



# Gestão & Gerenciamento

## **FUNDAÇÕES DE UM RESERVATÓRIO DE ÁGUA DE INCÊNDIO, PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO: ESTUDO DE CASO.**

*FOUNDATIONS OF A FIRE WATER RESERVOIR, PLANNING AND  
BUDGETING: A CASE STUDY.*

**Rafael Candido Diniz**

Engenheiro Civil; Pós-graduando em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis.  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

[construtorasegura02@gmail.com](mailto:construtorasegura02@gmail.com)

**Daniel Lemos Mouço**

Engenheiro Civil; Mestre em engenharia civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

[dmouco@gmail.com](mailto:dmouco@gmail.com)

## Resumo

Este estudo de caso aborda o planejamento de projetos para a execução de fundações de um reservatório de aço com capacidade de 850 m<sup>3</sup>, destinado à extinção de incêndios, e uma casa de máquinas em Duque de Caxias, RJ. O objetivo foi demonstrar, por meio deste estudo de caso, o planejamento eficiente usando metodologia que incluiu sondagens geotécnicas, anteprojetos e reuniões técnicas para ajustes seguindo as diretrizes do guia PMBOK (PMI) para eficiência no controle de prazos, custos e mudanças. Além disso, para compor o orçamento foi utilizado tabelas como EMOP, SINAPI e SICRO, validadas por pesquisa de mercado. O método da curva ABC apontou o fornecimento de estacas pré-moldadas como o maior custo, representando 41% do orçamento EMOP e 34% do SINAPI. O projeto adotou um radier apoiado sobre 27 estacas pré-moldadas tipo SCAC e uma estrutura de concreto armado para a casa de máquinas. A aplicação de BDIs diferenciados, conforme o Acordão 2622/2013 (TCU, 2013), otimizou o orçamento, resultando em um preço final competitivo. O estudo conclui que um escopo bem planejado, comunicação eficaz e formação de preços ponderado garantem a viabilidade técnica e financeira, promovendo confiança e resultados positivos.

**Palavras-chaves:** Planejamento; Projeto; Fundações; Orçamento; Curva ABC.

## Abstract

*This case study addresses project planning for the execution of foundations for a steel reservoir with a capacity of 850 m<sup>3</sup>, intended for fire suppression, and a pump house in Duque de Caxias, RJ. The objective was to demonstrate efficient planning through this case study using a methodology that included geotechnical surveys, preliminary designs, and technical meetings for adjustments, following the guidelines of the PMBOK Guide (PMI) to ensure efficiency in schedule, cost, and change control. Additionally, the budget was prepared using tables such as EMOP, SINAPI, and SICRO, validated through market research. The ABC curve method identified the supply of precast piles as the highest cost, representing 41% of the EMOP budget and 34% of the SINAPI budget. The project adopted a raft foundation supported by 27 SCAC-type precast piles and a reinforced concrete structure for the pump house. The application of differentiated BDI rates, in accordance with Decision 2622/2013 (TCU, 2013), optimized the budget, resulting in a competitive final price. The study concludes that a well-planned scope, effective communication, and balanced pricing ensure technical and financial feasibility, fostering trust and positive outcomes.*

**Keywords:** Planning; Project; Foundations; Budgeting; ABC Curve.

## 1 Introdução

---

As fundações de uma obra desempenham o papel essencial de conectar a estrutura construída ao solo, transmitindo as cargas atuantes para o substrato natural. O desempenho adequado dessas fundações depende da interação entre o carregamento imposto pela estrutura e a capacidade de resistência do solo, que muitas vezes apresenta características heterogêneas e variáveis. Para lidar com essas incertezas, é imprescindível realizar estudos geotécnicos detalhados e cuidadosos. Essa abordagem permite gerenciar adequadamente a interação entre os componentes geológicos e as fundações, garantindo que ambos atuem em sinergia.

A concepção de fundações, sejam diretas ou indiretas, exige a previsão das diversas cargas que a estrutura pode sofrer ao longo de sua vida útil. Contudo, a escolha da solução mais adequada é influenciada não apenas pela magnitude dessas cargas e pela capacidade

do solo, mas também por limitações técnicas, executivas e econômicas. De acordo com Alonso (2019), o desenvolvimento de uma fundação eficiente depende de três pilares principais: projeto, execução e controle.

Dessa forma, o planejamento de uma fundação exige um projeto bem elaborado, que considere não apenas as características do solo e da estrutura, mas também as condições específicas do entorno. Conforme orienta a NBR-6122 (ABNT, 2022), essa etapa deve incluir campanhas de obtenção de dados como investigações geotécnicas, estudos de impacto na vizinhança, análise de possíveis contaminações do solo e planejamento logístico para o tráfego de veículos de médio e grande porte no canteiro de obras.

Cintra e Aloki (2010) destacam que toda obra de fundação envolve um certo grau de incerteza, associado à probabilidade de falha ou ruína. Embora os fatores de segurança previstos nas normas sejam importantes, eles não eliminam completamente a possibilidade de falhas. Dessa forma, é essencial que os projetos de fundação considerem, além dos coeficientes de segurança, limites máximos para a probabilidade de ruína, permitindo uma avaliação mais precisa dos riscos envolvidos no empreendimento.

Um exemplo clássico de falha em fundações é a Torre de Pisa, na Itália, cuja inclinação começou pouco tempo após o início de sua construção em 1173. (BURLAND *et al.*, 2009) afirma que a instabilidade foi causada pelo recalque diferencial em um solo de argila mole combinado com a presença de um lençol freático sazonal. Diversas intervenções ao longo dos séculos foram necessárias para evitar o colapso, com a última realizada em 2001 por uma equipe multidisciplinar. Esse caso evidencia o alto custo e o esforço necessários para corrigir falhas em fundações, ressaltando a importância dessa etapa em qualquer obra.

