



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Gleydson Rodrigues Pinheiro

ESTUDO DO DIMENSIONAMENTO DE EQUIPE DE TRABALHO DA ETAPA DE
FUNDAÇÃO DE UMA OBRA COMERCIAL NA CIDADE DE PALMAS TOCANTINS
COM CRITÉRIOS DO SINAPI.

Palmas – TO

2016/2

Gleydson Rodrigues Pinheiro

ESTUDO DO DIMENSIONAMENTO DE EQUIPE DE TRABALHO DA ETAPA DE
FUNDAÇÃO DE UMA OBRA COMERCIAL NA CIDADE DE PALMAS TOCANTINS
COM CRITÉRIOS DO SINAPI.

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Prof.^o Especialista Valcyr Crisóstomo Silva.

Palmas – TO

2016/2

Gleydson Rodrigues Pinheiro

ESTUDO DO DIMENSIONAMENTO DE EQUIPE DE TRABALHO DA ETAPA DE
FUNDAÇÃO DE UMA OBRA COMERCIAL NA CIDADE DE PALMAS TOCANTINS
COM CRITÉRIOS DO SINAPI.

Projeto apresentado como requisito parcial
da disciplina de Trabalho de Conclusão de
Curso II (TCC) do curso de Engenharia
Civil, orientado pelo Prof.º Especialista
Valcyr Crisóstomo Silva.

Aprovada em ____ / ____ de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Especialista Valcyr Crisóstomo Silva
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Especialista Daniel Iglesias de Carvalho
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. MSc. Fabrício Bassani dos Santos
Centro Universitário Luterano de Palmas

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e pela vida me proporcionar a oportunidade de cursar nessa faculdade. Agradeço ao meu orientador, Prof. Especialista Valcyr Crisóstomo Silva, pelo empenho e dedicação nos momentos necessários para a produção dessa pesquisa, principalmente nas proximidades da entrega deste, e para finalizar toda minha família e amigos que em todos os momentos me deram forças para não desistir e poder superar os momentos difíceis do curso de engenharia civil e incentivaram-me a me dedicar também a este último trabalho.

RESUMO

São poucas as empresas que já despertaram para a importância da elaboração de planejamento para os seus empreendimentos e que se utilizam do planejamento como sua principal ferramenta de trabalho.

Neste trabalho o desafio consiste em aplicar o planejamento de equipe de trabalho em uma empresa de Palmas-TO, onde a construtora não faz o planejamento no dia a dia, ou seja; não elabora suas composições de custo unitário para estipular seus prazos de execução e quantidade de pessoal, na maioria das vezes o construtor se baseia na experiência de seu mestre de obras.

Foi apresentado um estudo do caso ao gestor da construtora com o interesse acadêmico para uma experiência da aplicação da teoria na prática, ou seja: fazer um comparativo da equipe real de trabalho em uma etapa da obra com a equipe de trabalho calculada com critérios do SINAPI-TO, com análise das composições de custo unitário com seus indicadores de consumo, essas tabelas apresentam índices de consumo generalizados, embasados na realidade da construção civil das regiões Sul e Sudeste do país, não contemplando, dessa forma, as práticas construtivas, disponibilidades de materiais e produtividade de mão-de-obra de outras regiões. Diante disso foi pensado nesse estudo de caso, para avaliar variações de mão de obra real e calculada no canteiro de obra. Este estudo de pesquisa apresenta parte dos resultados relativos à análise entre os indicadores de consumo do livro SINAPI-TO, e a efetiva mão-de-obra no canteiro de obra da empresa.

Ao final da pesquisa chegamos à conclusão que a equipe real é satisfatória quando se comparada aos métodos de cálculo para dimensionamento do SINAPI, pois em quase todos os serviços da etapa a mão-de-obra real e SINAPI foram praticamente iguais, ficando somente o serviço de armação o real executado com menos 06 (seis) dias a menos devido ao construtor ter terceirizado o serviço, a pessoa que fez a empreitada trabalhou mais que as oito horas diárias e trabalhou no sábado 23/07/2016.

Palavras-chave: composição de custo unitário, SINAPI, mão-de-obra.

ABSTRACT

Few companies have woken up to the importance of development planning for their projects and that use of planning as the main working tool.

In this work, the challenge is to implement the work of planning team in a Palmas-TO company, in which that construction does not make this planning in their day to day, ie: not prepares its unit cost compositions to stipulate their terms execution and quantity of staff, most of the time the builder is based on the experience of his master works.

A study of the construction manager case with professional and academic interest to an experience of the application of theory in practice was presented, ie: making a comparison of real teamwork in a stage of work with the work team calculated criteria the SINAPI-TO, with analysis of the unit cost of compositions with their consumption indicators, these tables have widespread use rates, based on the reality of the construction of the South and Southeast regions of the country, not contemplating thus the construction practices, materials availability and hand labor productivity in other regions. Thus, it was thought in this case study to evaluate hand variations of real work and calculated in the construction site. This research study presents part of the results of the analysis of the SINAPI TO-book consumption indicators, and the effective labor-work in the construction site of the company.

Keywords: unit cost of composition, SINAPI hand labor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Histórico do Desenvolvimento do SINAPI	20
Figura 2: Representação de rede PERT-CPM	24
Figura 3 - Modelo de cronograma físico-financeiro contendo auto explicação.....	25
Figura 4: Exemplo de composição de Serviço Analítica.....	27
Figura 5: Visão Analítica da Execução de um Serviço	29
Figura 6: Composição de Cobertura em telha cerâmica tipo paulista.	32
Figura 7: Representação da Definição de Produtividade.	33
Figura 8: Gráfico da RUP Diária, Cumulativa e Potencial.	35
Figura 9: Produtividade do Pedreiro (Hh/m ²).....	36
Figura 10: Como fatores atrasam ou agilizar a execução do serviço na obra.	36
Figura 11: Valores de RUP em função da equipe considerada.....	37
Figura 12: Valores de RUP (em Hh/m ²) para diferentes jornadas diárias.....	38
Figura 13: Equipes Envolvidas com os Serviços.....	38
Figura 14. Planta baixa da Edificação.	42
Figura 15. Execução de forma para concretagem das vigas baldrame.....	44
Figura 16. Retirada de Formas.....	45
Figura 17. Vigas Baldrames Impermeabilizadas.	45
Figura 18. Passagem de Tubulação Hidro sanitária.....	46
Figura 19. Aterro e reaterro mecanizado.....	46
Figura 20: Composições Mão de obra Fundação.....	58
Figura 21: Insumos Mão de Obra Fundação.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Planilha de coleta de dados	41
Tabela 2. Tabela de dados in loco Escavação manual de valas.....	47
Tabela 3: Tabela de dados in loco Serviço de Armação	48
Tabela 4. Tabela de dados in loco Apiloamento de Fundo de valas.	48
Tabela 5. Tabela de dados in loco Alvenaria de Embasamento.....	48
Tabela 6. Tabela de dados in loco Lastro de Concreto Magro.....	48
Tabela 7. Tabela de dados in loco Forma para Fundações.	48
Tabela 8. Tabela de dados in loco Concretagem das Sapatas.	49
Tabela 9. Tabela de dados in loco Concretagem das Vigas Baldrame.....	49
Tabela 10. Tabela de dados in loco Impermeabilização das Vigas.....	49
Tabela 11. Tabela de dados in loco Reaterro apilado.....	49
Tabela 12. Tabela de dados in loco Aterro apilado.....	49
Tabela 13. Composição de Custo Unitário Escavação manual do terreno.	50
Tabela 14. Composição de Custo Unitário Armação.....	51
Tabela 15. Composição de Custo Unitário Apiloamento.....	52
Tabela 16. Composição de Custo Unitário Alvenaria Embasamento.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Etapa de Fundação.....	54
Gráfico 2: Comparativo de dias real e calculado.	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Quadro de Duração e Recursos - Calculado.....	54
Quadro 2: Quadro de Duração e Recursos - Calculado.....	55
Quadro 3: Cronograma Integrado com Dias de Calendário.	55
Quadro 4: Cronograma de pessoal de acordo com Dias de Calendário.	56
Quadro 5: Resumo em horas de Mão de obra real.	56
Quadro 6: Resumo em horas de Mão de obra calculado.	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

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

BNH - Banco Nacional da Habitação.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PMI – Project Management Institute.

