às escavações dependem de outros fatores, do tipo de solo e da tecnologia empregada. Nos casos de solo firme, pode-se utilizar escoramento, e as escavações podem ser realizadas com taludes verticais com um pouco de espaço a mais para as formas. Quando o solo não for firme, a inclinação do talude será definida de acordo com o tipo de solo. Na pior situação, para materiais arenosos, o talude será de 45 graus (GONZÁLES, 2008).

Gonzáles (2008), ainda afirma que as alvenarias de tijolos possuem alguns detalhes a serem debatidos, tais como os vãos deixados para as esquadrias ou os rasgos para as tubulações hidráulicas e elétricas. Não é correto simplesmente descontar os vazios, pois tais detalhes implicam em gastos extras de mão de obra, nos acabamentos.

Dessa forma, existem critérios adequados para a medição de alvenaria e um dos é o critério “Pini”, que sugere descontar 2m² em vãos maiores que esta área (por exemplo, em aberturas de 6 m², desconta-se apenas 4m²). Tal método visa compensar o trabalho extra necessário para executar os arremates no vão, ou seja, a mão de obra equivalente ao trabalho para a realização de 2m² do mesmo tipo de alvenaria. O

critério “Pini” também provoca uma inconveniência, pois as quantidades de serviço medidas em obra não coincidem com as medidas por este sistema, gerando dificuldades, assim como a quantidade de material a ser adquirido não coincide com o que foi orçado.

Através da Tabela 2 é possível analisar alguns critérios de medição bastante utilizados na execução de orçamentos.

Tabela 2 – Critérios de Medição

ATIVIDADE	UNIDADE	CRITÉRIO RECOMENDADO
Limpeza de Terreno	m²	Área do pavimento térreo da obra, acrescida de uma faixa de 2m em todo o perímetro.
Remoção de Entulho	m³	Volume a ser removido.
Remoção de Solo	m³	Volume enterrado do elemento (considerando empolamento na composição).
Concreto	m³	Volume encontrado no projeto.
Formas para fundação	m²	Área lateral das peças de concreto (blocos, sapatas, vigas).
Armadura para fundação	Kg	Quantidade encontrada no projeto.
Alvenaria de Tijolos	m²	Área real, descontando os vãos (os acabamentos dos vãos devem ser considerados em separado), de acordo com a espessura e o tipo de alvenaria.
Chapisco, emboço e reboco	m²	Área real (golas de esquadrias considerados em separado).
Impermeabilização de Baldrame	m	Comprimento total das Vigas.
Impermeabilização de Lajes Internas	m²	Área real das lajes.
Esquadrias de Madeira	un	Conforme tamanho e tipos.
Pintura em Alvenarias	m²	Área total.
Armadura de Estruturas	kg	Considerar quantidades de projeto.
Escoramento de lajes	m²	Área das lajes, descontando vigas e pilares.

Fonte: Adaptado de Gonzáles (2008).

3.1.3.2.3 Discriminação dos Custos Diretos e Indiretos

Por definição, os custos diretos são diretamente associados ao produto, perfeitamente caracterizados e quantificados a cada serviço. A composição de custos considera-se a sua unidade básica, podendo ser unitários, isto é, referenciados a uma unidade de serviço mensurável (ex.: volume de concreto, kg de armação) ou dado como verba (ex.: aluguel de equipamentos, controle tecnológico) que são os serviços que não possuem unidade fisicamente mensurável (AVILA, 2003).

As composições de custos podem ser elaboradas pela própria empresa, como também podem ser obtidas através de publicações especializadas, um exemplo é a TCPO[2] (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos), fornecida pela editora PINI, conhecida como a publicação mais completa e difundida do mercado.

Os custos indiretos são aqueles onde é preciso ser estabelecido algum fator de rateio para a apropriação a algum serviço, ou seja, são aqueles que não estão associados diretamente aos serviços de campo em si, mas são necessários para que sejam realizados. Os custos indiretos podem possuir duas origens: os custos vinculados à administração do canteiro de obras e as despesas decorrentes da administração da empresa (MATTOS, 2006).

Durante o orçamento, a partir da identificação desses custos vão sendo dimensionadas as equipes técnicas (engenheiro, mestre e encarregados), de suporte (secretário, vigia), de apoio (almoxarife), além de identificadas as despesas gerais da obra.

3.1.3.2.4 Discriminação dos Encargos Sociais e Trabalhistas

Segundo Oliveira (2017), os encargos sociais são os custos que demandam a contratação da mão de obra que excedem a remuneração referente ao trabalho efetivamente realizado, ou seja, é o percentual a ser aplicado à mão de obra. Grande parte dos encargos sociais é considerado de origem compulsória, os quais derivam de obrigações constitucionais, da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) e de convenções coletivas que tem se perpetuado ao longo do tempo.

---

[2] A Tabela de Composições e Preços para Orçamentos – TCPO, é a principal referência de engenharia de custos do Brasil. Fornecida pela Pini, possui papel fundamental para os orçamentistas, pois colabora com o controle dos preços de obra, tendo em vista que os custos na construção civil variam bastante.

3.1.3.2.5 Perdas

Durante a realização do orçamento, é de extrema importância a consideração das perdas de materiais que virão a ocorrer durante a execução da obra. Tais perdas ocorrem por fatores diversos e tem grande influência nos custos dos serviços. As perdas possuem várias origens e nem sempre podem ser combatidas, somente até certo ponto. Apesar de valores elevados de desperdício na construção civil, é comum entre as empresas, considerar normais esses índices, devido a uma cultura já estabelecida nos processos construtivos. O que ocasiona um atraso na implantação de programas de melhoria da qualidade (MATTOS, 2006).

Existem perdas que podem ser evitadas e outras que são consideradas inerentes à atividade. Sendo assim, quando pensamos nos serviços executados pela equipe de armadores, por exemplo, por mais qualificada que seja a equipe, é quase impossível que não exista perda, pelo fato de sempre haver um pedaço de vergalhão que não tem como ser aproveitado após os cortes.

3.1.3.3 Conclusão do Orçamento

3.1.3.3.1 Benefícios e Despesas Indiretas – BDI

O BDI é considerado uma taxa correspondente as despesas indiretas, incidentes nos custos diretos, somado com o lucro esperado pela execução da obra e impostos aplicáveis, que incidem sobre o preço final. Este elemento tem o intuito de complementar o orçamento discriminado, incluindo as verbas que não podem ou que não se deseja que sejam discriminadas pelo orçamentista. Alguns custos são de difícil medição, ocasionando valores estimados. Por outro lado, a empresa pode optar por não expor ao cliente elementos como o lucro pretendido ou os custos do escritório.

O BDI é um percentual que pode ser inserido na composição dos custos unitários, como pode ser aplicado diretamente ao final do orçamento, sobre o custo total, também podendo ser um misto das duas maneiras (GONZÁLES, 2008).

Dias (2011), afirma que os custos indiretos são decorrentes da estrutura da obra e da empresa e não são atribuídos diretamente à execução de um determinado serviço, alguns exemplos que mais afetam a construção são:

- Taxa de risco do empreendimento;
- Taxa de custo financeiro;
- Taxa de risco de empreendimento;
- Taxa de tributos federais;
- Taxa de tributos municipais;
- Taxa de despesas de comercialização;
- Lucro.

De acordo com Tisaka (2006), o BDI deverá incluir todos os itens relativos aos custos indiretos da administração central, possíveis taxas de riscos do empreendimento, custos financeiros do capital de giro, tributos municipais e federais, custos de comercialização e o lucro. Não são inclusos os custos que compõem a infraestrutura da obra, pois esses estão dentro dos custos diretos.

As equações 01 e 02 mostram diferentes formas de se obter o valor do BDI em porcentagem:

$$\%\ \mathrm{BDI} = (\mathrm{Custo\ Indireto\ Total} + \mathrm{Lucro}) \div \mathrm{CustoDireto\ Total} \qquad (01)$$

$$\mathrm{BDI} = \left[\left(\frac{(1+i)(1+r)(1+f)}{1-(t+s+c+1)}\right) - 1\right] x100 \qquad (02)$$

Onde:
i = taxa de Administração Central;
r = taxa de risco do empreendimento;
f = taxa de custo financeiro do capital de giro;
t = taxa de tributos federais;
s = taxa de tributo municipal – ISS;
c = taxa de despesas de comercialização;
l = lucro ou remuneração liquida da empresa.

3.1.3.3.2 Definição do Lucro e da Lucratividade

As empresas necessitam da geração de lucro. Devido a necessidade de se manter viva em um mercado competitivo e para continuar o seu crescimento. Dessa forma, todo empreendedor, quando aplica os seus recursos em um negócio, tem expectativa de obter algum retorno financeiro.