No Brasil, um caso notório envolve os edifícios inclinados da orla de Santos, São Paulo. Conforme (DIAS, 2010), as patologias começaram a surgir na década de 1940 devido à presença de argila marinha sob uma camada de areia fina. Com a construção de prédios mais altos e adjacentes, o aumento das tensões no solo intensificou os recalques diferenciais. Esses exemplos reforçam a necessidade de estudos iniciais detalhados e de projetos que considerem as condições locais e os impactos das construções circundantes.

Para planejar com eficiência e manter as obras dentro do orçamento, é essencial adotar uma metodologia que priorize estratégias de mitigação de riscos. Segundo (CÂNDIDO *et al.*, 2012), o gerenciamento de projetos, anteriormente restrito a grandes empresas, tornou-se cada vez mais acessível a pequenas e médias empresas. O Project Management Institute PMBOK (PMI, 2017) define o gerenciamento de projetos como “a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas a uma ampla gama de atividades para atender aos requisitos de um determinado projeto”.

De acordo com Mattos (2019a), o gerente de projetos deve monitorar continuamente a evolução do empreendimento e estar preparado para agir rapidamente em caso de desvios. Este artigo busca demonstrar, por meio de um estudo de caso referente à construção de fundações de reservatório de água para combate a incêndios, um exemplo prático de como adotar medidas eficientes de planejamento utilizando ferramentas e técnicas eficazes. Para tanto, serão utilizados o guia PMBOK (PMI) em suas diversas edições, bem como o Manual de Obras Públicas da (SEAP, 2020).

Além disso, será elaborado um orçamento detalhado com base nas tabelas SINAPI e EMOP, e o planejamento da obra será estruturado por meio de ferramentas como diagrama PERT e caminho crítico CPM. Ao final, espera-se: a) comparar os resultados previstos pela metodologia com propostas comerciais realizadas; b) desenvolver análises críticas sobre essas propostas; e c) propor otimizações nos orçamentos, baseando-se na análise da curva ABC.

## **2 Referencial teórico**

---

### **2.1. Método de orçar com foco no manual de obras públicas (SEAP)**

O gerente de projetos, mesmo sem conhecimentos específicos em fundações e geotecnia, pode utilizar um manual confiável, como o da (SEAP, 2020), que oferece orientações sobre especificidades, nomenclaturas e execução de tarefas. O manual aborda o desenvolvimento de orçamentos sintéticos e analíticos com exemplos práticos, além de fornecer diretrizes gerais para projetos. Organizado por disciplinas, inclui anexos ilustrativos que explicam ensaios SPT e procedimentos de estaqueamento para fundações profundas.

### **2.2. Orçamento e orçamentação**

Segundo Mattos (2019b), o orçamento é um instrumento essencial para determinar o preço de venda, exigindo atenção, habilidade e técnica ao longo de um processo de orçamentação. Esse processo inclui a apuração e refinamento dos itens que compõem o custo total do empreendimento. A eficiência na orçamentação segue práticas fundamentais, como a visita ao local da obra e a coleta de projetos e documentos que servem de base para a estimativa de insumos e composição de serviços referido como custos diretos. Após essa etapa, são acrescentados os custos indiretos, que incluem impostos e lucro, integrados pelo BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

#### **2.2.1. Referência de preços pelo sistema federal SINAPI**

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), conforme (BRASIL, 2013), é a principal referência para preços de construção e serviços de engenharia, exceto transporte, sendo obrigatório em obras federais desde a promulgação da Lei 14.133/2021, que rege as licitações. O banco de dados do SINAPI é atualizado por meio de um convênio entre a Caixa Econômica Federal (CAIXA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Segundo a Caixa (2024), os relatórios de referência são disponibilizados gratuitamente por estado e mês, incluindo catálogos e livros com conceitos e metodologia de aplicação. Os custos diretos podem ser consultados em composições de serviços e insumos, enquanto o BDI deve ser calculado separadamente para compor o preço de venda (PV) ou orçamento. Nos relatórios, é possível identificar a origem dos preços dos insumos por localidade: "C" indica preços coletados pelo IBGE no mês de referência; "CR", preços calculados com coeficientes de representatividade; e "AS", preços atribuídos com base nos valores de São Paulo, usados quando há insuficiência de dados em outras regiões.

#### **2.2.2. Referência de preços pelo sistema estadual EMOP**

A Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro (EMOP) disponibiliza Boletins e Catálogos regionais como referência de preços, servindo de base orçamentária

para obras municipais e estaduais no Rio de Janeiro, conforme (RIO DE JANEIRO, 1975). Diferentemente da SINAPI, a EMOP já define o percentual do BDI com base no custo direto, considerando fatores como custo da obra, desoneração fiscal e tipo de construção. Obras estaduais, incluindo as de geotecnia, devem obrigatoriamente seguir este referencial.

### **2.3. Gerência do escopo por meio do guia PMBOK (PMI)**

A gestão do escopo, conforme o PMBOK (PMI, 2017), envolve o planejamento, definição, validação e controle do escopo ao longo do ciclo de vida do projeto, garantindo o cumprimento dos requisitos e o gerenciamento de mudanças. A coleta de requisitos identifica as necessidades das partes interessadas, e a definição do escopo detalha o projeto. A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) organiza as entregas hierarquicamente, dividindo o trabalho em partes menores, facilitando o controle estabelecendo responsabilidades e prazos, o que melhora a organização e o monitoramento do progresso.

### **2.4. Os métodos PERT e CPM como indicadores de tempo de atividades**

Alcântara (2012), afirma que o método PERT utiliza três estimativas para formar redes: otimista, que assume que tudo ocorrerá conforme planejado; pessimista, que prevê o oposto do planejado; e mais provável, que considera que parte das atividades seguirá o planejamento. A fórmula para se calcular o PERT pode ser dada:  $PERT = (Pessimista + 4 \times \text{mais provável} + \text{Otimista}) / 6$ . Contudo, é necessário considerar o desvio padrão, que equivale a  $1/6$  da variação do tempo, conforme a fórmula:  $\text{Desvio-padrão} = (Pessimista - \text{Otimista}) / 6$ .