ISS – Imposto Sobre Serviços De Qualquer Natureza.

COFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social.

PIS – Programa de Integração Social.

CSLL – Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido.

BDI – Bonificação e Despesas Indiretas.

CLT – Consolidação das Leis Trabalhistas.

SICRO – Sistema de Custos Rodoviários.

RUP – Razão Unitária DE Produção.

Hh – Homens hora despendidos.

QS – Quantidade de Serviço Realizado.

CEF – Caixa Econômica Federal.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Problema de Pesquisa	15
1.2	Objetivos	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	15
1.3	Justificativa	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	17
2.2	SINAPI	18
2.3	Planejamento e Gerenciamento	20
2.3.1	Controle	21
2.3.2	Estimativa de custos	22
2.4	PERT/CPM Critical Path Method (Método do Caminho Crítico)	24
2.5	Cronograma Físico-Financeiro	25
2.6	Histograma	26
2.7	Composição de Custos Unitários	26
2.7.1	Criação e Manutenção dos Insumos	27
2.7.2	Composições Unitárias de Serviço	27
2.7.2.1	Aferição	28
2.7.2.2	Cadernos Técnicos	29
2.7.2.3	Classificação	29
2.7.2.4	Codificação	31
2.7.3	Metodologia de Aferição das Composições	33
2.7.3.1	Aspectos Gerais	33
2.7.3.2	Fatores que Influenciam os Coeficientes Aferidos	34
2.7.3.3	Análise de Produtividade de mão de obra	34
2.7.3.4	Diferentes abordagens quanto à equipe de trabalho	37
3	PROCEDIEMTOS METODOLÓGICOS	39
3.1	Metodologia para elaboração do Cronograma	39
3.2	Quantidade de Homens trabalhando	40
3.3	Tratamento dos Dados	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1	Ambiente de Pesquisa	42

4.2	Materiais e equipamentos	43
4.2.1	Matérias de consumo	43
4.2.2	Equipamentos utilizados.....	43
4.3	Caracterização do Serviço de Fundação.....	43
4.4	Equipe Direta.....	47
4.5	Coleta de Dados Para Dimensionamento	47
4.5.1	Jornada de trabalho.....	47
4.5.2	Grupos da Fundação Equipe Real.	47
4.6	Dimensionamento das Equipes.....	50
4.7	Cálculo de dimensionamento de equipe.....	50
4.7.1	Escavação manual de valas	50
4.7.2	Armação de Fundações.	51
4.7.3	Apiloamento de fundo de valas	52
4.7.4	Alvenaria de Embasamento.	52
5	 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS ENCONTRADOS.....	53
6	 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	59
7	 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

Planejar é organizar para executar, incluindo orçamento e programação da obra. No orçamento inclui compreensão de questões econômicas e a programação é diretamente ligada a distribuição das atividades no tempo.

Segundo Soares (1996), orçamento na construção civil representa a descrição minuciosa dos materiais e das operações necessárias para uma obra pela estimativa de preços. Para ser realizado, o orçamentista deve entrar em todos os detalhes possíveis que implicarão em custos durante a execução da obra. Sob esta perspectiva, o orçamento é peça central no gerenciamento da construção civil.

Para a pesquisa em questão, foi realizado um estudo que tem como base avaliar produção de mão-de-obra, e com ela dimensionar equipe de trabalho na etapa de fundação de uma obra comercial da cidade de Palmas – TO. As informações serão obtidas através de estudos bibliográficos, mais especificamente as composições de custo unitário fornecidas pelo SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e por coletas na obra, fazendo assim um comparativo entre equipe real de trabalho contratada e a equipe calculada através do dimensionamento da equipe.

É importante ordenar corretamente as atividades, para que seja possível adquirir, contratar ou alugar os materiais, a mão-de-obra e os equipamentos necessários no momento adequado. Realizar estas atividades depois do momento significa atrasar a obra. Realizar a obra antes do planejamento significa desperdiçar materiais (perdas no armazenamento), pagar mão-de-obra ou equipamentos ociosos ou ainda empregar recursos que geralmente não estão disponíveis ou que poderiam ser melhor aplicados.

Com as quantidades dos serviços levantados dos projetos para a execução do orçamento e com as composições unitárias empregadas na determinação dos custos, pode-se calcular as quantidades parciais e totais de mão-de-obra necessárias para realizar os serviços. Com as adaptações, estes se transformam em atividades, carregando consigo estas informações de consumo de mão-de-obra.

Portanto, a análise e mensuração da equipe de trabalho foi feito com os indicadores do cálculo da duração e da equipe, comparando diretamente com a equipe real. Possibilitando a verificação se o prazo total atingido é compatível com

as necessidades. Revisa-se as durações estipuladas, as folgas consideradas, a sequência determinada entre atividades, a vinculação entre estas.

1.1 Problema de Pesquisa.

Planejar envolve várias etapas que não podem ser descartadas por falta de tempo ou com excesso de confiança na experiência.

A correta precificação dos custos e mão de obra na construção civil constitui um desafio para empreendedores do ramo e orçamentistas sendo a resposta ao questionamento “qual o desafio efetivo que ocorre em uma obra com e sem dimensionamento de frentes de trabalho com base nas composições de custo unitário do SINAPI?”

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Demonstrar através de cálculos matemáticos e estudos bibliográficos o dimensionamento equipes de trabalho de um empreendimento comercial na cidade de Palmas Tocantins, a partir de consumos apropriados relativos às Composições de Custos Unitários.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Descrever o sistema de dimensionamento de mão de obra para execução da fundação tomando base as composições de custo unitário do SINAPI;
- Apresentar composições de custos unitários da planilha orçamentária e a partir dessas dimensionar mão de obra da etapa de fundação;
- Identificar possíveis fatores que impactam no orçamento de uma construção vertical na cidade de Palmas - TO;

1.3 Justificativa

Muitas empresas de construção ainda não se deram conta da importância de compor seus preços de serviços a realizar, talvez por falta de conhecimento de detalhar e compor serviços, razão essa se acentua a necessidade de um estudo de contemplação e aprofundamento das composições de custo.

Com clientes cada vez mais exigentes e cada dia uma novidade no mercado, quem não tiver ferramentas suficientes para entrar na disputa, terá uma grande chance de ficar fora, e uma dessas ferramentas é um orçamento bem planejado, peça muito importante na engrenagem da empresa.

Acompanhando bem próximo as etapas da obra e procurando seguir os cronogramas, pode-se reduzir significativamente custo.

Dando seguimento, essa pesquisa visa como ponto crucial o controle da produtividade e mão de obra através de índices que dão um parâmetro no processo construtivo da etapa de fundação. Com isso é possível identificar possíveis fatores que acarretam no atraso de mão de obra, evitando prejuízos financeiros para as empresas e atraso na entrega da obra.

Analisando o que está sendo proposto na pesquisa em questão, o estudo tem relevância acadêmica e empresarial partindo do pressuposto que empresas analisem a produtividade para se tornarem mais competitivas e cumprir prazos na entrega.

Portanto, uma obra com um planejamento bem elaborado e um controle de produtividade bem definido pode proporcionar para as empresas grandes melhorias em seus níveis de produtividade. E com isso uma otimização dos recursos empregados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO.

2.1 ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Este tópico objetiva apresentar alguns conceitos que possam vir a influenciar no orçamento de uma obra.

Com essa definição podemos perceber que orçamentos são de grande importância e é necessário acompanhar cotidianamente, principalmente no setor da construção civil, pois dependendo de sua amplitude necessita de um tempo maior para sua conclusão.

Para que seja economicamente viável e ocorra com o mínimo de falhas técnicas, deve-se evitar ao máximo imprevistos no canteiro de obras. A complexidade da obra, as múltiplas soluções técnicas, prazos e custos, tornam indispensáveis a realização de um pré-planejamento.

Com a análise dos trabalhos a serem realizados em mãos, começam a ser tomadas medidas para otimização do processo de execução eliminando perdas consideradas evitáveis.