Com base nas condições intrínsecas e extrínsecas da obra, é papel do construtor, a partir da posse do custo parcial direto no processo de fechamento do orçamento, definir a lucratividade que deseja obter na obra. Considerando alguns fatores, como: concorrência, risco do empreendimento, necessidade de conquistar aquela obra, dificuldade de execução, prazos, condições locais, etc. (XAVIER, 2008).

Mattos (2006), considera que a definição de Lucro, do ponto de vista contábil, de maneira simplificada, é a diferença entre as receitas e as despesas, ou seja, o que entra menos o que sai. Portanto, o lucro é um valor absoluto, expresso em reais. Já a lucratividade, considera-se a relação entre o lucro e a receita. É um quociente que é expresso em percentual (valor relativo). A lucratividade dá uma ideia do percentual do contrato que se transforma em ganho para empresa.

Através da Tabela 03 pode-se analisar a utilização de taxas correspondentes as despesas indiretas, os impostos e o lucro sobre os custos diretos, este fator de majoração é o que denominamos de BDI.

Tabela 3 – Exemplo de Aplicação – Impostos / Lucratividade / BDI

D	**Incidentes sobre o Custo Parcial Direto**		
		Fatores	**Preços**
	PIS	**0,65**	280,61
	CONFINS	**3,00**	1295,15
	ISS	**5,00**	2158,58
	IPRJ	**4,80**	2072,34
	CSLL	**2,88**	1.243,34
	LUCRO	**15,00**	6.475,73
	TOTAL	**31,33**	**13525,75**
E	Impostos (aplicados sobre A + B + C = E)		13525,63
F	Preço de venda (A + B + C + E = F)		56697,14
G	BDI (%) (Preço venda = F x 100/custo direto = A) - 100		**92,44**

Fonte: Adaptado de Xavier (2008).

3.1.3.3.3 Custo Total e Preço de Venda

O custo total de uma obra é representado pelo somatório de todos os custos diretos (serviços encontrados na planilha de quantidade e preços) e os custos indiretos, que correspondem aos itens de custos que não são mensurados facilmente nas unidades de medição dos serviços, isto é, salários de mestre, engenheiro, técnicos, risco do empreendimento, entre outros que incidem sobre os custos diretos (OLIVEIRA, 2017).

O preço de venda, por sua vez, é o valor final do orçamento, o total ofertado pelo contrato, que engloba todos os custos, lucro e impostos. Através desse valor que a construtora competirá em processos licitatórios ou negociará com um possível contratante. Mattos (2006), demonstra duas maneiras de se encontrar o preço de venda, através da aplicação do BDI sobre os custos diretos da obra. Como também pela soma dos valores dos custos diretos totais com o valor do BDI incidente sobre eles. As duas maneiras estão explicitadas pela equação 03 e equação 04.

$$\text{Preço de Venda (PV)} = \text{Custo Direto (CD)} + \text{BDI} \tag{03}$$

$$\text{Preço de Venda (PV)} = \text{Custo Total} \div (1 - \text{i \%}) \tag{04}$$

Onde:
Custo Total = Somatório dos custos diretos e indiretos (R$);
i % = Somatória de todas as incidências sobre o preço de venda (em percentual).

3.1.3.3.4 Planilha Orçamentária

A partir da realização de todas as etapas da orçamentação, o orçamentista utiliza na maioria das vezes uma planilha orçamentária, que tem como objetivo descrever todos os custos necessários a execução de uma obra. Essa planilha é feita a partir da compilação da composição de preços unitários e quantitativos. É preciso constar nela, o código e a discriminação de cada serviço, com suas respectivas unidades de medição, quantidade, preço unitário, percentual, preço total do custo do serviço em relação ao valor total da execução, além das demais considerações pertinentes ao empreendimento.

3.2 FUNDAÇÕES E SUAS CARACTERÍSTICAS

Azeredo (1988), considera que as fundações são elementos estruturais cuja função é transmitir as cargas da estrutura ao terreno onde ela se apoia. Sendo assim, pode-se afirmar que os principais itens a se considerar para que exista uma fundação segura e que exerça seu papel quando projetada, são: os elementos precisam de resistência para suportar as tensões geradas pelos esforços solicitantes, como também, um solo rígido que ofereça sustentação sem apresentar deformações e recalques excessivos.

No âmbito de estruturas de concreto armado, Guerrin (2002), afirma que, as fundações de edifícios e obras públicas fazem parte de uma das aplicações mais importantes do concreto armado. Devido a informações como esta, muitos estudiosos se dedicam ao conhecimento desta etapa construtiva, que são estabelecidas por relações semi-empíricas, visto que não é possível se ter total conhecimento a respeito do solo.

Alguns dos requisitos necessários para que se obtenha uma fundação de qualidade, são: precisam estar em profundidade adequada para que sua estrutura não seja interferida por escavações e instalações adjacentes, devem resistir às rupturas dos solos e ainda os recalques sofridos devem ser de mesma dimensão com a adaptação das estruturas (ARAUJO, 2003).

Os serviços de fundações não são considerados os maiores ocasionadores de gastos dentro de uma obra, seu custo varia entre 3% e 7% do custo total do empreendimento. No entanto, erros conceituais de projetos e vícios executivos podem ocasionar custos diretos e indiretos elevados, desde reforços e recuperação estrutural até ações jurídicas de consequências imensuráveis (JOPPERT, 2007).

3.2.1 Classificação das fundações

De acordo com Rodrigues (2006), a classificação das fundações está diretamente relacionada com a profundidade do solo resistente, ou seja, onde a base da mesma será apoiada. Entende-se então que quanto maior a rigidez do solo de apoio, melhor será o desempenho da fundação.

Conforme Joppert (2007), o tipo de fundação a ser utilizada é escolhido através de uma criteriosa análise técnica e econômica ponderadas por um estudo geotécnico

do local, disponibilidade financeira, mão de obra e condições das edificações próximas a obra. Não obstante, para Velloso e Lopes (1998), um projeto de fundação é definido por meio de estudos relacionados à topografia do local, dos levantamentos geológicos, dos dados da estrutura a construir e das construções vizinhas existente.

Podemos separar as alternativas de fundações em dois grupos:

- Fundações superficiais;
- Fundações Profundas.

3.2.2 Fundações superficiais

A ABNT NBR 6122/2010, considera que as fundações superficiais são aquelas em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas por sua base e que a profundidade de assentamento da mesma esteja em uma medida inferior ao dobro da menor dimensão adotada.

Conforme Joppert (2007), se as fundações rasas são executadas de acordo com seus quesitos técnicos, elas são muito interessantes, pois dispensam o uso de equipamentos e mão de obra especializada, tornando-se assim, um serviço economicamente atraente. Vale-se ressaltar também, que para fundações superficiais há uma maior facilidade para o reconhecimento do solo que oferecerá sustentação, além da maior chance de controlar os materiais que serão utilizados.

Segundo a ABNT NBR 6122/2010, são exemplos de fundações diretas:

- **Bloco:** é um elemento de fundação de concreto simples, dimensionado de maneira que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas pelo concreto, sem necessidade de armadura. Pode ter suas faces verticais inclinadas ou escalonadas e apresentar normalmente em planta seção quadrada ou retangular.

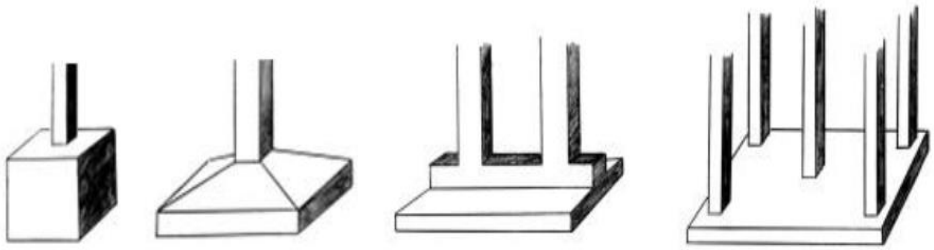
- **Sapata:** é um elemento de fundação de concreto armado, de altura menor que o bloco, utilizando armadura para resistir os esforços de tração. Pode possuir altura constante ou variável, sendo sua base em planta normalmente quadrada, retangular ou trapezoidal. A norma reconhece a sapata dividida em dois tipos: sapata associada (quando a mesma é comum a vários pilares, mesmo estes não possuindo

seus centros no mesmo alinhamento) e sapata corrida (quando o elemento está sujeito a uma carga distribuída de modo igual em toda sua extensão).

- **Viga de Fundação:** é um elemento que recebe pilares alinhados, geralmente de concreto armado; pode ter seção transversal tipo bloco, sem armadura transversal. Usualmente reconhecido como viga baldrame.

- **Radier:** é um elemento de fundação que recebe cargas de todos os pilares da obra. Utilizando geralmente em silos, modelo construtivo Steel Frame, etc.