Para evitar ociosidades entre as atividades pode-se recorrer ao método do caminho crítico ou CPM que fica bem associado ao PERT. Uma tarefa é considerada crítica quando o tempo mais cedo de sua execução coincide com o tempo mais tarde permitido, sem impactar a data final do projeto. O caminho crítico, por sua vez, é composto pelas atividades que precisam ser concluídas nos prazos planejados para que o projeto seja finalizado dentro do prazo estipulado. Caso o prazo final seja excedido, isso ocorre devido ao atraso em pelo menos uma dessas atividades.

---

## **3. Estudo de caso**

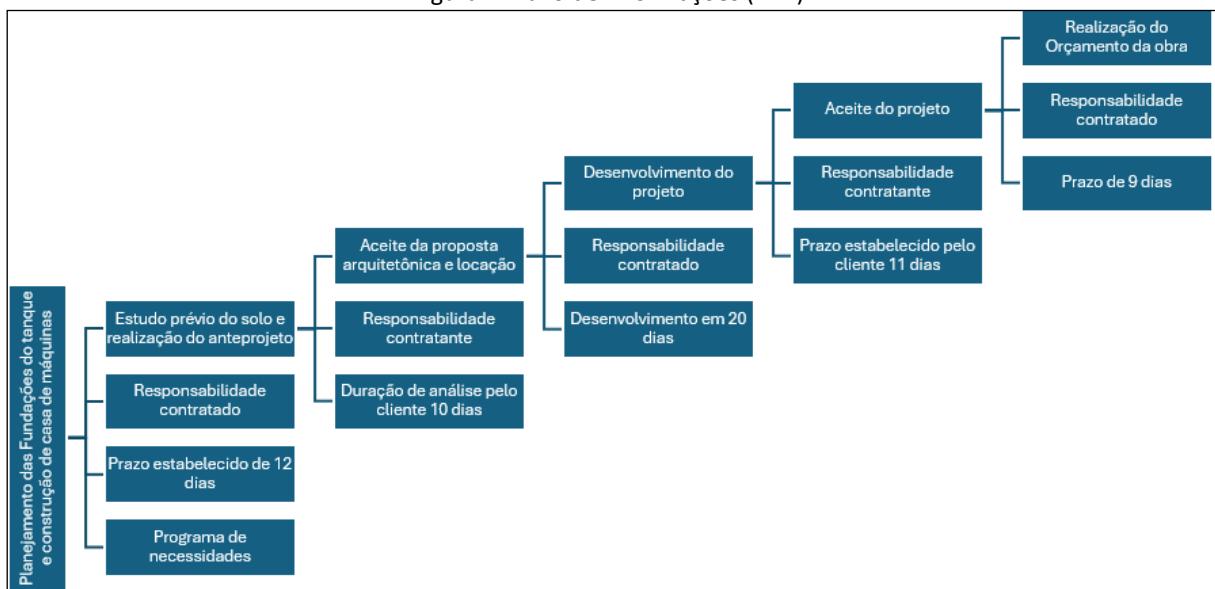
### **3.1. Gerência de projetos com ferramentas eficientes.**

Uma empresa do ramo de desenvolvimento de projetos de estrutura e construção foi contratada para desenvolver um projeto de fundações capaz de suportar um reservatório cilíndrico de aço com capacidade para armazenar 850 m<sup>3</sup> de água, destinada à extinção de incêndios. Além disso, a empresa projetaria uma casa de máquinas para abrigar bombas de grande capacidade de vazão. O cliente, localizado no município de Duque de Caxias, no Rio de Janeiro, possui estoques de materiais combustíveis.

A proposta foi elaborada com foco em desenvolver uma solução arquitetônica, contendo as locações predefinidas com base nas demandas do cliente e nas possibilidades apresentadas por um projeto de incêndio existente. Após a aceitação da proposta pelo cliente, reuniões presenciais no local permitiram iniciar o planejamento. Uma das premissas fundamentais foi a realização de um laudo de sondagem por uma empresa especializada em

geotecnia. Em seguida, foi desenvolvido um programa de necessidades e elaborado um anteprojeto para aprovação do cliente, etapa que levou 15 dias. Ver Figura 1.

Figura 1: fluxo de informações (EAP)



Fonte: os Autores

Após mais duas reuniões, o cliente aprovou o anteprojeto, processo que durou 10 dias. O reservatório foi projetado para ser fabricado no local, utilizando peças metálicas montadas e soldadas por uma empresa especializada. Todas as dúvidas relacionadas à instalação do tanque foram elucidadas por troca de e-mails e telefone. De acordo com o projeto de incêndio, o tanque possui diâmetro de 10,20 metros e altura de 10 metros, instalado em um terreno plano. Este processo levou 20 dias.

### 3.2. Os estudos geotécnicos por meio da sondagem e SPT

O relatório de sondagem indicou a execução de perfurações totalizando 31,5 metros, distribuídas em três pontos previamente definidos pelos projetistas. O trabalho foi acompanhado por um técnico em edificações da empresa contratante. O lençol freático foi identificado a uma profundidade de (-2,5) metros, em relação a referência de nível (0,0) do terreno plano, localizado em uma camada de argila siltosa de consistência média a rija, que se estende até a cota de (-7,6) metros. Nesta camada, o índice de resistência à penetração (SPT) apresentou uma média de 10 golpes.

Abaixo da camada de argila, verificou-se a presença de areia compacta, com valores de SPT crescentes, atingindo 40 golpes a uma profundidade de (-10,45) metros, ponto no qual a sondagem foi interrompida devido ao limite técnico. Os resultados obtidos foram registrados e atestados por um geólogo e uma engenheira civil, conforme o Laudo de Sondagem.