“A estrutura do orçamento leva em consideração a fase do empreendimento, a decomposição da construção, a decomposição dos serviços gerenciais e o interesse em incluir ou não determinados itens indiretos na planilha orçamentária”. (SILVA 2009, pg. 09).

O empreendimento deve ser feito dentro de 5 (cinco) níveis: viabilização do projeto, projeto da obra, planejamento da obra, execução da obra e utilização no pós-obra. (SILVA 2009, pg. 09), o orçamento está incluso no nível do planejamento da obra.

Para a elaboração de um orçamento confiável, necessita-se de ter conhecimento do processo construtivo e das etapas que compõem uma obra, além de ter uma ideia dos custos que podem incorrer sobre o projeto da edificação desejada, assim, tem-se consciência de todos os gastos, ou pelo menos uma prévia mais segura, diminuindo consideravelmente os custos, prejuízos ou até mesmo elimina-nos. (BARBOSA 2008, pg. 24).

Na ideia de elaborar um orçamento confiável, existe um passo que deve ser seguido e controlado com maior rigor, a fim de que, evite gastos futuros para refazer serviços ou até mesmo necessidade de aditivo de contrato. Este processo que é a

quantificação de serviços da obra é definido por (SILVA 2009, pg. 15) como “[...] um processo importante na elaboração do orçamento de obra. Envolve a necessidade de adoção de conjunto de critérios para a quantificação dos serviços do projeto e a fundamentação dos cálculos de quantidades elaborados”. Uma necessidade que existe neste processo é considerar critérios para a quantificação de serviços, estes critérios vão ajudar a homogeneizar este processo, deixando-o mais normatizado e facilitando a compreensão e repetição dos levantamentos quantitativos por outros profissionais.

Esses parâmetros irão garantir a qualificação dos serviços como um ponto crucial no orçamento, nele ficam definidos insumos, mão de obra, equipamentos, enfim todos os componentes indispensáveis para o orçamento e execução da obra.

É importante ressaltar que o produto final de um orçamento que se julga quantitativo é fruto de aspectos também qualitativos de maneira que as fases de planejamento, gestão e controle do orçamento são fundamentais e para o estudo em questão será baseado no Sistema Nacional De Pesquisa De Custos E Índices Da Construção Civil (SINAPI).

2.2 SINAPI.

O SINAPI é uma base de dados que auxilia na contratação das obras públicas federais brasileiras desde 2013, tornou-se importante referência técnica na aplicação dos recursos públicos da União, em especial na habitação, saneamento básico e infraestrutura urbana.

O SINAPI foi criado em 1969 pelo BNH (Banco Nacional de Habitação) e o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Em 1986 a CAIXA sucedeu o BNH no papel de produção habitacional, incluindo a gestão do SINAPI, quando o Sistema passou a ser corporativo e utilizado como referência de custos e índices para obras habitacionais no Brasil. Em 1994 o Sistema foi ampliado para incorporar também referências de obras de saneamento e infraestrutura urbana.

A caixa, gestora da base técnica de engenharia do SINAPI, vendo a necessidade de aprimorar o mercado num sistema de custo, faz um investimento permanente para ampliar e modernizar as suas referências.

A evolução do SINAPI vem produzindo avanços no sentido de garantir sua confiabilidade e transparência, destacando os resultados de processo de aferição de

suas composições atualizadas e publicadas via internet, com acesso gratuito para qualquer cidadão.

Suas publicações se alinha aos princípios da transparência e publicidade, levando o SINAPI a ser uma referência orçamentária.

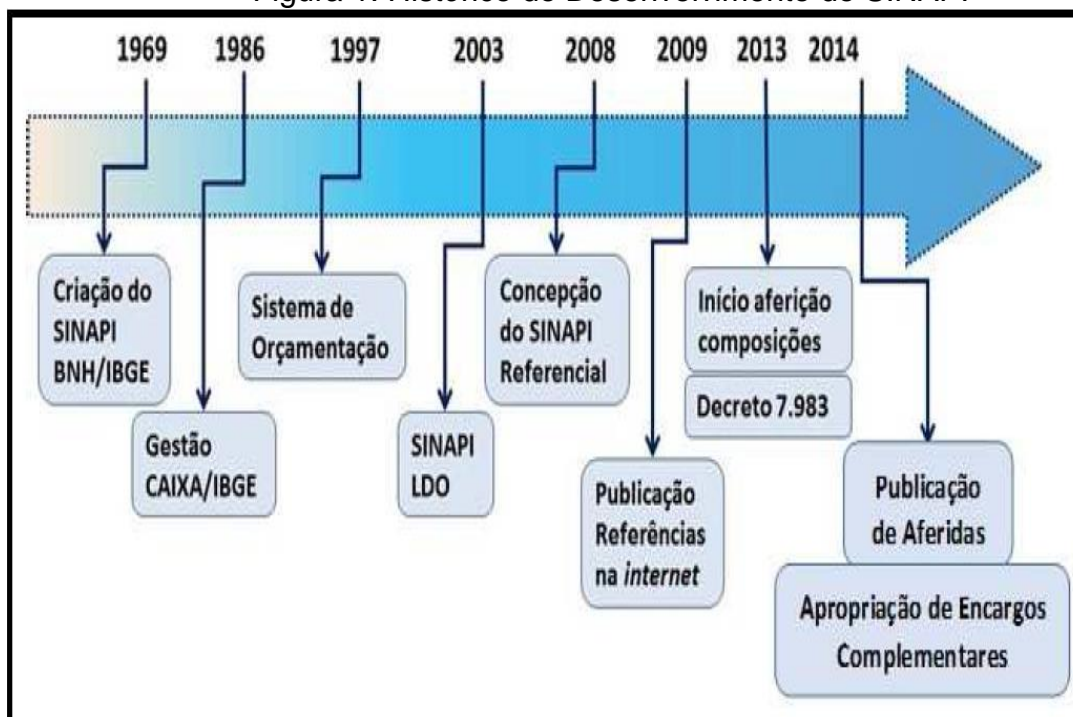
Apresenta também os critérios e parâmetros utilizados para a formação das composições dos serviços, informações que contribuem para a melhor atuação dos orçamentistas interessados na escolha daquela referência mais adequada à realidade que busca orçar. O acesso e conhecimento a estas informações permitem ainda que o orçamentista possa promover adequações necessárias às particularidades de cada caso específico.

Deste modo, a CAIXA presta importante contribuição para a melhoria do processo de contratação das obras públicas, ampliando e modernizando o rol de informações disponíveis no sistema de referência de custos, promovendo assim maior eficiência na aplicação dos investimentos estruturantes do Estado Brasileiro.

No ano de 2013 foi iniciado na CAIXA o processo de aferição das composições do Banco Referencial do SINAPI.

Este processo traz como resultado maior transparência e precisão nos conceitos e indicadores de cada serviço. Além disso, atualiza as referências existentes a fim de acompanhar a evolução das técnicas e processos da construção civil (Figura 1).

Figura 1: Histórico do Desenvolvimento do SINAPI



Fonte: Livro SINAPI Metodologias e Conceitos 1ª Edição. SINAPI CAIXA.

2.3 Planejamento e Gerenciamento.

Para Sá e Moraes (2005, p. 4) “podemos definir o planejamento como sendo um processo contínuo que visa antecipar um estado futuro de forma a estabelecer as ações necessárias à concretização deste estado por meio de intervenções ativas no presente”.

O planejamento prévio possibilita a disponibilização dos meios financeiros necessários, sejam estes próprios ou externos, no momento certo, o que conseqüentemente gerará custos menores. Essa importância está no fato dele servir como instrumento de gestão e controle da execução.

A função do planejamento é a de planejar os trabalhos da obra antes do seu início, de tal forma que sejam escolhidos os métodos construtivos e os meios de produção mais adequados e estes sejam coordenados entre si, considerando-se todo o quadro de condicionantes internos e externos à empresa. Com o objetivo de obter o maior rendimento possível com menor custo de execução.

De acordo com o PMI (Project Management Institute) 2008 que significa Instituto de Gerenciamento de Projetos, o gerenciamento dos custos do projeto inclui

os processos envolvidos em estimativa, orçamentação e controle de custos, de modo que seja possível terminar o projeto dentro do orçamento aprovado.