Figura 1: Fundações diretas: Bloco, Sapata, Viga Baldrame e Radier



Fonte: Velloso e Lopes (1998).

A Figura 1 demonstra os tipos de fundações superficiais anteriormente citados. Para Alonso (1983), a aplicação das fundações diretas só é considerada vantajosa quando a área ocupada pela fundação abranger, no máximo, de 50% a 70% da área disponível. Também é enfatizado que não se deve executar em casos de o solo ser considerado: aterros que não receberam a compactação devida, solos com argilas moles, areias fofas e onde haja existência de água.

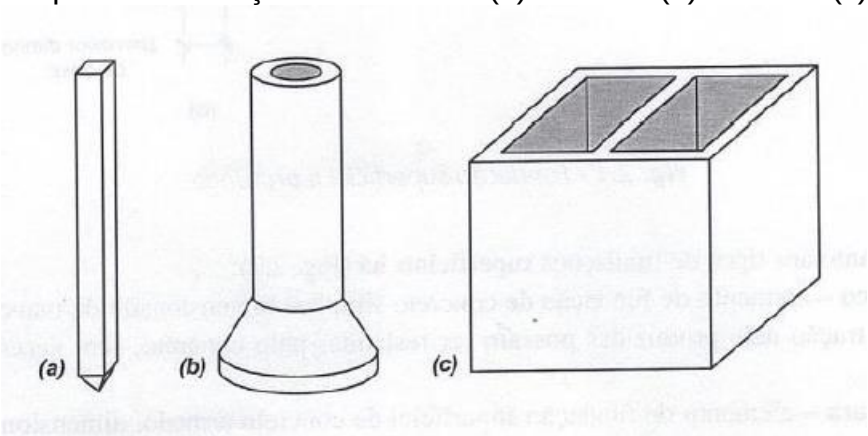
3.2.3 Fundações profundas

As fundações profundas são utilizadas em locais com limitações para a aplicação de fundações superficiais. Oliveira Filho (1985), trata que os terrenos apresentam horizontes de solos resistentes, não na sua superfície, mas em certa profundidade. Sendo assim, se torna indispensável fazer com que as estruturas descansem nesses horizontes resistentes.

A ABNT NBR 6122 (2010), diz que as fundações profundas são aquelas que recebem cargas provenientes da superestrutura e descarregam no solo através de sua base (ponta), pelas suas paredes (fustes), ou até mesmo pela combinação das duas. Esta necessita estar firme a uma cota duas vezes maior que a menor dimensão considerada em planta e que seja no mínimo três metros de profundidade.

Velloso e Lopes (2004) classifica as fundações profundas em três tipos: estaca, tubulão e caixão, como mostra a Figura 2. A principal diferença entre os três tipos de fundação está no processo executivo, pois na execução de tubulões e caixões existe a necessidade da descida de um operador no interior da fundação, enquanto nas estacas não há a necessidade, são executadas somente com o uso de máquinas e equipamentos.

Figura 2: Tipos de Fundações Profundas: (a) Estacas (b) Tubulão (c) Caixão.



Fonte: Velloso e Lopes (2004).

3.2.3.1 Estacas

As estacas são consideradas elementos esbeltos, implantados no solo por meio de percussão ou através da perfuração prévia do solo e posteriormente com uso de concretagem, dessa forma, são classificadas como estacas cravadas e escavadas. As estacas também podem ser definidas ao sabermos que nesse tipo de fundação não há descida de operário em nenhuma etapa construtiva, tornando sua execução mais segura. Dessa forma, as estacas podem ser classificadas quanto o seu modo executivo e o material nela utilizado (JOPPERT, 2007).

3.2.3.1.1 Estacas Cravadas

As estacas cravadas são estacas pré-moldadas, compostas por concreto, madeira ou aço. O processo de escolha dentre esses materiais, é feito pelo reconhecimento do solo do local e pela disponibilidade dos equipamentos na região, tendo em vista que tal serviço necessita de técnicas especializadas, para que não haja erros comuns, como: desaprumos, quebras ou mesmo o desconhecimento das cargas a que deverão ser submetidas. Os tipos de estacas cravadas são:

- **Madeira:** Segundo Velloso e Lopes (2010), as estacas de madeira são fabricadas a partir de troncos de árvores considerados resistentes e retilíneos. As estacas de madeira perderam sua força no mercado devido à grande dificuldade de se encontrar a matéria prima para execução. Pois a madeira empregada em estacas geralmente é do tipo eucalipto para as provisórias e do tipo peroba, aroeira, maçaranduba e ipê, para obras definitivas. Estas estacas são cravadas no solo por meio da realização de golpes de pilões no topo das mesmas, tal processo é reconhecido como “percussão”. Quanto as cargas que podem ser suportadas por esse tipo de estaca, temos uma proporção quanto ao seu diâmetro, onde chegará ao máximo em 500 kN para uma estaca de 40 cm de diâmetro.

Existem algumas medidas a serem seguidas para a redução de danos nas madeiras das fundações e para facilitar a execução da fundação. Em suas superfícies são feitas limpezas e aplicações de produtos que garantem a preservação contra ataques de fungos, bactérias, entre outros problemas, já em sua ponta é feito um amortecimento com cepos ou capacetes para facilitar a cravação (VELLOSO E LOPES, 2010).

- **Concreto:** De acordo com Joppert (2007), as estacas de concreto podem ser construídas de duas formas, concreto armado ou protendido. Atualmente são consideradas as estacas mais utilizadas no mercado. A grande vantagem deste sistema está no rigoroso controle de qualidade do concreto, a não existência de agentes agressivos durante a cura e na segurança durante a passagem de solos moles. A classificação deste tipo de estaca, segundo Velloso e Lopes (2010), é dada por sua forma de confecção, sendo em concreto vibrado ou centrifugado, como também por sua armadura, podendo ser protendida ou armada.

As desvantagens das estacas de concreto, Joppert (2007) destaca que estão ligadas aos ruídos, as vibrações em suas execuções, as perdas devido a quebras ou sobras das mesmas e também pela baixa produtividade diária da execução.

Este tipo de estaca possui faixa de carga de 200 kN a 1500 kN (ALONSO, 1983).

- **Metálica:** as estacas metálicas são compostas principalmente por peças de aço laminado ou soldado em formato de I ou H podendo ser feitos de tubos ou trilhos. Apesar do seu alto custo quando comparada às estacas pré-moldadas de concreto, strauss e Franki, este tipo de estaca possui grandes vantagens, tendo como principal o fato de se prestarem à cravação em quase todos os tipos de terreno, além de permitir uma grande capacidade de carga (BARROS, 2011).

A cravação da estaca metálica é considerada mais fácil, em comparação aos demais tipos de estacas, pois, em lugar de fazer compressão lateral do terreno, se limita a cortar as diversas camadas do terreno.

Alonso (1983), considera as estacas metálicas como uma solução vantajosa em situações que as vibrações causadas durante a cravação das estacas devem ser amenizadas ou nulas, devido a preocupações com construções vizinhas e também quando estão localizadas em divisas, pois dispensa a viga de equilíbrio. A faixa de carga deste tipo de viga varia entre 400 kN a 3000 kN.

3.2.3.1.2 Estacas Escavadas

Elementos de fundação caracterizados por serem moldados in loco, ou seja, sua construção é realizada no local onde ela realmente desempenhará sua função, havendo primeiramente a escavação do solo, que é efetuada mecanicamente através do trado helicoidal, para que possa executar a concretagem. São adotados em solos argilosos e arenosos, tendo como limitação o nível do lençol freático para que se torne viável economicamente (BARROS, 2011).

De acordo com Oliveira Filho (1985), as estacas escavadas possuem comprimentos pré-estabelecidos, que se baseiam em dados obtidos pelas sondagens e suas capacidades de carga são estimadas somente por fórmulas estáticas, provindas das características físico mecânicas do solo atravessado. Fazem parte das estacas escavadas alguns exemplos destacados a seguir:

- **Estaca Franki:** sua execução tem como primeira etapa a cravação de um tubo de revestimento com seu fundo fechado por uma bucha, composta pela mistura de concreto seco e de agregados (brita e areia) e comprimida para não se desprender do revestimento. A cravação é realizada a partir dos golpes que são feitos pelo pilão em queda livre na bucha, consequentemente o solo é expulso ao longo da estaca, o que impossibilita a entrada de água em seu interior (BEILFUSS, 2012).

Durante a cravação, quando atingir o solo resistente, o tubo é preso ao equipamento de bate estaca através de cabos de aço, procedendo-se com um golpe que expulsará a bucha e formará a base da estaca. Dessa forma, realiza-se a armação da estaca e posteriormente a concretagem é feita por camadas que ao serem introduzidas, expulsam o revestimento do fuste.