### 3.3. A escolha dos tipos de fundações

Diante da estratigrafia do solo local, foi confirmado que as fundações precisariam ser profundas e envolver técnicas de execução em água. O projeto previu um radier com diâmetro de 11,20 metros e espessura de 0,6 metro, apoiado sobre 27 estacas pré-moldadas

do tipo SCAC, com diâmetro de 50 cm, cravadas até a cota de (-9) metros. O projeto de fundações, fez alusão a NBR-6122 (ABNT, 2022), e recomendou a realização de mais um furo exploratório durante a execução e a consulta prévia ao projetista em caso de alterações imprevistas, conforme as notas do projeto.

Para a casa de máquinas, foi adotado um projeto estrutural em concreto armado, com paredes em alvenaria de vedação, apoiadas sobre sapatas na cota de (-1,5) metros. Ao término do projeto de um cômodo de 22m<sup>2</sup>, “no osso”, o material foi enviado ao cliente, que teve 9 dias para apresentar considerações. No desfecho, o cliente solicitou maiores detalhes sobre a locação e após análise pelos projetistas, o projeto foi revisado, com modificações de mínima relevância, em um prazo de 3 dias.

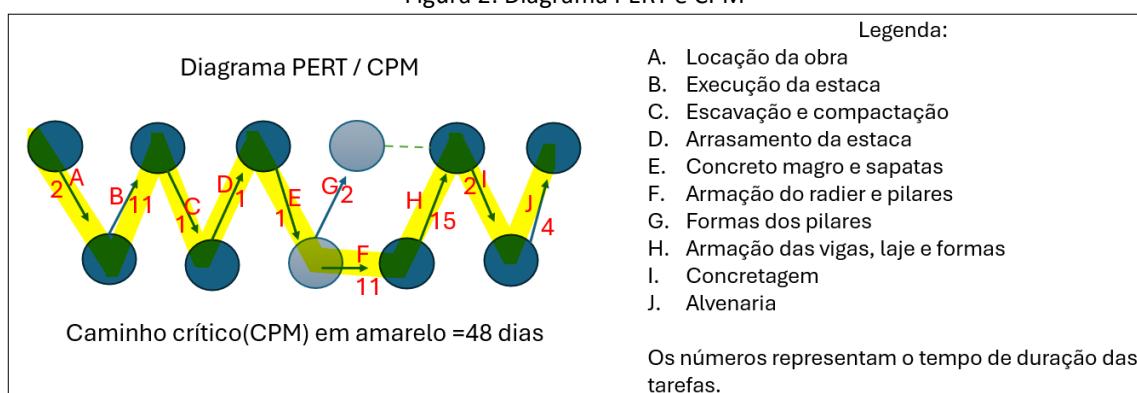
A aplicação das boas práticas de gerenciamento, seguindo as diretrizes do PMBOK (PMI, 2017), permitiu o processo de orçamentação por meio do projeto. Além disso, o controle de prazos e do gerenciamento de mudanças com validação de cada etapa pelo cliente fomentou a confiança e creditou a empresa responsável pelos projetos. Com todas as etapas do projeto concluídas, a fase posterior foi montar a proposta para a execução da obra.

### 3.2. Composição de serviços e insumos para orçamentação

Em função do projeto foi montado uma tabela com base no catálogo da EMOP (2024) do mês de novembro de 2024, para orçamentação e definição dos itens de maior relevância fundamentado pelo conceito da curva ABC com maior impacto no orçamento. Os itens foram classificados do maior para o menor em ordem decrescente, na tabela, e divididos em: “A”, preços acumulados iguais ou menores do que 50% do custo direto; “B”, preços acumulados entre 50,1% e 80% do acumulado; e “C” preços entre 80,1% até 100% do acumulado. Essa classificação está representada na Figura 3 e no Gráfico 1.

Com base nos itens escolhidos, no dimensionamento da equipe e nos coeficientes de produtividade dos profissionais, descrito nas tabelas analíticas do SINAPI (2024), mês de novembro, não desonerada, foi considerado que a atividade mais durável seria enquadrada na condição de mais provável. As atividades pessimistas e otimistas foram determinadas com base em uma pesquisa de mercado, extração de dados históricos de obras realizadas e lições aprendidas. Dessa forma, por meio de um gráfico PERT e do desenvolvimento do caminho crítico (método CPM), foi estipulada a duração total da obra, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Diagrama PERT e CPM



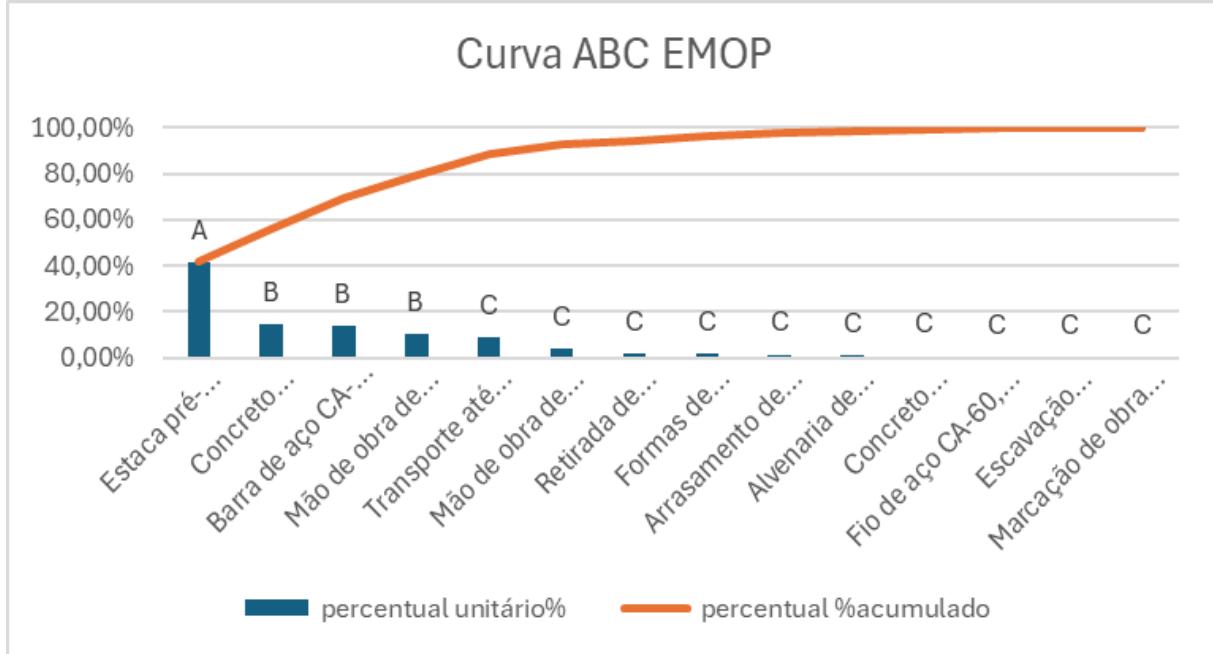
Fonte: os autores.