2.3.1 Controle.

Assim como o planejamento, o controle deve ser realizado de maneira criteriosa para que os objetivos propostos possam ser alcançados. Para Frezatti (2000, p. 38) “planejar sem controlar é uma falácia e desperdício de tempo e energia. Significaria que energia foi despendida pelos executivos decidindo o futuro, sem que se possa saber se os objetivos estão sendo atingidos”.

Com essa ideia, os processos de orçamento, planejamento e controle, são sem nenhuma dúvida, etapas importantes no empreendimento, o orçamento é indispensável para um bom planejamento, pois sua contribuição pode significar o sucesso em qualquer empreendimento.

O controle orçamentário constitui um dos principais instrumentos de controle das atividades dos centros de responsabilidade, uma vez que compara resultados reais com resultados orçados.

Sanvicente e Santos (1995, p. 207) afirmam que:

(...) o controle tem a missão específica de permitir, mediante a comparação entre o desempenho atingido e o planejado, a verificação da maneira pela qual os objetivos e as metas da empresa e de suas unidades estão sendo alcançados ou deixando de ser cumpridos. Na medida do possível, esse controle deverá apoiar-se num sistema de informações, cujos produtos serão os relatórios.

O papel do orçamento será auxiliar a visualização do comportamento das variáveis planejadas através de relatórios quantitativos. Os relatórios serão utilizados para a tomada de decisão e como base para planejamentos futuros. Neste contexto, Welsch (1980, p. 24-25) constata: “Fundamentalmente, portanto, a tomada de decisões administrativas compreende a manipulação das variáveis controláveis e o aproveitamento dos efeitos das variáveis não-controláveis sobre receitas, custos e investimentos”.

Na construção civil, custo é o montante financeiro proveniente de gastos com bens, serviços e transações financeiras, necessárias à execução de um empreendimento, desde a etapa de estudo de viabilização até a sua utilização, durante um prazo pré-estabelecido (Andrade; Souza, 2003).

Na estimativa pelos serviços da obra, segundo Formoso (1998), o custo de cada serviço é aferido através da utilização de composições unitárias, tendo, em primeiro plano, as características da obra que implicam custos. Inicialmente faz-se a discriminação dos serviços, o mais detalhadamente possível, para, então, definir as composições unitárias. Estas são essencialmente estimativas, pois o consumo dos diversos insumos em obra e a produtividade no canteiro sofrem uma grande variabilidade, e são característicos de cada obra e de cada empresa. Por isso, essas composições deveriam ser colhidas por cada empresa, através da coleta de dados em suas próprias obras, sempre considerando tipologias semelhantes. Devido a estas dificuldades, é comum que as empresas utilizem dados publicados pelas revistas especializadas.

2.3.2 Estimativa de custos.

✓ Custo direto.

Aplicação de métodos de projeção, apropriação e controle dos recursos monetários necessários à realização dos serviços que constituem uma obra ou projeto, de acordo com um plano de execução previamente estabelecido (DIAS, 2011).

A definição de custo direto segundo (DIAS 2005, pg. 13) é “[...] aquele obtido pela soma dos insumos que ficam incorporados ao produto”. Ele também se refere a custo direto como “todos os serviços constantes na planilha de quantidades e preços [...]”. (BARBOSA 2008, pg. 25) define custo direto como:

Os custos diretos de um projeto podem ser facilmente identificados e quantificados, a partir dos recursos necessários (mão-de-obra, materiais, equipamentos, serviços e insumos etc.) para a realização das atividades do projeto. Eles são diretamente atribuídos ao trabalho do projeto e, portanto, não necessitam de rateios para serem alocados aos projetos.

Portanto o custo direto torna-se um custo de aquisição dos materiais que estão diretamente ligados à execução da obra, estes são facilmente mensurados e identificados e o levantamento do custo direto torna o orçamento mais detalhado e eficiente, pois, o valor monetário do orçamento estabelecido fica mais correto. (SARDINHA 2008, pg. 67).

A quantificação dos insumos baseia-se no levantamento de todos os insumos básicos necessários à execução da obra, os quais podem ser reduzidos em três grandes grupos: mão de obra, materiais e equipamentos, compreendendo estes tanto os incorporados ao projeto como os utilizados para a sua construção.

A composição de custos unitários é baseada nos serviços a serem executados, ou seja, o custo de cada serviço é obtido por meio da utilização de composições unitárias, que relacionam o consumo de materiais, mão de obra e equipamentos necessários à execução de uma unidade de serviço.

Na engenharia de custos nenhuma das variáveis utilizadas em um orçamento podem ser previamente fixadas, depende exclusivamente de informações quanto ao projeto, localização do serviço ou das exigências do edital de licitações ou do memorial descritivo do empreendimento, variáveis como BDI – Benefício e despesas indiretas, Encargos Sociais e Composição de Custos Unitários são indispensáveis na elaboração de um orçamento planejado.

Devido a obra ser um serviço único, todas as variáveis de um orçamento em uma construção deverão ser calculadas projeto por projeto.

✓ Custo indireto.

Os custos indiretos têm relação com a empresa e não com os produtos realizados e, motivo pela qual, devem ser divididos entre as várias fases dos custos de construção. Podem ser classificados em custos indiretos constantes e custos indiretos variáveis. Os custos constantes são fixos e, portanto, não dependem do volume da obra, são os gastos administrativos. Já os custos indiretos variáveis têm relação com o custo da obra, são a mão-de-obra indireta e a energia, a água, entre outros.

“O custo indireto é representado pelos itens de custo que não são facilmente mensuráveis nas unidades de medição dos serviços”. (DIAS 2005. pg. 13). Ele também especifica os possíveis custos que são facilmente ligados ao custo indireto de uma obra como:

[...] engenheiro, mestre de obra, outras categorias profissionais, veículos de passeio e de carga de apoio, contas das concessionárias (energia, água, correio, telefone e etc.) e outros, que são normalmente considerados por mês ou aqueles calculados sobre o custo total ou sobre o preço final (faturamento), ou seja

administração central, impostos (ISS, COFINS, PIS, CPMF, CSLL e IR) ou juros sobre capital investido.

Os custos diretos são constituídos por mão-de-obra, matéria-prima e equipamentos efetivamente empregados no canteiro para execução dos serviços.

(BARBOSA et al., 2008, pg. 26) demonstra de forma mais detalhada a definição de custo indireto.

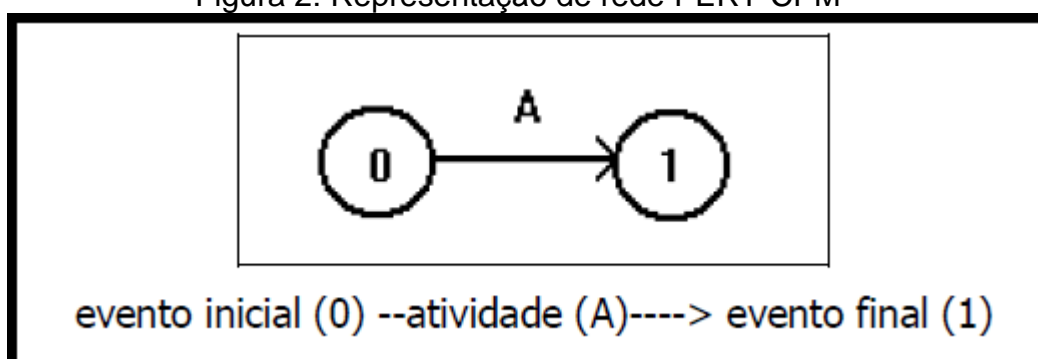
2.4 PERT/CPM Criticai Path Method (Método do Caminho Crítico)

O método está crescendo, por disseminação dos conhecimentos e pela disponibilidade de softwares de apoio. Geralmente é adotado por profissionais mais experientes devido a sua complexidade e quantidade de tempo necessário para montagem.

O Método do Caminho Crítico (Critical Path Method) é voltado para as programações que envolvem atividades com durações já determinísticas. Então, os tempos de execução são razoavelmente bem conhecidos, o sistema PERT-CPM é de uso genérico, podendo ser empregado com inúmeras finalidades, quando existem variadas atividades e tempos de execução.