Esta estaca possui um sistema que produz alto nível de vibrações, devido a isso, não é recomendada em obras que os edifícios vizinhos estejam em condições precárias. Para Alonso (1983), a principal vantagem obtida ao escolher a estaca Franki é a possibilidade de execução abaixo do nível da água. A capacidade de resistência de cargas deste tipo de estaca é cerca de 550 kN a 1700 kN.

- **Estaca Strauss:** sua perfuração é realizada através de sonda de percussão (piteira), provida de válvula na parte inferior responsável pela retirada do solo. Considera-se sua execução vantajosa, pois seus equipamentos são leves e de fácil manuseio, podendo ser utilizados em locais de difícil alcance para outros equipamentos, como: espaços confinados, topografia desfavorável e em edificações já existentes. Este tipo de estaca não emite vibrações elevadas, possibilitando assim, seu uso em situações de vizinhança com edifícios em condições precárias. A aplicação da estaca strauss não é aconselhada abaixo do nível da água e em solos saturados (BEILFUSS, 2012).

Também existem alguns problemas acarretados pela escolha da estaca strauss, são eles: possível desvio da tubulação durante a perfuração, solos de difícil escavação inviabilizam seu uso, deslocamento de estacas do mesmo bloco, fluxo de água e vazios na parte superior da estaca.

- **Estaca Hélice-contínua:** sua perfuração é feita por equipamentos que possuam trado helicoidal acoplado, ou seja, perfuratrizes. Os trados possuem alturas variadas, sendo estipuladas de acordo com a capacidade de torque do caminhão ou

esteira. Comumente os equipamentos são dotados de trados de Ø 30 cm a Ø 100 cm e altura de 15 m até 30 m (BEILFUSS, 2012).

A execução deste tipo de estaca é realizada através da perfuração do solo, por meio do caminhão perfuratriz, até a profundidade desejada e em seguida a concretagem através de um tubo localizado no centro do trado onde o concreto é bombeado do caminhão até a extremidade superior deste tubo. À medida que se realiza a concretagem da estaca, é necessário retirar o trado girando-o em sentido contrário. A armação desta estaca é inserida após a concretagem, introduzindo-as manualmente pelos operários com auxílio de vibradores e pesos.

Segundo Joppert (2007), as estacas hélice-contínua obteve grande espaço no mercado de fundações, graças às vantagens que elas apresentam quando comparadas às demais estacas, tais como a grande velocidade de execução, ausência de vibrações e ruídos excessivos, além da mão de obra para sua execução ser considerada de baixo custo.

3.2.3.2 Tubulões

Os tubulões são elementos estruturais de fundação profunda, geralmente, dotados de uma base alargada e com diâmetro maior que o de seu fuste, o que promove um maior suporte de cargas. A vantagem, portanto, será de, ao invés de executar várias estacas em um bloco de fundação, executar apenas uma com diâmetro mínimo de 70 cm, possibilitando também a entrada de um operário, pelo menos na sua etapa final, para completar a geometria da escavação e fazer a limpeza do solo (BARROS, 2011).

Divide-se em dois tipos básicos, tubulão a céu aberto, normalmente sem a presença de revestimento e armaduras, no caso de existir somente carga vertical e tubulão a ar comprimido ou pneumático.

De acordo com Alonso (1983), os tubulões a céu aberto devem ser executados acima do nível da água, sendo permitido abaixo apenas se estiver localizado em terrenos argilosos, onde seja possível a retirada da água através de bombeamento e que não exista a possibilidade de ocorrer erosões devido ao processo. Oliveira Filho (1985), diz que a execução dos tubulões se inicia pela escavação do fuste até o encontro do horizonte resistente, posteriormente introduz-se o revestimento se for necessário e então ocorre a descida de um operário para realizar o alargamento da

base, por meio de escavação manual. O processo é finalizado com a concretagem e em seguida a armação, caso seja necessária de acordo com o projeto.

No caso de tubulões a ar comprimido, o processo de execução exige um alto nível de cuidados em suas etapas. São adotados para fundações abaixo do nível da água, tendo como primeira etapa construtiva a perfuração com trado da mesma maneira que é realizado para estacas escavadas. Ao atingir o solo resistente, é feita a descida e aplicação do revestimento, que pode ser de aço ou de concreto. Em seguida, procede-se com remoção da água com o uso de equipamentos, como a campânula, que promove a saída da água do seu interior através de ar comprimido. Por fim, os operários descem para realizar o alargamento da base de forma manual. A pressão máxima que deve ser empregada é de 3 atm, motivo pelo qual os tubulões pneumáticos tem sua profundidade máxima de 30 metros abaixo do nível da água (ALONSO, 1983).

3.3 A UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES DE MODELAGEM PARA ELABORAÇÃO DE PLANILHAS ELETRÔNICAS

A utilização de programas e planilhas eletrônicas podem ter diversas aplicabilidades dentro de uma empresa, como por exemplo: planejamento da produção e do faturamento, designação de preços e de custos, elaboração de folhas de pagamento, recursos humanos, etc. Ao automatizar um sistema, existe uma colaboração para serem obtidos mais facilmente relatórios, possibilitando a discussão e execução de planos de ação para melhoria contínua (GONÇALVES E SOUZA, 2003).

Ao se tratar especificamente de orçamento, Gonçalves e Souza (2003) ainda considera que aconteça uma mudança significativa após a implantação do sistema de gestão desenvolvido. Rotinas que previamente utilizavam métodos empíricos para a realização de orçamentos, normalmente sub ou supervalorizavam os preços dos produtos, são substituídas por métodos qualificados que dimensionam os custos agregados a um determinado serviço, atribuindo margens de lucro, quantitativos, encargos sociais e trabalhistas, impostos, entre outros diversos pontos incluídos na composição de custos. Além de calcular o preço de venda.

3.3.1 Programas que auxiliam na elaboração de orçamentos

A elaboração de orçamento tem sua base de informações composta por planilhas eletrônicas e programas de bancos de dados, que possibilitam a montagem de composições de custos. Estes programas possibilitam acesso a diferentes tipos de insumos e seus respectivos preços, os coeficientes técnicos de produção e a produtividade de mão de obra.

Um dos bancos de dados mais difundidos é o Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices, fornecido pela CAIXA, por ter seu acesso gratuito através do site e por sofrer atualizações mensais para todas as capitais brasileiras. É uma referência de custos para aquisição de materiais, equipamentos, serviços e mão de obra. A utilização desse banco de dados é considerada obrigatória desde 2003 para obras com orçamento federal. Mesmo com todas as vantagens, o programa não é tão intuitivo, necessitando de certa experiência para ser utilizado de forma eficiente.

A revista PINI também disponibiliza um banco de dados de qualidade para a precificação de insumos e para a identificação de coeficientes para uma composição unitária dos serviços. O livro do TCPO – Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos, tem em sua 15 ª Ed. De 2017 um preço de aquisição de entorno de 400,00 reais e é disponibilizado em livrarias. Possui muitas vezes um preço compatível com o mercado, devido a sua base ser em obras de empresas privadas. No entanto, por sua versão ser em livro, ocasiona uma maior dificuldade para exportação direta para uma planilha orçamentária.

Por mais que as planilhas eletrônicas de qualidade desempenhem um bom papel para a elaboração de orçamentos, muitas empresas buscam inserir softwares pagos em seu processo produtivo, buscando uma maior precisão. Existem vários no mercado, como o OrçaFascio que é feito através das composições do SINAPI e possui operação intuitiva. Contudo, dispõe apenas 5 orçamentos gratuitos, havendo a necessidade da compra de um pacote.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho possui caráter qualitativo e tem como objetivo principal desenvolver uma planilha eletrônica para elaboração de orçamentos de fundações profundas.

Para o devido trabalho, foram utilizados recursos teóricos obtidos pelo estudo de artigos, monografias, dissertações e sites, para melhor entendimento do assunto abordado. Também foram coletados dados e informações de planilhas eletrônicas já desenvolvidas relacionadas ao meio orçamentário, com intuito de aperfeiçoar o desenvolvimento.

O modelo elaborado no presente trabalho utiliza o *software* MS Excel, o editor de planilhas que se apresenta para o objetivo desejado o mais adequado. Pois possui fácil acesso, devido a sua alta utilização dentro das empresas, não se restringindo apenas ao setor de construção civil, o que facilita sua utilização e capacitação de funcionários.

Na elaboração dos bancos de dados, utilizou-se para a precificação essencialmente o SINAPI, por dispor de informações completas quanto aos insumos utilizados na realização de diversos serviços, inclusive os de fundações. O Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices é fornecido pela CAIXA e tem seu acesso gratuito através do site e possui atualizações mensais para todas capitais brasileiras, tornando-o um instrumento essencial para empresas de pequeno porte que desejam realizar orçamentos.