Figura 3: Orçamento EMOP mês de novembro de 2024, sem desoneração.

| Banco         | Código        | Descrição  | unid.          | Quant. | Preço (R\$)                   | Preço(R\$) total | Percentual unit | R\$ acum       | Percentual %a | classe      |
|---------------|---------------|--|----------------|--------|-------------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------------|-------------|
| EMOP          | 10.004.0184-0 | Estaca pré-moldada de concreto                   | m              | 261    | R\$ 538,94                    | R\$ 140.663,34   | 41,56%          | R\$ 140.663,34 | 41,56%        | A           |
| EMOP          | 11.048.0030-1 | Concreto importado de usínas                     | m <sup>3</sup> | 76     | R\$ 637,08                    | R\$ 48.418,08    | 14,31%          | R\$ 189.081,42 | 55,87%        | B           |
| EMOP          | 11.009.0070-1 | Barra de aço CA-50, com s                        | kg             | 3382   | R\$ 13,76                     | R\$ 46.536,32    | 13,75%          | R\$ 235.617,74 | 69,62%        | B           |
| EMOP          | 05.105.0130-0 | Mão de obra de engenheiros                       | mês            | 1,6    | R\$ 21.211,52                 | R\$ 33.938,43    | 10,03%          | R\$ 269.556,17 | 79,64%        | B           |
| EMOP          | 04.025.0205-0 | Transporte até 25km, mon                         | un             | 1      | R\$ 30.369,81                 | R\$ 30.369,81    | 8,97%           | R\$ 299.925,98 | 88,62%        | C           |
| EMOP          | 05.105.0127-0 | Mão de obra de encarregado                       | mês            | 1,6    | R\$ 8.180,48                  | R\$ 13.088,77    | 3,87%           | R\$ 313.014,75 | 92,48%        | C           |
| EMOP          | 04.014.0095-0 | Retirada de entulho de obra                      | un             | 19     | R\$ 332,47                    | R\$ 6.316,93     | 1,87%           | R\$ 319.331,68 | 94,35%        | C           |
| EMOP          | 11.004.0020-1 | Formas de madeira de 3,5m                        | m <sup>2</sup> | 80     | R\$ 76,81                     | R\$ 6.144,80     | 1,82%           | R\$ 325.476,48 | 96,17%        | C           |
| EMOP          | 10.012.0001-0 | Transporte para carga de trabalho                | UN             | 27     | R\$ 172,54                    | R\$ 4.658,58     | 1,38%           | R\$ 330.135,06 | 97,54%        | C           |
| EMOP          | 12.005.0010-0 | Alvenaria de blocos de concreto                  | m <sup>2</sup> | 45     | R\$ 68,83                     | R\$ 3.097,35     | 0,92%           | R\$ 333.232,41 | 98,46%        | C           |
| EMOP          | 11.048.0015-1 | Concreto importado de usínas                     | m <sup>3</sup> | 4      | R\$ 592,08                    | R\$ 2.368,32     | 0,70%           | R\$ 335.600,73 | 99,16%        | C           |
| EMOP          | 11.009.0060-1 | Fio de aço CA-60, redondo                        | kg             | 120    | R\$ 13,71                     | R\$ 1.645,20     | 0,49%           | R\$ 337.245,93 | 99,64%        | C           |
| EMOP          | 03.026.0010-0 | Escavação mecânica, em rochas                    | m <sup>3</sup> | 95     | R\$ 8,48                      | R\$ 805,60       | 0,24%           | R\$ 338.051,53 | 99,88%        | C           |
| EMOP          | 01.018.0001-0 | Transporte para obra geográfica, considerada a p | M <sup>2</sup> | 103    | R\$ 3,91                      | R\$ 402,73       | 0,12%           | R\$ 338.454,26 | 100,00%       | C           |
| custo parcial |               |  |                |        |                               | R\$ 338.454,26   | 100%            |                |               | A 50%       |
| BDI EMOP      |               |  |                |        | 22% aplicação direta tabelada | R\$ 74.459,94    | 22%             | legenda        |               | B 50 a 80%  |
| total geral   |               |  |                |        |                               | R\$ 412.914,20   | 122%            |                |               | C 80 a 100% |

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Gráfico 1: Curva ABC EMOP mês de novembro de 2024, sem desoneração.



Fonte: Elaborado pelos autores

Foi elaborada uma nova tabela para comparar os resultados, contendo um orçamento revisado com base nos relatórios do SINAPI (2024) de novembro, versão não desonerada, e da tabela SICRO (2024) de outubro. Devido à inclusão de itens relacionados ao transporte, especificamente os itens 5914640 e 5915321, não foi possível utilizar integralmente os dados do SINAPI. A aplicação do BDI foi realizada seguindo as diretrizes estabelecidas pelo Acórdão 2622 (TCU, 2013), conforme demonstrado nas Figuras 4 e 5.