No diagrama de redes os elementos do gráfico são os nós e as setas que orientam e representam os eventos e as atividades, onde as atividades sempre vão ligar dois eventos, sendo evento final e inicial. Na figura 02 está representado um caso simples e básico de uma rede PERT-CPM

Figura 2: Representação de rede PERT-CPM



Fonte: Livro Noções de orçamento e Planejamento de Obras. González – 2008.

As atividades consomem tempo ou recursos financeiros, já os eventos é o início ou fim, não tendo estas implicações.

2.5 Cronograma Físico-Financeiro

De acordo com Dias (2004), o cronograma físico-financeiro é a representação gráfica do plano de execução da obra e deve cobrir todas as fases de execução desde a mobilização, passando por todas as atividades previstas no projeto, até a desmobilização do canteiro.

O cronograma esteja relacionado ao orçamento, possui caráter gerencial, envolvendo decisões gerenciais relacionadas ao tempo e ao custo dos projetos, tanto para sua elaboração como para o seu acompanhamento durante a construção. No entanto, ao longo da execução desses cronogramas poderão ocorrer problemas não previstos e que são bastante comuns na área da construção civil, os quais deverão ser resolvidos a partir das habilidades do engenheiro.

Quanto mais claro ele estiver representado será mais fácil sua interpretação e conseqüentemente será uma importante ferramenta para que o engenheiro atua dentro da obra utilizando dele. A figura a seguir (figura 03) mostra um modelo de cronograma.

Figura 3 - Modelo de cronograma físico-financeiro contendo auto explicação

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO: EDIFÍCIO ESCOLAR EM MG							
ATIVIDADES	FEV/11	MAR/11	ABR/11	MAY/11	JUN/11	JUL/11	AUG/11
Serviços preliminares	16.389,49	16.389,49					
Demolição	4.659,41	4.659,41					
Movimentação de terra	6.186,09	4.948,87	1.237,22				
Fundação/estrutura	84.201,82	46.311,00	33.880,73	4.210,04			
Alvenaria	20.846,58		10.423,29	10.423,29			
Revestimento	68.548,59		36.330,75	25.362,98	6.854,86		
Pavimentação	12.003,19	2.400,64		1.200,32	7.201,91	1.200,32	
Esquadrias	23.010,76		4.602,15	13.806,46	4.602,15		
Pintura	13.923,01		2.784,60	6.961,51	4.176,90		
Instalações hidráulicas	6.769,60		3.384,80	2.707,84	676,96		
Instalações sanitárias	3.982,11	398,21	1.991,06	796,42	796,42		
Instalações elétricas e telefônicas	10.486,22	1.048,62	3.145,87	2.097,24	4.194,49		
Cobertura	81.603,88			40.801,94	24.481,16	16.320,78	
Instalações de combate a incêndio	1.061,90		232,38			829,52	
Total geral	353.672,65						
Total simples	25.997,77	51.395,69	54.055,48	115.835,91	75.512,04	30.875,76	
Total acumulado	25.997,77	77.393,46	131.448,94	247.284,85	322.796,89	353.672,65	

A primeira coluna traz as diferentes etapas da obra dispostas em linhas, uma abaixo da outra, em geral na ordem de execução. Quanto mais linhas, maior o detalhamento dos serviços.

Esta coluna mostra o custo total de execução dos serviços em cada etapa da obra.

As demais colunas indicam o período durante o qual a obra será realizada. Divide-se em meses ou semanas, dependendo do detalhamento desejado.

Em janeiro de 2011, os serviços preliminares, de demolição e de movimentação de terra acontecem ao mesmo tempo.

Em abril de 2011, o planejamento prevê a execução de 53% do total de revestimentos da obra. Para isso, serão gastos R\$ 36.330,75 no mês.

As células pintadas identificam os meses em que os serviços acontecem. Neste exemplo, as instalações elétricas e telefônicas começam a ser executadas em fevereiro e terminam em maio de 2011.

Este é o total de gastos com a execução da obra no mês de fevereiro, incluindo todas as etapas da construção.

Estes são os custos de construção acumulados até abril de 2011. Conforme a obra avança, eles crescem até que, no último mês, atinge o custo total da obra.

Fonte: Faria (2011).

2.6 Histograma.

A representação gráfica da correlação entre variáveis é um dos recursos amplamente usados no planejamento, pela sua facilidade de visualização e de entendimento.

O histograma mostra, de forma acessível, a distribuição de um recurso ao longo do tempo de sua utilização, como mão-de-obra, materiais e equipamentos de construção necessários à execução do projeto.

Os histogramas de mão de obra, para o estudo do comportamento das curvas de agregação, são elaborados na forma de gráfico de barras, no qual no eixo X estão os períodos mensais, do início ao fim da obra, e no Y, os somatórios de toda a mão de obra, sem distinção entre oficiais e serventes.

2.7 Composição de Custos Unitários.

(SILVA, 2009, pg. 25) define resumidamente composição de custo unitário como: “[...] relação de insumos necessários à sua execução acompanhados de suas respectivas unidades e do consumo de cada item para executar uma quantidade unitária do serviço”.

Sendo que, sua utilidade é necessária para calcular o custo unitário dos serviços de construção, o preço unitário dos serviços de construção, a lista de materiais da obra e o consumo de horas de mão de obra e de equipamento e tudo depende exclusivamente do método construtivo adotado pela empresa para o empreendimento. Por isso, torna-se imprescindível a elaboração das composições de custos unitários baseado nas exigências dos memoriais descritivos e projetos da obra, tornando assim, as composições bem particulares para cada obra. (SILVA, 2009, pg. 26).

A composição de custos unitários é uma tabela que apresenta todos os insumos que entram diretamente na execução de uma unidade do serviço, com seus respectivos custos unitários e totais.

2.7.1 Criação e Manutenção dos Insumos.

Identificar os insumos para criar o Banco Nacional é decorrente do acompanhamento pela CAIXA da evolução no mercado da construção civil e dos sistemas de construção empregados com mais frequências nas obras, e esse processo exige permanente revisão dos insumos e aferição das composições de serviço.

Na realidade o Governo Federal quer que a CAIXA priorize apenas os insumos mais representativos recorrentes nas obras públicas.

Sendo assim, o Decreto 7.983/2013 em seu Artigo 6º orienta, que na elaboração de orçamentos caso não exista no SINAPI ou SICRO (Sistema de Custos Rodoviários), pode-se recorrer a algum outro sistema de preço ou à coleta de preços no mercado.

2.7.2 Composições Unitárias de Serviço.

São que relacionam a descrição, codificação e quantificação dos insumos e/ou de composições auxiliares empregados para se executar uma unidade de serviço (Figura 4), sua representação contém os nomes dos elementos, unidades de quantificação e os indicadores de consumo e produtividade (coeficientes).

Figura 4: Exemplo de composição de Serviço Analítica

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL				
PCI.818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO		DATA DE EMISSÃO: 15/04/2016		
08:34:38	DATA DE RT: 15/04/2016	DATA DE PREÇO: 03/2016		
FUES				
	5651	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO C/ REAPROVEITAMENTO 5X	M2	
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,225
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,9
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EHULSIONADA EM AGUA	L	0,1
INSUMO	4491	PECA DE MADEIRA NATIVA / REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA (P/FORMA)	M	0,275
INSUMO	4512	PECA DE MADEIRA 3A/4A QUALIDADE 2,5 X 5CM NAO APARELHADA	M	0,24
INSUMO	5061	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 27 (2 1/2 X 10)	KG	0,15
INSUMO	6189	TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	0,792
FUES	5970	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO, C/ REAPROVEITAMENTO 2X.	M2	

Fonte: Livro SINAPI Metodologias e Conceitos 1ª Edição. SINAPI CAIXA.

Os custos são obtidos pela soma de valores de cada item de uma determinada composição de um serviço, cujo o valor desse item é resultado da multiplicação do seu coeficiente pelo preço do insumo.

2.7.2.1 Aferição.

Aferir é, dimensionar as produtividades de mão de obra e equipamentos, consumos e perdas de materiais.

É constituído por aferição todos os serviços relevantes no cenário nacional para executar obras na construção civil, seu objetivo principal é representar de forma adequada a realidade das obras no que se diz composições de serviços.