O banco de dados dos insumos foi desenvolvido com base nas tabelas não desoneradas da SINAPI, pois a planilha eletrônica criada visa atender as pequenas empresas, que preferem adotar esse tipo de folha, onde os custos de mão de obra possuem encargos sociais referentes a contribuição de 20% do INSS sobre a folha de pagamento.

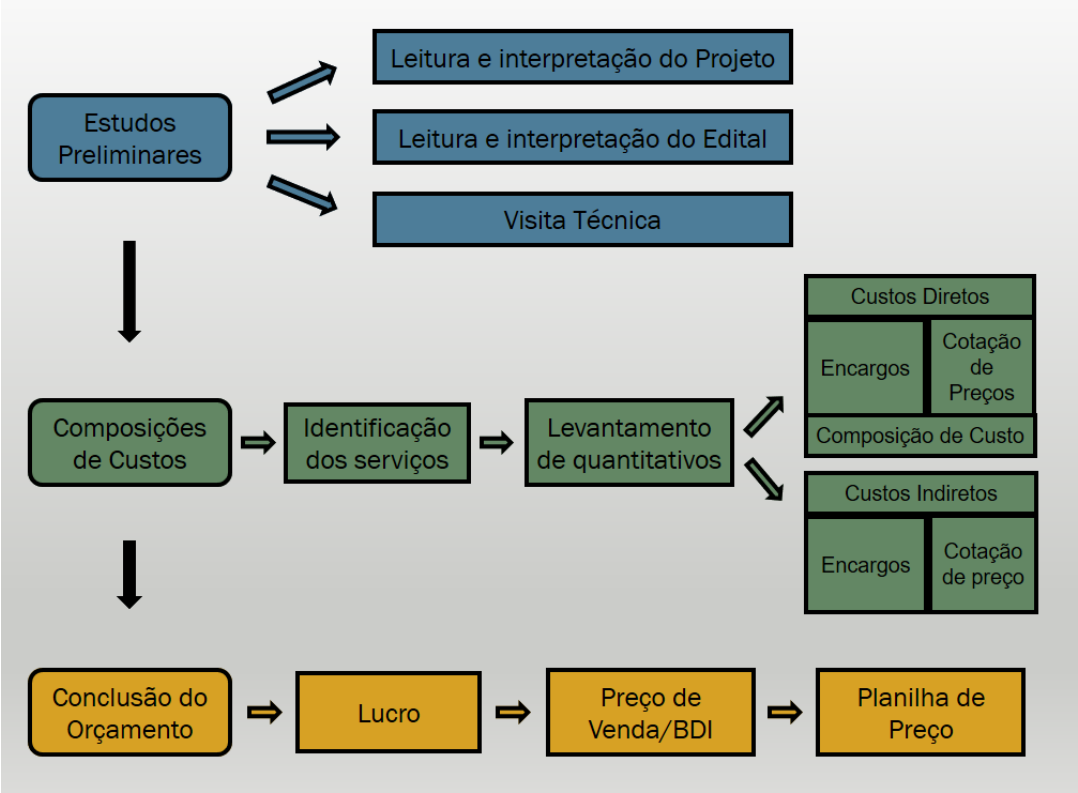
Para a elaboração da planilha foram utilizados comandos já disponíveis no repertório do programa, como ferramentas de modelagem de dados e de processamento. Foram eles o “PROCV”, “SE”, “SOMASE”, “ÍNDICE”, “CORRESP”, multiplicação e interligação entre abas, entre outros disponibilizados pelo próprio software.

Os relatórios contidos na planilha, foram desenvolvidos através da função especial disponibilizada pelo *software* Excel, chamada tabela dinâmica. Um recurso

interativo no qual podemos resumir facilmente uma grande fonte de dados. Através dela é possível mover linhas e colunas de forma a ver diferentes resumos. Além disso, as tabelas dinâmicas entregam melhor desempenho em tarefas de *report*, automatizando atividades, reduzindo a quantidade de erro humano na realização da tarefa e, consequentemente diminuindo o tempo necessário para geração de análises completas.

Para a realização de um orçamento existe uma sequência de atividades interativas e integradas a serem produzidas por um orçamentista, visando não esquecer informações importantes. A Figura 3 ilustra um resumo dos passos e da descrição dos itens mais relevantes.

Figura 3: Fluxograma das Etapas do Orçamento



Fonte: Autoria Própria, 2021.

5 DESENVOLVIMENTO DE PLANILHA ORÇAMENTÁRIA PARA FUNDAÇÕES PROFUNDAS

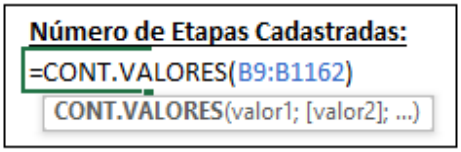
O processo de elaboração da planilha iniciou-se através da formação dos bancos de dados necessários para a realização dos orçamentos dos serviços a serem listados.

5.1 BANCO DE DADOS DAS ETAPAS

A primeira aba criada na planilha foi a das Etapas, este banco de dados apresenta apenas as etapas que podem ser escolhidas para o desenvolvimento e estruturação das composições de custo e para a finalização do orçamento. As etapas aparecem no banco de dados da composição e na guia destinada ao orçamento de maneira automatizada, onde o operador da planilha poderá escolher dentre as opções listadas pela validação de dados.

Na aba de etapas foi inserida apenas uma simples fórmula para a contagem automática da quantidade de etapas a serem inseridas. Ao aplicar é realizado o cálculo do número de células que não estão vazias em um intervalo determinado, como pode ser visto na Figura 4.

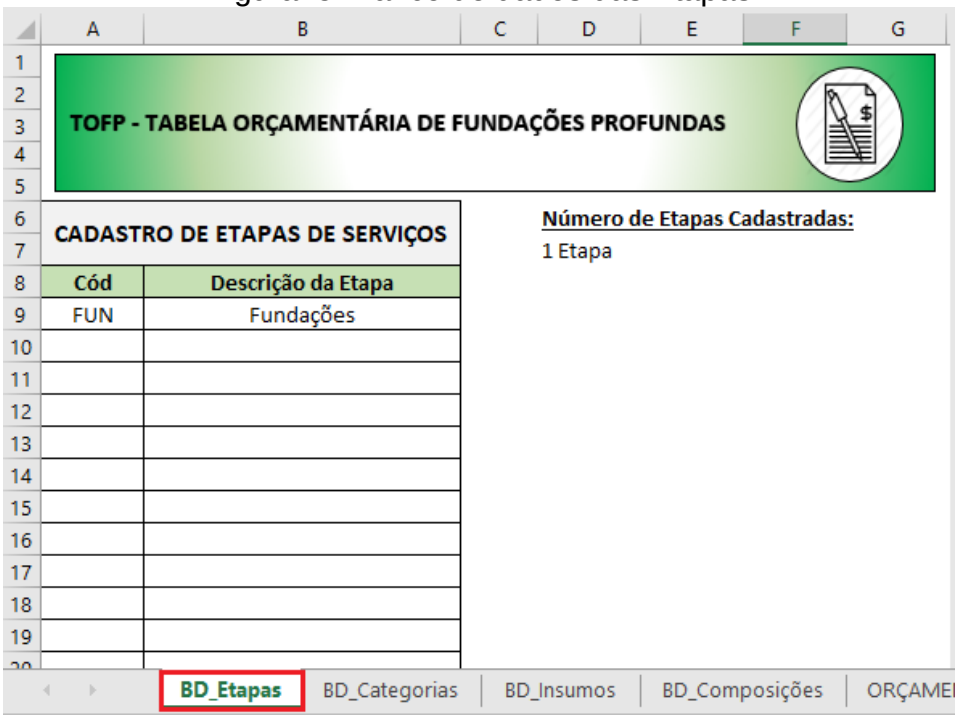
Figura 4: Contagem das Etapas



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Como o intuito principal da planilha é a realização de orçamentos voltados a fundações profundas, o banco de dados apresenta apenas a etapa de Fundações, como consta na Figura 5. Porém, caso haja necessidade de realizar orçamentos referentes a outras etapas, é preciso apenas o orçamentista inserir a etapa que desejar.