Figura 4: Orçamento SINAPI mês de novembro e SICRO mês de outubro, não desonerada.

| Banco       | Código  | Descrição   | unid.          | Quant. | Preço .(R\$)  | Preço(R\$) total      | %       | R\$ acumu.     | %acum.  | CLASSE    |
|-------------|---------|---|----------------|--------|---------------|-----------------------|---------|----------------|---------|-----------|
| SINAPI      | 100658  | ESTACA PRÉ-MOLDADA DE   | m              | 270    | R\$ 351,00    | R\$ 94.770,00         | 34,61%  | R\$ 94.770,00  | 34,61%  | A         |
| SINAPI      | 92760   | ARMAÇÃO DE PILAR C  | KG             | 3382   | R\$ 15,16     | R\$ 51.271,12         | 18,72%  | R\$ 146.041,12 | 53,33%  | B         |
| SINAPI      | 97096   | CONCRETAGEM DE RAD  | M <sup>3</sup> | 76     | R\$ 571,71    | R\$ 43.449,96         | 15,87%  | R\$ 189.491,08 | 69,20%  | B         |
| SINAPI      | 93565   | ENGENHEIRO CIVIL D  | MÊS            | 1,6    | R\$ 23.477,35 | R\$ 37.563,76         | 13,72%  | R\$ 227.054,84 | 82,92%  | C         |
| SINAPI      | 93572   | ENCARREGADO GERAL   | MÊS            | 1,6    | R\$ 8.838,65  | R\$ 14.141,84         | 5,16%   | R\$ 241.196,68 | 88,08%  | C         |
| SINAPI      | 97086   | FABRICAÇÃO, MONTAG  | M <sup>2</sup> | 80     | R\$ 171,96    | R\$ 13.756,80         | 5,02%   | R\$ 254.953,48 | 93,10%  | C         |
| SINAPI      | 99059   | LOCAÇÃO CONVENCION  | M              | 56     | R\$ 80,72     | R\$ 4.520,32          | 1,65%   | R\$ 259.473,80 | 94,76%  | C         |
| SICRO       | 5914640 | Transporte com cavalo me  | TKm            | 8000   | R\$ 0,56      | R\$ 4.480,00          | 1,64%   | R\$ 263.953,80 | 96,39%  | C         |
| SINAPI      | 103317  | ALVENARIA DE VEDAÇ  | M <sup>2</sup> | 45     | R\$ 83,84     | R\$ 3.772,80          | 1,38%   | R\$ 267.726,60 | 97,77%  | C         |
| SINAPI      | 92759   | ARMAÇÃO DE PILAR C  | KG             | 120    | R\$ 16,55     | R\$ 1.986,00          | 0,73%   | R\$ 269.712,60 | 98,49%  | C         |
| SINAPI      | 94962   | CONCRETO MAGRO PAR  | M <sup>3</sup> | 4      | R\$ 398,77    | R\$ 1.595,08          | 0,58%   | R\$ 271.307,68 | 99,08%  | C         |
| SINAPI      | 95602   | ARRASAMENTO MECANI  | UN             | 27     | R\$ 40,89     | R\$ 1.104,03          | 0,40%   | R\$ 272.411,71 | 99,48%  | C         |
| SICRO       | 5915321 | Transporte com cam  | TKm            | 1400   | R\$ 0,64      | R\$ 896,00            | 0,33%   | R\$ 273.307,71 | 99,81%  | C         |
| SINAPI      | 101114  | ESCAVAÇÃO HORIZONT  | M <sup>3</sup> | 95     | R\$ 5,55      | R\$ 527,25            | 0,19%   | R\$ 273.834,96 | 100,00% | C         |
| soma total  |         | $BDI = \left[ \frac{(1+(AC+S+R+G))(1+DF)(1+L)}{(1-I)} - 1 \right] \times 100$ |                |        |               | R\$ 273.834,96        | 100,00% | legenda        | A       | 50%       |
| BDI= 23,54% |         |   |                |        |               | R\$ 64.460,75         | 23,54%  |                | B       | 50 a 80%  |
|             |         |   |                |        |               | <b>R\$ 338.295,71</b> | 123,54% |                | C       | 80 a 100% |

Fonte: os autores

Figura 5: cálculo do BDI com base no acordão 2622 (TCU,2013), quartil médio.

| DETALHAMENTO DO BDI ( DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS)                  | %            |
|--|--------------|
| Administração central (escritório, deslocamentos, outros) (AC) | 4,00         |
| Impostos e taxas (PIS, COFINS, ISS, CPRB) (I)                  | 6,65         |
| Taxa de risco (seguro, risco, garantia) (SRG)                  | 2,07         |
| Despesa financeira DF)   | 1,23         |
| Lucro(L)   | 7,40         |
| <b>BDI calculado</b>   | <b>23,54</b> |

Fonte: os autores

Foi feita uma consulta às empresas prestadoras de serviços de estaqueamento a fim de confrontar os resultados obtidos e compará-los as tabelas produzidas, conforme a Figura 6.

Figura 6: Pesquisa de mercado dos itens de estaqueamento subcontratado

| Item  | Descrição                            | Unidade | Quantidade | R\$ Unit. | R\$ total         |
|---|--------------------------------------|---------|------------|-----------|-------------------|
| 01  | Cravação de estacas pré-moldadas     | Metro   | 270        | 85,00     | 22.950,00         |
| 02  | Emenda das estacas                   | Peça    | 27         | 100,00    | 2.700,00          |
| 03  | Mobilização e desmobilização do bate | Unidade | 01         | 9.000,00  | 9.000,00          |
| 04  | Locação do caminhão Munck            | DIA     | 01         | 1.600,00  | 1.600,00          |
| 05  | Estacas pré-fabricadas de concreto   | Metro   | 270        | 344,00    | 92.880,00         |
| 06  | Transporte de carreta                | Unidade | 4          | 1.600,00  | 6.400,00          |
| Soma total do orçamento somente das estacas |                                      |         |            |           | <b>135.530,00</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

Com base na análise da curva ABC, o fornecimento com cravação de estacas pré-moldadas destacou-se como o item mais relevante, representando 34% do custo direto na tabela SINAPI e 41% na tabela EMOP. Observou-se que os preços unitários do SINAPI apresentaram maior discrepância em relação à pesquisa de mercado, enquanto os preços da EMOP mostraram maior proximidade. É importante ressaltar que a pesquisa de mercado considerou a mobilização no pacote analisado.