A aferição é realizada por grupo de serviços similares. O estudo parte da identificação dos fatores que impactam na produtividade (mão de obra e equipamentos) e no consumo (materiais) de cada grupo de serviços, que devem ser observados e mensurados durante a coleta.

O serviço não é analisado em apenas uma obra, são analisados em várias obras, isso para permitir reunir o maior número de dados para extração dos coeficientes médios representativos da quantidade de tempo e materiais necessários à execução dos serviços. Após aferidas, as composições representam coeficientes estatisticamente determinados a partir de amostras medidas no prazo mínimo de 5 dias em casa obra.

Com o processo de aferição, permite-se atualizar e ampliar o banco de dados de composições, com uma visão de incorporar novos insumos e novas técnicas construtivas.

Refletindo a realidade das obras, para medir deve-se levar em consideração os tempos produtivos, improdutivos e ociosos.

Os tempos improdutivos estão ligados diretamente com o processo de execução, afetando diretamente nos coeficientes das composições, são eles: paralizações, preparação e troca de frente de trabalho, deslocamentos dos canteiros de obra e etc.

Nessa metodologia, são excluídos os eventos extras (greve, acidentes de trabalho), esforço do trabalho, eventos da natureza.

Consideramos, portanto, improdutividade: Parcela de tempo inerente ao processo construtivo, portanto, representada nos coeficientes das composições e ociosidade, Parcela de tempo prescindível, cujo impacto é desconsiderado nas composições.

2.7.2.2 Cadernos Técnicos.

Após serem aferidas, as composições são publicadas de forma analítica com seu Caderno Técnico, documento que representa componentes da composição e suas características os critérios para quantificação do serviço, os critérios de aferição, as etapas construtivas, além de referências bibliográficas e normas técnicas aplicáveis.

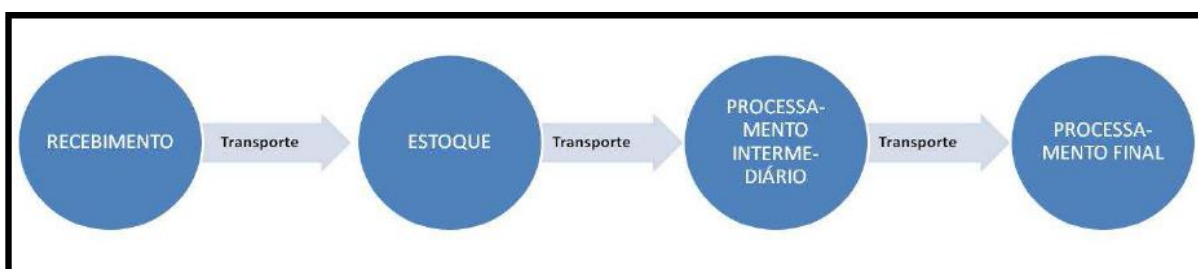
Informações constantes nos Cadernos Técnicos são relevantes para constituir as composições de custos unitários, permitindo assim aos usuários selecionar com segurança a que mais adeque a sua real necessidade.

Podem embasar também a elaboração dos denominados Relatórios Técnicos, legalmente previstos (Parágrafo Único do artigo 8º do Decreto 7.983/2013) para os casos em que as composições dos sistemas referenciais não representem com precisão aquilo que se quer orçar, quando então o orçamentista realiza ajustes a fim de refletir adequadamente os custos do bem ou serviço a ser produzido.

2.7.2.3 Classificação.

O SINAPI procura apropriar cada etapa de serviço ao que tem disponível para execução deste. A figura 05, mostra claramente um exemplo de seguimento, sequência e necessidade para realização de um serviço de uma etapa. Na execução de uma parede, observamos a necessidade da execução da alvenaria propriamente dita, da argamassa para assentar os blocos com a composição para utilizar a betoneira e transporte dos materiais.

Figura 5: Visão Analítica da Execução de um Serviço



Fonte: Livro SINAPI Metodologias e Conceitos 1ª Edição. SINAPI CAIXA.

A segregação em diferentes composições visa ao entendimento correto de cada etapa do processo produtivo e, especialmente, à possibilidade de representar uma maior gama de formas de construção, por meio da combinação de diferentes composições.

Para tal, as composições são classificadas em: Principais, Auxiliares, de Custo Horário de Equipamentos, de Custo Horário de Mão de Obra, de Transportes, Combinações e Kits de Composições e Representativa.

- Composições Principais – como o nome já diz retrata os serviços principais como vimos nas alvenarias no caso anterior, contemplando os consumos de materiais, mão de obra e serviços envolvidos diretamente no serviço.
- Composições Auxiliares – elementos agregados nas composições principais, exemplo: a argamassa é composição auxiliar para alvenarias no levante da parede.
- Composições de Custo Horário de Equipamentos – definem custo de propriedade e uso de equipamentos existentes no SINAPI. Para cada equipamento existem composições para os custos horários produtivos (CHP) e improdutivos (CHI), com base nas seguintes variáveis:
 - A) Custo de aquisição do equipamento;
 - b) Vida Útil em anos (tempo de amortização);
 - c) Seguros e impostos;
 - d) Horas Trabalhadas por Ano;
 - e) Depreciação;
 - f) Juros;
 - g) Custos de manutenção;
 - h) Custos de materiais na operação;
 - i) Custo de mão de obra na operação.
- Composições de Custo Horário de Mão de Obra - O SINAPI incorpora aos custos de mão de obra horista os Encargos Sociais Complementares, por meio de composições de custo horário de mão de obra. Essas composições, além do insumo principal – o profissional representado em cada composição - incluem os custos de alimentação, transporte urbano, equipamentos de proteção individual, ferramentas, exames médicos e seguros obrigatórios.
- Composições de Transportes - criadas para representar o esforço da mão de obra e equipamentos necessários ao transporte de materiais dentro do canteiro de obras, esse dimensionamento depende do

arranjo do canteiro de obras, e isso torna inviável que esse item seja incorporado nas composições unitárias.

- Combinações e kits de Composições – são composições criadas pela CAIXA para combinando serviços principais e auxiliares como exemplos dessas combinações, podemos citar os serviços que utilizam argamassas como composição auxiliar (reboco, contra piso, alvenaria de vedação e etc.)

2.7.2.4 Codificação.

O SINAPI criou em suas composições dois códigos para facilitar a identificação. O primeiro é resultado da classificação para identificar composições de mesmo grupo ou natureza familiar tendo cada referência estruturada. O segundo é um código sequencial que é gerado quando a composição é cadastrada no sistema.

O código de classificação é gerado conforme abaixo:

Nº LOTE (XX). CLASSE.GRUPO.NUM (XXX) /SEQUENCIAL (XX)

O número do lote é formado por dois algarismos referentes à identificação da natureza do serviço que corresponde. As composições são distribuídas em três lotes:

- Lote I (01) - Habitação, Fundações e Estruturas;
- Lote II (02) - Instalações Hidráulicas e Elétricas Prediais e Redes de Distribuição de Energia Elétrica;
- Lote III (03) - Saneamento e Infraestrutura Urbana.

A CLASSE é uma forma de separar as composições conforme as etapas da obra, no SINAPI as classes são representadas conforme abaixo.

- ASTU - ASSENTAMENTO DE TUBOS E PEÇAS
- CANT - CANTEIRO DE OBRAS
- COBE - COBERTURA
- CHOR - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS
- DROP - DRENAGEM/OBRAS DE CONTENÇÃO/POÇOS DE VISITA E CAIXAS
- ESCO - ESCORAMENTO
- ESQV - ESQUADRIAS/FERRAGENS/VIDROS
- FOMA - FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS
- FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS
- IMPE - IMPERMEABILIZAÇÕES E PROTEÇÕES DIVERSAS
- INEL - INSTALAÇÃO ELÉTRICA/ELETRIFICAÇÃO E ILUMINAÇÃO EXTERNA

- INPR - INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO
- INES - INSTALAÇÕES ESPECIAIS
- INHI - INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS
- LIPR - LIGAÇÕES PREDIAIS ÁGUA/ESGOTO/ENERGIA/TELEFONE
- MOVY - MOVIMENTO DE TERRA
- PARE - PAREDES/PAINÉIS
- PAVI - PAVIMENTAÇÃO
- PINT - PINTURAS
- PISO - PISOS
- REVE - REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES
- SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS
- SEEM - SERVIÇOS EMPREITADOS
- SEES - SERVIÇOS ESPECIAIS
- SEOP - SERVIÇOS OPERACIONAIS
- SERP - SERVIÇOS PRELIMINARES
- SERT - SERVIÇOS TÉCNICOS
- TRAN - TRANSPORTES, CARGAS E DESCARGAS
- URBA – URBANIZAÇÃO

Para melhor entendimento da estrutura física da composição de custo unitário, segue (Figura 6), detalhando cada item da composição.