Figura 5: Banco de dados das Etapas

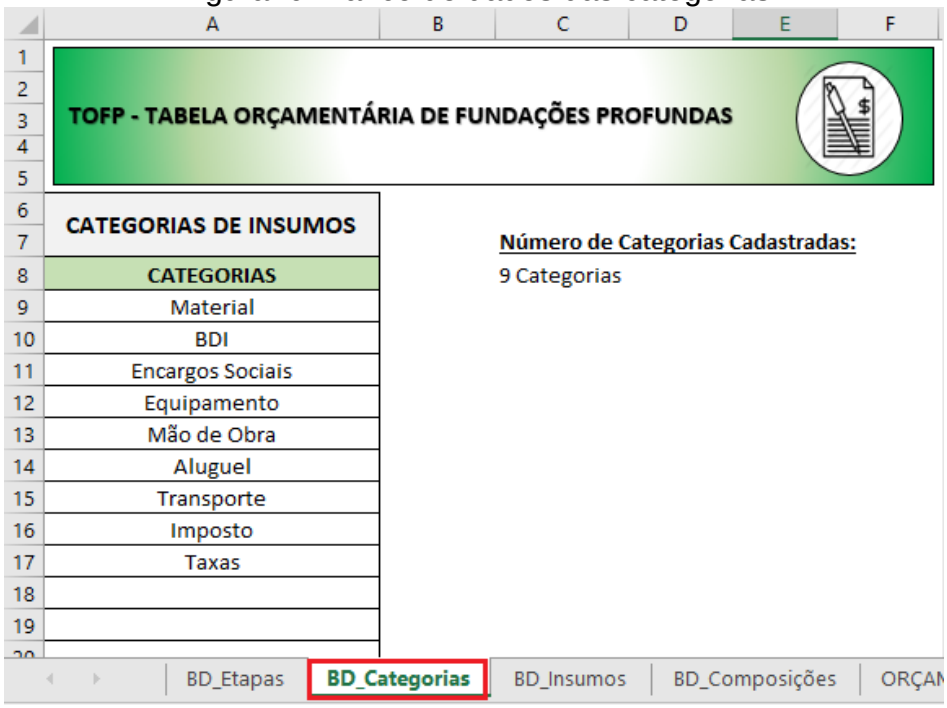


Fonte: Autoria Própria, 2021.

5.2 BANCO DE DADOS DAS CATEGORIAS

O banco de dados destinado as categorias foi a segunda aba criada dentro da planilha, como exposto na Figura 6. Atribuída com a intenção de classificar os insumos, influencia na organização do banco de dados posterior, onde serão cadastrados todos os insumos que poderão fazer parte das composições das fundações. Dessa forma, através da validação de dados o orçamentista poderá escolher a categoria que representa um determinado insumo cadastrado em sua respectiva coluna.

Figura 6: Banco de dados das categorias



Fonte: Autoria Própria, 2021.

5.3 BANCO DE DADOS DOS INSUMOS

A aba “BD_Insumos” exibida na Figura 7, possui 2 colunas de referência para o cadastro dos códigos dos insumos e de suas respectivas descrições, de acordo com a SINAPI, além de apresentar suas unidades, o seu preço e a categoria a que cada insumo corresponde. A partir desse banco de dados foi possível cadastrar mais de 100 insumos relacionados aos diversos tipos de fundações profundas, o que possibilita a elaboração das composições de estacas contidas na SINAPI.

Figura 7: Banco de dados dos insumos

TOFP - TABELA ORÇAMENTÁRIA DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS

Número de Insumos Cadastrados:
115 Insumos

CADASTRO DE INSUMOS

Cód	Descrição do Insumo	Unid	Preço/Unid	Categoria
43054	ACO CA-25, 10,0 MM, OU 12,5 MM, OU 16,0 MM, OU 20,0 MM, OU 25,0 MM, VERGALHAO	kg	R$ 6,31	Material
42402	ACO CA-25, 16,0 MM, BARRA DE TRANSFERENCIA	kg	R$ 6,03	Material
42403	ACO CA-25, 20,0 MM, BARRA DE TRANSFERENCIA	kg	R$ 7,74	Material
42404	ACO CA-25, 25,0 MM, BARRA DE TRANSFERENCIA	kg	R$ 7,69	Material
42405	ACO CA-25, 32,0 MM, BARRA DE TRANSFERENCIA	kg	R$ 8,20	Material
34341	ACO CA-25, 32,0 MM, VERGALHAO	kg	R$ 7,11	Material
43053	ACO CA-25, 6,3 MM OU 8,0 MM, VERGALHAO	kg	R$ 5,64	Material
43058	ACO CA-50, 10,0 MM, OU 12,5 MM, OU 16,0 MM, OU 20,0 MM, DOBRADO E CORTADO	kg	R$ 5,84	Material
34	ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	kg	R$ 5,87	Material
43055	ACO CA-50, 12,5 MM OU 16,0 MM, VERGALHAO	kg	R$ 5,09	Material
43056	ACO CA-50, 20,0 MM OU 25,0 MM, VERGALHAO	kg	R$ 5,87	Material
43057	ACO CA-50, 32,0 MM, VERGALHAO	kg	R$ 6,45	Material
34449	ACO CA-50, 6,3 MM, DOBRADO E CORTADO	kg	R$ 6,89	Material
32	ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	kg	R$ 6,20	Material
33	ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	kg	R$ 6,23	Material
43061	ACO CA-60, 4,2 MM OU 5,0 MM, DOBRADO E CORTADO	kg	R$ 5,82	Material

BD_Etapas | BD_Categorias | BD_Insumos | BD_Composições | ORÇAMENTO | RELAT_Insumo | RELAT_Itens_Etapas | RELAT_

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Havendo a necessidade, o orçamentista poderá cadastrar outros insumos, pois as linhas posteriores aos já cadastrados ainda fazem parte do intervalo que será utilizado para o PROCV no banco de dados das composições, sendo assim, ao inserir o novo código, aparecerá automaticamente o insumo correspondente, como mostra a Figura 8.

Figura 8: Automatização do código para insumo

Composições	Unid. Serviço	Cód. Insumo	Insumo
ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm	m	6111	SERVENTE DE OBRAS
ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm	m	43360	CONCRETO USINADO

Fonte: Autoria Própria, 2021.

5.4 BANCO DE DADOS DAS COMPOSIÇÕES

O cadastro das composições dentro de um orçamento é considerado uma das principais etapas realizadas pelo orçamentista, pois relata principalmente todos os insumos que estão relacionados as execuções dos serviços, com suas respectivas quantidades e custos unitários totais. Dessa maneira, o bom desenvolvimento de um banco de dados contribuirá para um orçamento de qualidade.

O banco de dados é constituído por 18 colunas, onde as iniciais são formadas por células editáveis como pode ser visto na Figura 9, que descrevem quais os serviços que irão compor o banco de dados das composições e suas respectivas unidades. Na coluna “C” também é possível escolher os códigos dos insumos escrevendo-o ou através das opções dentro da lista de validação de dados.

Figura 9: Serviços e códigos dos insumos

	A	B	C
8	Composições	Unid. Serviço	Cód. Insumo
9	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm	m	6111
10	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm	m	43360
11	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm	m	32
12	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm	m	43055
13	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm	m	4750

Fonte: Autoria Própria, 2021.

As colunas a seguir, representadas na Figura 10, mostram os insumos, suas unidades e os seus respectivos preços. As células pertencentes a estes insumos são preenchidas automaticamente após a escolha do código do insumo, e estarão bloqueadas, ou seja, não são editáveis.

Figura 10: Insumos, unidades e preços

D	E	F	
Insumo	Unid. Insumo	Preç. Insumo	
SERVENTE DE OBRAS	h	R$	10,66
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL	m^3	R$	419,49
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	kg	R$	6,20
ACO CA-50, 12,5 MM OU 16,0 MM,	kg	R$	5,09
PEDREIRO	h	R$	13,49
ENCARREGADO GERAL DE OBRAS	h	R$	15,03

Fonte: Autoria Própria, 2021.

A automatização destas células foi realizada através da fórmula apresentada na Figura 11, onde aplicou-se dois comandos do Excel bastante conhecidos, o comando “SE” e o “PROCV” de forma conjunta. A fórmula utilizada possui pequena diferença a partir da mudança de células, já que os valores de teste lógico do comando “SE” e os valores procurados do comando “PROCV” irão se alterar para cada linha, porém, a expressão tem o mesmo intuito em todas as células.

Figura 11: Comando SE e PROCV

C	D	E
Cód. Insumo	Insumo	Unid. Insumo
6111	=SE(C9<>"";PROCV(C9;BD_Insumos;2;FALSO);"")	
43360	C SE(teste_lógico; [valor_se_verdadeiro]; [valor_se_falso])	
32	ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	kg
43055	ACO CA-50, 12,5 MM OU 16,0 MM,	kg
4750	PEDREIRO	h

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Visualizando a fórmula da Figura 11, vemos que primeiramente é executado o comando “SE”, com a intenção de limpar as células que não encontrarem valores na coluna de código de insumo. Caso apresente algum número correspondente ao código do insumo, será realizado o “PROCV” que irá procurar o valor do código dentro da tabela nomeada como “BD_Insumos”, retornando os valores das colunas desejadas. A partir da Figura 6 podemos observar que para retornar à descrição do insumo será adicionado a formula o número 2, para a unidade o número 3 e para o preço o número 4.