Conforme as recomendações do Tribunal de Contas da União, Acórdão 2622 (TCU, 2013), itens de grande impacto devem ser analisados detalhadamente para verificar se envolvem apenas o fornecimento de materiais. Nesse sentido, uma análise minuciosa do item 100658 do SINAPI, visto em primeiro lugar na curva ABC, que trata da execução e fornecimento de estacas, revelou que 90,49% do custo do item refere-se ao mero fornecimento da estaca, enquanto 2,29% correspondem ao aluguel de equipamentos e 7,22% às despesas com mão de obra.

Diante desse cenário, foi elaborado um BDI específico denominado de “diferenciado”, acompanhado de uma justificativa técnica fundamentada no referido Acórdão, com o objetivo de garantir o lucro da obra e mitigar riscos de prejuízo. Considerando que os serviços de mão de obra para execução representaram apenas 7,22% do total do item 100658 do SINAPI, o ISS foi desconsiderado, pois se refere a serviços de execução, conforme demonstrado na Figura 7.

Figura 7: BDI diferenciado para o item de fornecimento de estaca

| BDI DIFERENCIADO PARA MERO FORNECIMENTO DE ESTACA              |              |
|--|--------------|
| Baseado no Acórdão 2622/2013 (TCU) – Quartil Médio             |              |
| Descrição dos serviços   | %            |
| Administração central (escritório, deslocamentos, outros) (AC) | 3,45         |
| Impostos e Taxas (PIS, COFINS, ISS, CPRB) (I)                  | 3,65         |
| Taxa de risco (seguro, risco, garantia) (SRG)                  | 1,33         |
| Despesa Finaceira (DF)   | 0,85         |
| Lucro(L)   | 5,11         |
| BDI diferenciado (fórmula do TCU)                              | <b>15,28</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

Portanto, considerando a disparidade entre os valores das tabelas e o custo real de execução das estacas, identificado na pesquisa de mercado, concluiu-se que o valor final de venda deveria ser definido como um ponto intermediário entre as duas referências. Assim, ficou estabelecido que o preço dos serviços e insumos seria calculado pela média das duas tabelas, excluindo o item referente ao fornecimento das estacas e a aplicação do BDI calculado de 23,54% praticado na tabela SINAPI.

Para o fornecimento das estacas, que seria tratado separadamente, o valor seria determinado pela média dos itens específicos das estacas das tabelas SINAPI/CICRO e EMOP, com a aplicação de um BDI diferenciado, calculado conforme o orçamento final ou preço de venda, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8: preço de venda final

| ORÇAMENTO FINAL (PREÇO DE VENDA)  |                       |
|---|-----------------------|
| Média das duas tabelas SINAPI/SICRO e EMOP sem o fornecimento da estaca | R\$ 188.427,94        |
| Média dos itens de fornecimento de estaca tabela SINAPI/SICRO e EMOP    | R\$ 117.716,67        |
| BDI calculado do SINAPI sobre a média das tabelas (sem estaca)          | R\$ 36.033,22         |
| BDI diferenciado incidido sobre fornecimento da estaca                  | R\$ 17.897,11         |
| <b>Soma total e preço de venda</b>                                      | <b>R\$ 360.164,94</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### **4. Considerações finais**

O estudo apresentado evidencia a importância de uma visão sistemática fundamentada na definição do escopo base de um empreendimento. A utilização da EAP permitiu organizar de forma clara e objetiva as etapas necessárias ao desenvolvimento do projeto, desde o levantamento inicial de necessidades até a entrega final, promovendo maior controle e eficiência em todas as fases garantindo alinhamento entre expectativas e entregas.

No caso específico abordado, o planejamento detalhado, alinhado às premissas técnicas e aos requisitos do cliente, foi essencial para o sucesso do projeto. A integração entre disciplinas, como a engenharia geotécnica, estrutural e de gestão de projetos, resultou em soluções técnicas compatíveis com as demandas do cliente. O uso de práticas baseadas no PMBOK (PMI, 2017) destacou-se como um diferencial, proporcionando gestão eficaz de prazos, custos e mudanças, além de assegurar a validação de cada etapa e fomentar a confiança no processo.

Destaca-se ainda o papel da comunicação contínua entre as partes interessadas, que foi crucial para solucionar dúvidas e implementar ajustes de forma ágil e eficiente. A escolha de empresa especializada e séria do ramo de investigações geotécnicas com quadro de profissionais gabaritados, e consultas a normas técnicas, garantiu a segurança e a viabilidade do projeto.

A partir das etapas concluídas e da validação obtida, o cliente demonstrou confiança no trabalho desenvolvido, solicitando proposta visando continuidade da parceria para a execução da obra, evidenciando o impacto positivo de um escopo bem planejado e gerido. O presente estudo analisou a composição de serviços e insumos para orçamentação com base nas tabelas EMOP, SINAPI e SICRO, considerando também uma pesquisa de mercado para validar os dados obtidos.

A diferença no preço de venda entre as tabelas SINAPI/SICRO e EMOP, calculada exclusivamente pelo método tradicional de aplicação do BDI, foi de aproximadamente R\$ 74.618,49, correspondendo a um significativo percentual de 18%. Esse valor motivou uma análise mais detalhada dos itens de maior relevância. A utilização do conceito da curva ABC permitiu identificar os componentes com maior impacto no orçamento, destacando-se o fornecimento das estacas pré-moldadas, que representaram cerca de 41% do custo direto na tabela EMOP, enquanto na tabela SINAPI, o percentual foi de 34%.

Os resultados evidenciam a importância de uma análise criteriosa dos insumos com maior relevância no orçamento, bem como a aplicação de BDIs diferenciados em casos específicos, conforme as orientações do Acordão 2622/2013 (TCU, 2013). A utilização de um BDI ajustado para itens de mero fornecimento de materiais, como as estacas, contribuiu para aumentar a competitividade na concorrência de mercado, minimizando riscos e preservando a margem de lucro.