Figura 6: Composição de Cobertura em telha cerâmica tipo paulista.

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL				
PCI.818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO		DATA DE EMISSÃO: 15/04/2016		
08:34:38	DATA DE RT: 15/04/2016	DATA DE PREÇO: 03/2016		
CLASSE/TIPO	CÓDIGOS	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE
COBE	73938/5	COBERTURA EM TELHA CERÂMICA TIPO PAULISTA, COM ARGAMASSA TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA) E ARAME RECOZIDO	M2	
COMPOSICAO	87298	ARGAMASSA TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA MÉDIA) PARA CONTRAPISO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M3	0,003
COMPOSICAO	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2
COMPOSICAO	88323	TELHADISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,5
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,034
INSUMO	7180	TELHA CERÂMICA TIPO PAULISTA, COMPRIMENTO DE *48* CM, RENDIMENTO DE *26* TELHAS/M2	UN	25

Fonte: Catálogo de Composições Analíticas SINAPI CAIXA, adaptado por Gleydson Rodrigues

- CLASSE/TIPO: Cobertura
- CÓDIGOS: Constam no caderno técnico e representa a descrição.
- DESCRIÇÃO: Nome completo do serviço da composição
- UNIDADE: Unidade de medida do serviço da composição.
- COEFICIENTE: Coeficientes de representatividade no serviço da composição.

2.7.3 Metodologia de Aferição das Composições.

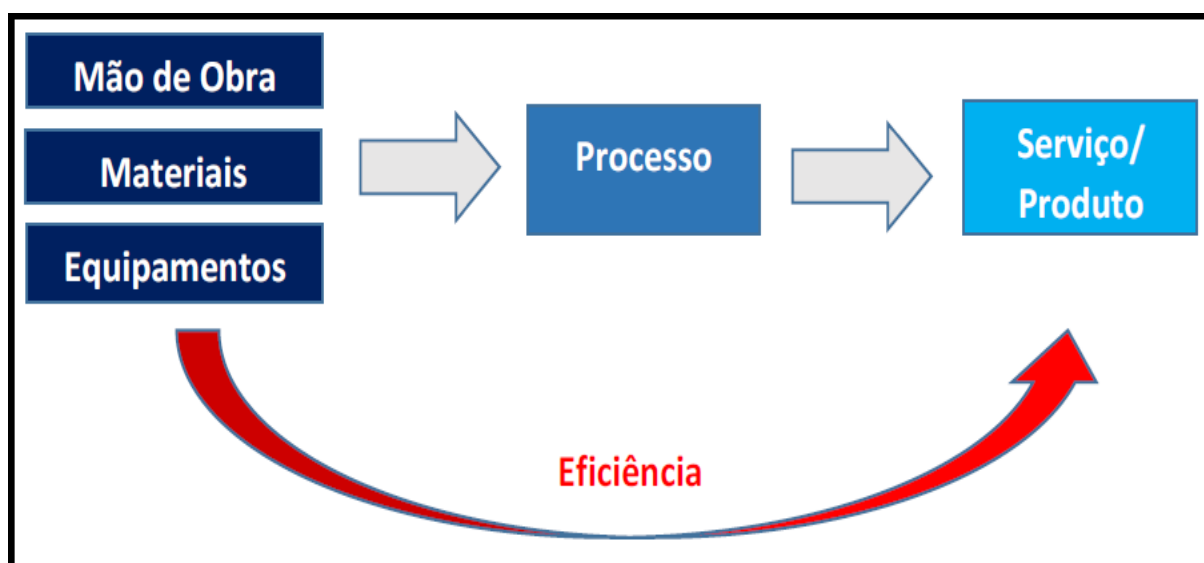
Aferir na realidade é dimensionar a produtividade de mão de obra e dos equipamentos, e perdas dos materiais envolvidos no serviço a executar.

No SINAPI essa aferição é feita nos dados obtidos na repetição de medição feita em obras e muitos conceitos que hoje o SINAPI adota para aferição das composições foram apresentados e aplicados na tese de doutorado de Sousa (1996).

2.7.3.1 Aspectos Gerais.

O cálculo de produtividade está fundamentado no modelo que podemos chamar de entradas e saídas, onde ela é representada em poder transformar, materiais, mão de obra e equipamentos em serviços, conforme podemos observar na figura 7.

Figura 7: Representação da Definição de Produtividade.



Fonte: Livro SINAPI Metodologias e Conceitos 1ª Edição. SINAPI CAIXA.

2.7.3.2 Fatores que Influenciam os Coeficientes Aferidos

Os fatores que podem vir a influenciar nos coeficientes aferidos nas composições podem ser: o produto aplicado na execução dos serviços e como o processo de execução do serviço é realizado.

- ✓ Produto – é diretamente ligado a que tipo de serviço vai ser medido, às especificações e detalhes do projeto, acarretando para cada tipo um esforço à altura para sua execução. No caso de assentamento de revestimentos cerâmicos de grandes dimensões em lugares pequenos por exemplo, pode haver uma grande quantidade de perdas de materiais devido ao grande número de cortes das peças, acarretando também num tempo maior da produtividade.
- ✓ Processo – o processo por exemplo: seria uso de uma determinada ferramenta inadequada para realização do serviço como o uso de uma palheta para assentar um bloco cerâmico, sendo que na realidade o mais correto seria o uso da colher de pedreiro, podendo levar a perdas significativas de materiais.

2.7.3.3 Análise de Produtividade de mão de obra.

A eficiência da mão de obra na composição de custos unitários passa a existir através da relação do esforço do profissional (Hh – Homem hora) e o resultado obtido (Qs – Quantidade de serviço), chamada de RUP – Razão Unitária de Produção, dada pela fórmula:

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

Onde:

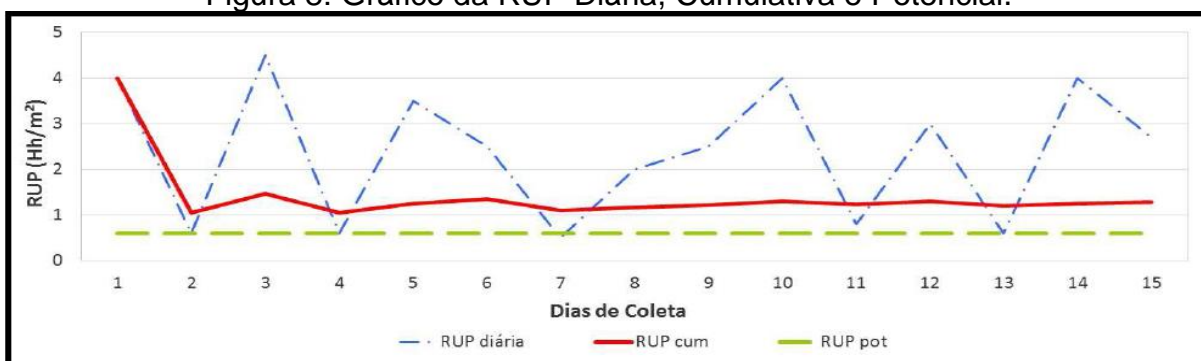
Hh = Homens hora despendidos.

Qs = Quantidade de serviço realizado.

Quando este indicador se refere a um dia de trabalho, tem-se a RUP diária, essa RUP diária na construção civil apresenta consideráveis variações, havendo a necessidade de que os serviços sejam observados em sequência de dias, passando então a ser chamada de RUP cumulativa, representando uma medida central das observações diárias.