Dentro do banco de dados das composições ainda existem duas colunas editáveis, uma delas o orçamentista irá inserir as quantidades de insumos pertencentes a cada composição e a outra a escolher a etapa equivalente ao serviço cadastrado.

Ainda referente aos insumos cadastrados nas composições existe a coluna de preço unitário de insumo, onde o cálculo é dado através da expressão mostrada na Figura 12 e a coluna que especifica a categoria do insumo, esta coluna é calculada pelo banco de dados dos insumos, utilizando a mesma fórmula apresentada na Figura 11, alterando apenas a número índice coluna.

Figura 12: Preço unitário de insumo

Preç. Unit. Insumo
=SE(D9<>"";G9*F9;"")

Fonte: Autoria Própria, 2021.

A partir da Figura 13 podemos visualizar a utilização da fórmula necessária para a elaboração da coluna “K”, formada pelos preços unitários referentes aos serviços.

Através do comando “SOMASE”, buscou-se realizar as somas dos preços unitários de insumos correspondentes a cada composição cadastrada separadamente, através de um critério.

Figura 13: Preço unitário de Serviço

J	K	L
Cat. Insumo	Preço Unit.	Selecionado?
=SOMASE(Composiçoes;A9;Preços_Unit_Ins)		
SOMASE(intervalo; critérios; [intervalo_soma])		
Material	R$ 3.452,61	SIM

Fonte: Autoria Própria, 2020.

Fazendo uso do comando, primeiramente escolheu-se o intervalo a ser analisado, denominado “Composições”, a seguir definiu-se o critério para que seja realizada a soma, que como mostra a Figura 14 será sempre que se repetir o tipo de serviço Estaca Hélice Contínua, mas para outros serviços o comando também será efetuado automaticamente. Por fim, a fórmula exigiu o emprego do intervalo a ser somado, que no caso, são os preços unitários dos insumos.

Figura 14: Intervalo das composições

	A
8	Composições
9	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
10	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
11	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
12	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
13	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
14	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
15	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
16	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
17	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
18	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
19	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
20	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
21	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
22	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
23	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm
24	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA - DIÂM 30 cm

Fonte: Autoria Própria, 2021.

As colunas posteriores do banco de dados das composições estão relacionadas a próxima aba da planilha, onde é descrito o orçamento final. Cujos valores das células são retornados para o banco de dados das composições pois para a realização dos relatórios através da tabela dinâmica foram adotados os intervalos pertencentes a este banco de dados

Inicialmente foi criada a coluna “Selecionado?”, que serve de parâmetro para a elaboração das colunas posteriores. A fórmula utilizada contou com a junção de dois comandos do Excel, o “SE” e o “CONT.SE”, como pode ser visto na Figura 15. O comando “SE” foi utilizado para que se a condição empregada seja verdadeira, as células apresentem um “SIM”, caso contrário “NÃO”. O comando de dentro foi o “CONT.SE” que irá realizar a contagem do intervalo dos serviços, selecionados na aba de orçamento de acordo com o critério estabelecido.

Figura 15: Elaboração da coluna “Selecionado?”

K	L	M	N	O	P	Q	R
Preço Unit.	Selecionado?	Qtd. Serviço	Preço Total In	Qtd. Total Ins.	% Orçamento	Item	Etapa
=SE(CONT.SE(Serviços_Selec;A9)>0;"SIM";"NÃO")				9,10	0,17%	1.0	Fundações
SE(teste_lógico; [valor_se_verdadeiro]; [valor_se_falso])			R$ 2.936,43	7,00	0,052 %	1.0	Fundações
R$ 3.452,61	SIM	7	R$ 3.472,00	560,00	0,061 %	1.0	Fundações

Fonte: Autoria Própria, 2021.

As colunas seguintes serão calculadas quando as células da coluna “Selecionado?” apresentarem “SIM”, pois indica que a composição está cadastrada na aba de orçamento, possibilitando retornar os valores automaticamente. A quantidade de serviço, coluna M, foi calculada através da fórmula exposta na Figura 16, onde por meio do comando “SOMASE”, retornou os valores da sexta coluna da tabela encontrada na aba de orçamento, referentes a quantidade de serviço.

Figura 16: Fórmula para calcular a quantidade de serviço

```
=SE(L9="SIM";SOMASE(Serviços_Selec;A9;Qtd_Servicos);"")
SE(teste_lógico; [valor_se_verdadeiro]; [valor_se_falso])
```

Fonte: Autoria Própria, 2021.

As colunas referentes ao preço total do insumo e a quantidade total, vistas na Figura 15, foram calculadas por meio de uma simples multiplicação. Para determinar o valor dos preços totais dos insumos, multiplicou-se as células pertencentes as

quantidades de serviços e as de preços unitários. Para a coluna de quantidades totais de insumos, foram multiplicadas as células referentes as quantidades de insumos e as quantidades de serviços.

Posteriormente foi calculado a porcentagem equivalente a cada insumo em relação ao valor do orçamento final. A fórmula para o cálculo das células pertencentes a esta coluna está apresentada na Figura 17, onde divide-se o preço total de cada insumo com o valor final do orçamento exposto na aba “Orçamento”.

Figura 17: Porcentagem correspondente a cada insumo

```
=SE(L9="SIM";N9/Orçamento_Total;"")
SE(teste_lógico; [valor_se_verdadeiro]; [valor_se_falso])
```

Fonte: Autoria Própria, 2021.

As duas colunas seguintes são constituídas por células provindas da aba de orçamento, onde para retorna-las ao banco de dados das composições foram utilizados dois comandos de forma conjunta, o comando “ÍNDICE” e o “CORRESP”. A fórmula pode ser vista na figura 18, utilizada para calcular as células pertencentes a coluna de itens, é explicada da seguinte forma: será procurado o índice pertencente a matriz dos itens orçados, onde os números das linhas irão variar, se tornando necessário o uso do comando “CORRESP” para atender a essa variação e procurar o nome da composição dentro da matriz de serviços selecionados. Para o cálculo da coluna de etapas utilizou-se a mesma fórmula, apenas com algumas adaptações para atender a nova coluna.

Figura 18: Elaboração da coluna Item e Etapa

	P	Q	R	XFD
8	% Orçamento	Item	Etapa	
9	=SE(L9="SIM";ÍNDICE(Itens_orçados;			
10	CORRESP(A9;Serviços_Selec;0);1);"")			
11	0,061 %	ÍNDICE(matriz; núm_linha; [núm_coluna]) ÍNDICE(ref; núm_linha; [núm_coluna]; [núm_área])		
12	0,063 %	1.0	Fundações	

Fonte: Autoria Própria, 2021.

5.5 ORÇAMENTO DE SERVIÇOS

A aba destinada a realização dos orçamentos é formada por oito colunas, sendo quatro delas constituídas por células editáveis, que o orçamentista que estiver manuseando a planilha deverá preencher as células das etapas, dos itens, das descrições dos serviços e das quantidades de cada serviço que serão cadastrados. As células não editáveis, representadas na Figura 19 pela cor verde são originadas do banco de dados das composições.

Figura 19: Orçamento de Serviços

Fonte: Autoria Própria, 2021.

As colunas referentes a unidade e ao preço unitário são preenchidas automaticamente, a partir da colocação da descrição dos serviços, pois retornará os valores relacionados aos serviços pertencentes ao banco de dados das composições, através da utilização do comando “PROCV” na fórmula das células.

O preço parcial é calculado apenas entre a multiplicação do preço unitário de cada serviço pela quantidade especificada pelo orçamentista. Já a porcentagem parcial de cada composição é dada através da divisão do preço parcial com a soma dos preços parciais de todos os serviços.

Esta aba da planilha ainda conta com um cabeçalho onde o operador irá preencher alguns dados referentes ao orçamento. Informações como o nome da obra, o endereço, o cliente e a data, serão automaticamente destinadas para a aba de relatório analítico.

5.6 RELATÓRIOS DE ORÇAMENTOS

Dentro da planilha foram desenvolvidos três relatórios automatizados que mostrarão valores relacionados a um determinado orçamento que venha a ser realizado. O relatório de insumos, relatório sintético e o relatório analítico foram criados por meio de um recurso disposto pelo Excel, chamado tabela dinâmica. Cujo sua utilização tem como objetivo principal facilitar a análise de dados de uma planilha de grande dimensão, que contém um alto número de informações, disposta no banco de dados das composições.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As empresas de construção civil necessitam rotineiramente em seus processos produtivos elaborar orçamentos adequados para as respectivas obras, especialmente nos casos de empreendimentos públicos, onde possíveis erros podem inviabilizar sua utilização. No entanto, é recorrente a entrega de orçamentos inadequados devido à falta de prazo para formatação nos padrões exigidos e da dificuldade em fazer modificações quando há necessidade. Dessa forma, a implantação de ferramentas que possam acelerar a elaboração da estrutura e os ajustes é primordial para a resolução deste problema.