O estudo também demonstrou que o preço de venda final pode ser otimizado pela combinação das tabelas EMOP e SINAPI/SICRO, aliada à aplicação de BDIs apropriados para diferentes categorias de itens. Essa abordagem resultou em um preço de venda final competitivo de R\$ 360.164,94, atendendo às exigências de equilíbrio financeiro e viabilidade técnica para execução da obra.

Por fim, destaca-se a relevância de realizar consultas de mercado para validar as tabelas de referência, garantindo maior precisão nos orçamentos e conformidade com as práticas do setor. Essa metodologia oferece uma base sólida para futuras estimativas e pode ser ampliada para outros tipos de projetos de infraestrutura e construção civil.

## Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro. 2022, 108p.
- ALCÂNTARA, Karine Gomes Bezerra de. **Uso de técnicas de planejamento em gestão de projetos**. 07/2012. (Dissertação de mestrado). Goiânia: PUC Goiás/MEPROS, 2012. 141p.
- ALONSO, Urbano Rodrigues. **Previsão e controle das fundações**: uma introdução ao controle de qualidade em fundações. 3<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2019.
- BRASIL. **Decreto nº 7.893, de 8 de abril de 2013**. Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 de abril de 2013. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2013/decreto/d7983.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2013/decreto/d7983.htm). Acesso em 10/11/2024.
- BURLAND, J. B.; JAMIOLKOWSKI M. B.; VIGGIANI C. 2009. **Torre Inclinada de Pisa: Comportamento após Operações de Estabilização**. International Journal of Geoengineering Case histories. Disponível em: <http://casehistories.geoengineer.org>. Vol.1, Issue 3, p.156-169. Acesso em: 20/12/2024.
- CAIXA. Caixa Econômica Federal, 2024. **SINAPI: Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Caixa Econômica Federal. 10<sup>a</sup> Ed. – Brasília. 137 p. Disponível em: [https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-manual-de-metodologias-e-conceitos/Livro\\_SINAPI\\_Metodologias\\_Conceitos.pdf](https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-manual-de-metodologias-e-conceitos/Livro_SINAPI_Metodologias_Conceitos.pdf). acesso em 03/01/2025.
- CAIXA. Caixa Econômica Federal, 2024. **SINAPI: Relatórios Mensais de Preços/Custos: SINAPI\_ref\_Insumos\_Composicoes\_RJ\_202411\_NaoDesonerado. Relatório de Insumos e Composições - NOV/2024 - SEM DESONERAÇÃO**. Caixa Econômica Federal. Publicado em 13 de dezembro de 2024. 4146 p. Disponível em: [https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_656](https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_656). acesso em 03/01/2025.
- CANDIDO, R.; GNOATTO, A. A.; CALDANA, C. G.; SETTI, D.; SPANHOL, F. A.; SCHÜTZ, F.; CARVALHO, H. A.; OLIVEIRA, J.; KACHBA, Y. R. **Gerenciamento de projetos**. Curitiba: Aymará Educação, 2012. 120 p.
- CINTRA, José Carlos A.; AOKI, Nelson. **Fundações por estacas: projeto geotécnico**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- DIAS, Marianna Silva. **Análise do comportamento de edifícios apoiados em fundação direta no bairro da Ponta da Praia na cidade de Santos**. 18/05/2010.145p. (Dissertação Mestrado) USP. São Paulo. 2010.

EMOP-RJ. Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro, 2024. **EMOP: Sistema EMOP de custos Unitários.** Catálogo de referência. 13<sup>a</sup> Ed. Rio de Janeiro. 440p. Disponível em: [https://www.emop.rj.gov.br/autenticacao\\_catalogo.asp](https://www.emop.rj.gov.br/autenticacao_catalogo.asp). Acesso em: 16/12/2024

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras.** 2<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019a.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras.** 3<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019b.

PMI. Project Management Institute. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos:** Guia PMBOK. 6<sup>a</sup> Ed. EUA: 2017.

RIO DE JANEIRO. **Decreto-Lei nº 39 de 24 de março 1975.** Dispõe sobre entidades da administração estadual indireta e fundação, no âmbito da secretaria de estado de obras e serviços públicos, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 24 de março de 1975. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/decest.nsf/0/71c72e8e68f815e703256b2e006388da>. Acesso em: 16/11/2024.

SEAP. Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. 2020. **Manual obras públicas projeto.** Governo Federal. Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/acesso-a-informacao/manuais/manual-obras-publicas-edificacoes-praticas-da-seap-manuais>. Acesso em: 13/12/2024.

SICRO. Sistema de custos referenciais de obras. 2024. **SICRO: Composição de custos.** Rio de Janeiro. Outubro de 2024. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Governo Federal. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro>. Acesso em 27/12/2024.

SILVA, Emerson Romão da; DANZIGER, Bernadete Ragoni; PACHECO, Marcus Peigas. 2020. **Comparação entre critérios de controle de estacas cravadas.** Impactum Journals, nº 149, Rio de Janeiro. <https://doi.org/10.24849/i.geot.2020.149.01> Disponível em: <https://impactum-journals.uc.pt/geotecnica/article/view/9910>. Acesso em: 13/01/2025.

TCU. Tribunal de Contas da União. 2013. **ACÓRDÃO 2622/2013.** Adoção de valores referenciais de taxas de benefício e despesas indiretas - BDI para diferentes tipos de obras e serviços de engenharia e para itens específicos para a aquisição de produtos. 3p. Disponível em: [https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/\\*/numacordao%253a2622%2520anoacordao%253a2013%2520colegiado%253a%2522plen%25c3%25a1rio%2522/dtrelevancia%2520desc%252c%2520numacordao/nt%2520desc/0](https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/*/numacordao%253a2622%2520anoacordao%253a2013%2520colegiado%253a%2522plen%25c3%25a1rio%2522/dtrelevancia%2520desc%252c%2520numacordao/nt%2520desc/0). Acesso em 13/11/2024.