O software em que foi desenvolvido a planilha eletrônica e no qual será manuseada, proporciona fácil acesso para empresas de pequeno a grande porte, que necessitam diariamente recorrer a recursos para realização de orçamentos. Tendo em vista que o Microsoft Excel possui acesso difundido dentro das construtoras e é facilmente encontrado nos computadores, uma empresa que vise realizar orçamentos voltados a fundações profundas e não pretende comprar ferramentas com preços elevados dispostas no mercado, ao adquirir uma planilha que entregue facilidade e eficiência, poderá obter os resultados desejados.

Como meio de apoio ao orçamentista que recorra a planilha orçamentária, foi elaborado um manual de utilização que poderá ser acessado através do menu principal, no qual descreve os passos a serem feitos para a realização de um orçamento, desde modificações necessárias na planilha, até mesmo a implementação de novas composições.

Uma das vantagens contidas na planilha orçamentária desenvolvida é a sua flexibilidade para alterações. Devido a automatização da maioria das células pertencentes as colunas dos bancos de dados, surge a possibilidade de o usuário inserir novos insumos, alterar seus preços, elaborar novas composições e até mesmo inserir novas etapas além de fundações, o que permite atingir um maior público que deseja realizar orçamentos para as diversas áreas da construção.

Para elaboração das composições unitárias foi importante inserir códigos de insumos fornecidos pela SINAPI, visto que empresas de pequeno porte geralmente não apresentam base considerável de projetos a fim de lhes fornecerem informações confiáveis. Até mesmo para corporações já consolidadas no mercado é sempre importante balizar suas informações práticas com fontes externas. Também foi

imprescindível que as composições constituídas de insumos fossem apresentadas de forma clara, para facilitar a procura dos mesmos em banco de dados de preço.

Para maior facilidade do operador da planilha na elaboração de orçamentos, deve-se prever meios de acesso rápido a fonte de preços que serão utilizados, além de uma maneira dinâmica de analisar os preços cotados de forma a utilizar a proposta mais apropriada. Os cálculos para custos indiretos (BDI), por se tratar de informações menos trivial, são uma dificuldade possível para pequenas construtoras.

Ao concluir um orçamento, a planilha é capaz de elaborar automaticamente três tipos de relatórios que são imprescindíveis ao orçamentista, pois facilitarão a análise dos dados contidos nas composições. O primeiro é o relatório de insumos, que mostrará as unidades, as quantidades e os preços relacionados aos insumos cadastrados na aba das composições. Em segundo é apresentado o relatório sintético, que fornece dados referentes a cada composição cadastrada, individualmente. Por fim existe o relatório analítico, que possui uma maior riqueza de detalhes e resume os dados de todos os itens pertencentes ao orçamento, incluindo informações de cada categoria dos insumos cadastrados, individualmente.

Os relatórios fornecidos através da planilha são de suma importância para o orçamentista apresentar os valores finais obtidos do orçamento a um determinado cliente. Tornando a visualização dos dados mais intuitiva e simplificada, uma vez que são poucas as pessoas que possuem uma boa noção de processos de orçamentação para interpretar tabelas extensas e com grande quantidade de informações.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido aos maus momentos decorrentes de crises políticas no Brasil, o setor da construção civil sofreu efeitos negativos, por essa razão pequenas empresas devem se mostrar ainda mais competitivas, uma alternativa é aprimorar sua incorporação de lucro através da implementação de ferramentas computacionais que auxiliem na elaboração de orçamentos.

Observando tal vulnerabilidade, o presente trabalho apresentou um modelo de planilha eletrônica orçamentária desenvolvido através do software Microsoft Excel, que acompanha um custo e benefício mais favorável para as pequenas empresas geotécnicas ou construtoras que busquem realizar orçamentos voltados a fundações profundas e entrega um banco de dados confiável, com fácil manuseio e alta eficiência.

A simplicidade e a organização foram peças fundamentais para a elaboração da planilha, visando tornar o orçamento o mais intuitivo possível para o operador. Com um sistema automatizado, havendo a presença de comentários auxiliadores e a planilha protegida, que possibilita apenas alterações em células editáveis, tornam o manuseio da planilha ainda mais fácil para a obtenção de um orçamento final dos serviços cadastrados.

A partir da utilização do modelo, o operador da planilha deverá se atentar a alguns detalhes para obter o resultado final desejado e uma boa estimativa. É preciso observar os insumos disponíveis no banco de dados e seus respectivos preços, caso haja necessidade o orçamentista poderá realizar alterações. Quanto ao cadastro das composições, mesmo que existam modelos prontos de estacas disponíveis de acordo com a SINAPI, precisando apenas da inserção das quantidades, o orçamentista precisará realizar uma adequada análise e saber se não há necessidade de adaptações para um determinado projeto.

É possível concluir que estudos nesse âmbito são ainda necessários, ao sabermos o quão impactante positivamente é o emprego da engenharia de custos dentro de empresas de pequeno porte. Para solidificar a eficiência do trabalho proposto seria interessante a realização de um estudo de caso aplicando o modelo de planilha orçamentária criada.

Como sugestão para próximos trabalhos fica, a incorporação da ferramenta *Visual Basic for Applications – VBA* para o desenvolvimento de planilhas

orçamentárias, uma vez que possibilitará uma maior riqueza de automatização e detalhamento dos bancos de dados. Além de poder proporcionar aspectos visuais ainda mais sofisticados através da utilização dos comandos predispostos por essa ferramenta.

8 REFERÊNCIAS

ALONSO, Urbano Rodriguez. Exercícios de fundações. 14. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1983. 201p., il. Inclui bibliografias.

ARAÚJO, José Milton de. **Curso de concreto armado.** 2. ed. Rio Grande: Dunas, 2003. 4 v. 231 p. il. Inclui bibliografias.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**, Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

ÁVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. Ilha; LOPES, O. C. **Orçamentos de obras.** Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL, 2003.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura** – Prática da construção civil. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 182 p. il. Inclui bibliografias.

BARROS, Carolina. **Apostila de Fundaçoes.** Pelotas, 2011. Instituto Federal Farroupilha. Disponível em: Acessado em: 05 jun. 2012. Apostila

BEILFUSS, Tatiane. **Estudo Comparativo da Fundação de um Edifício Modelo: Estaca x Tubulão.** Ijuí: UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2012.

CORDEIRO, Flávia Regina Ferreira de Sá, **Orçamento e Controle de Custos na Construção Civil.** Belo Horizonte: UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de Custos: Estimativa de Custos de Obras e Serviços de Engenharia.** 2ª Edição. Rio de Janeiro: IBEC, 2011.

GONÇALVES, M. A. A.; SOUZA, E. P., **Desenvolvimento de um sistema de gestão para pequenas empresas utilizando planilhas eletrônicas**. Aplicação em uma

empresa do setor moveleiro, EGEPE – Encontro de Estudos sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas. UEM/UEL/UnB, Brasília, 2003.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. São Leopoldo: UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2008.

GUERRIN, A.; LAVAUR, Roger C. **Tratado de Concreto Armado –** As Fundações. Tradução de Carlos Antônio Lauand. São Paulo: Hemus, 2002. 322 p. il.

JOPPERT JR, Ivan. **Fundações e contenções de edifícios –** qualidade total na gestão do projeto e execução**.** 1.ed. São Paulo: PINI, 2007. 221p. il. Inclui bibliografias.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como Preparar Orçamentos de Obras.** 1ª Edição. São Paulo: PINI, 2006.

OLIVEIRA FILHO, Ubirajara Marque de, **Fundações profundas** 2. ed. Porto Alegre: D.C Luzzattoo 1985.

OLIVEIRA, P. W. B. A. **Elaboração de Orçamento de Obra na Construção Civil**. João Pessoa: UFPB – UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, 2017.

TCPO, **Tabela de Composições de Preços para Orçamentos**. 13ª Edição. São Paulo: Pini, 2008.

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na Construção Civil: Consultoria, Projeto e Execução.** 1ª Edição. São Paulo: PINI, 2006.

TISAKA, Maçahico. **Norma Técnica para elaboração de orçamento de obras de construção civil.** Instituto de Engenharia, 2011.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco Rezende. Concepção de obras de fundações. In: FALCONI, Frederico F. et al. **Fundações teoria e pratica.** 2. ed. São Paulo: Pini, 1998. Cap. 6, p. 211-226.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco Rezende. Fundações – critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais Vol. 01. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

VELLOSO, Dirceu de A.; LOPES, Francisco de R. Fundações - Fundações Profundas. Nova ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 342 p. il. Inclui bibliografias.

XAVIER, Ivan. **Orçamento, Planejamento e Custo de Obras.** São Paulo: FUPAM – Fundação para Pesquisa Ambiental, 2008.