As RUPs diárias e cumulativas via de regra tem uma parcela nos tempos improdutivos e ociosos, e para extração dessas parcelas é realizada a análise da relação entre a RUP cumulativa e a RUP potencial, no qual a RUP potencial representa produtividade de bom desempenho de possível alcance, calculadas a partir das melhores RUPs diárias. No gráfico da figura 8 apresenta as diferentes RUPs de um serviço hipotético, medido em m^2 , para o qual são analisados, durante 15 dias em uma obra, o esforço empregado (Hh) e a quantidade de serviço executada (Qs).

Figura 8: Gráfico da RUP Diária, Cumulativa e Potencial.



Fonte: Livro SINAPI Metodologias e Conceitos 1ª Edição. SINAPI CAIXA.

Na aferição cada serviço é observado em diversas obras, tornando possível reunir muitos dados, com o objetivo principal de extrair o coeficiente médio representativo da quantidade de tempo necessária para a execução do serviço. Dessa análise relativa se obtém a RUP apropriada, indicador entre a RUP potencial e a RUP cumulativa, para representar a amostra de obras coletadas.

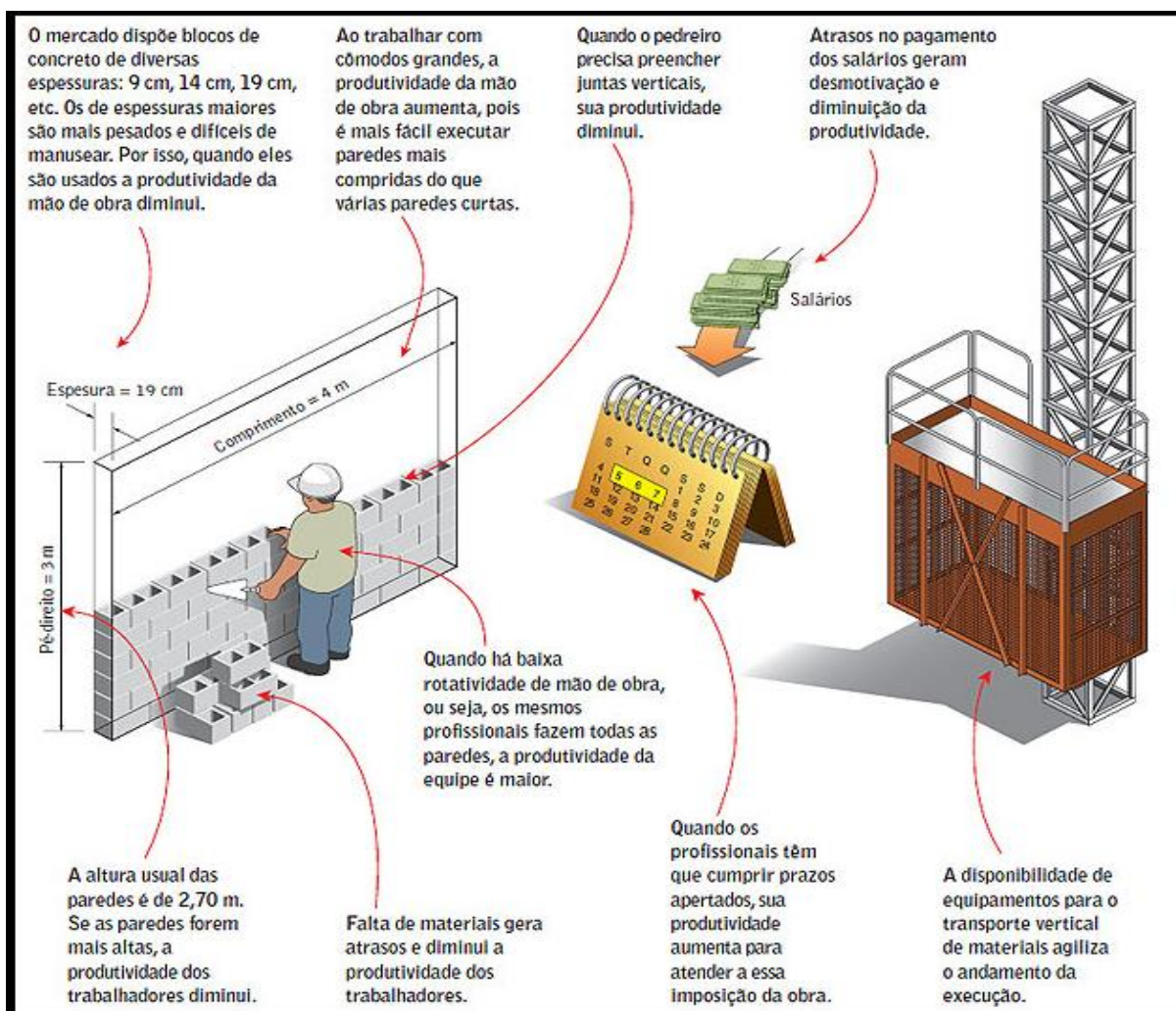
As Figuras 09 e 10 expressam fatores que facilitam ou atrapalham o andamento da execução de uma parede de alvenaria de blocos de concreto e ajudam a estimar a produtividade do serviço. Comparando com as condições reais do canteiro: se os fatores positivos predominam, o tempo para executar o trabalho é menor (faixa verde); caso contrário, o funcionário vai demorar mais para realizar o serviço (faixa vermelha).

Figura 9: Produtividade do Pedreiro (Hh/m²).

Mín = 0,51		Med = 0,64	Máx = 0,74
Produtividade do pedreiro (Hh/m²)			
Não preenchimento de juntas verticais	Preenchimento de juntas verticais		
Cômodos grandes	Cômodos pequenos		
Presença quase que exclusiva de paredes na altura usual	Presença significativa de paredes altas ou baixas demais		
Pouco tempo para executar um pavimento (prazos enxutos)	Muito tempo para executar um pavimento (prazos extensos)		
Paredes de espessuras pequenas	Paredes de espessuras grandes		
Baixa rotatividade de mão de obra	Alta rotatividade de mão de obra		
Pagamento conforme acordado	Falha no pagamento dos operários		
Material disponível	Falta de material		
Equipamento de transporte vertical disponível	Quebras ou indisponibilidade de equipamento de transporte vertical		

Fonte: Revista Infraestrutura, fev. 2014, Ed. PINI

Figura 10: Como fatores atrasam ou agilizam a execução do serviço na obra.



Fonte: Revista Infraestrutura, fev. 2014, Ed. PINI

2.7.3.4 Diferentes abordagens quanto à equipe de trabalho

A figura 11 ilustra, considerando-se que todos os operários trabalharam durante as 9 horas registradas em seus cartões de ponto, os diferentes valores de RUP que se pode calcular em função de diferentes considerações sobre qual seria a equipe estudada. As possibilidades são: a) somente os pedreiros que assentam tijolos; b) a mão-de-obra direta no local de assentamento, acrescentando-se os serventes dos andares; c) adicionar-se a mão-de-obra de apoio, onde se incluiriam os ajudantes que estão fora dos andares, mas que têm funções complementares (produzindo e enviando argamassa, enviando blocos e, mesmo, descarregando insumos); d) equipe global, onde se incluiria o próprio encarregado.

Figura 11: Valores de RUP em função da equipe considerada.

equipe	RUP diária (Hh/m ²)
4 pedreiros	0.72
4 pedreiros + 2 ajudantes	1.08
4 pedreiros + 7 ajudantes	1.98
4 pedreiros + 7 ajudantes + encarregado	2.16

A figura 12 traz os valores da RUP, para cada equipe considerada na Tabela 1, porém com a consideração dos seguintes tempos trabalhados: a) as 9 horas da jornada normal; b) 12 horas, em função de os operários terem ficado, por decisão própria, além da hora prevista para término da jornada normal; c) 4 horas, em função de, no período da tarde, o trabalhador estar impedido de produzir por falta de material ou em função de, mesmo tendo estado disponível o dia inteiro e de não terem ocorrido anormalidades, tenha sido este o tempo considerado produtivo pelo pesquisador que os avalia.

Podemos notar que a diferença entre os valores máximo (2.88 Hh/m²) e mínimo (0.32 Hh/m²) da RUP fica ainda mais distante: o máximo representa um acréscimo de 800% em relação ao mínimo.

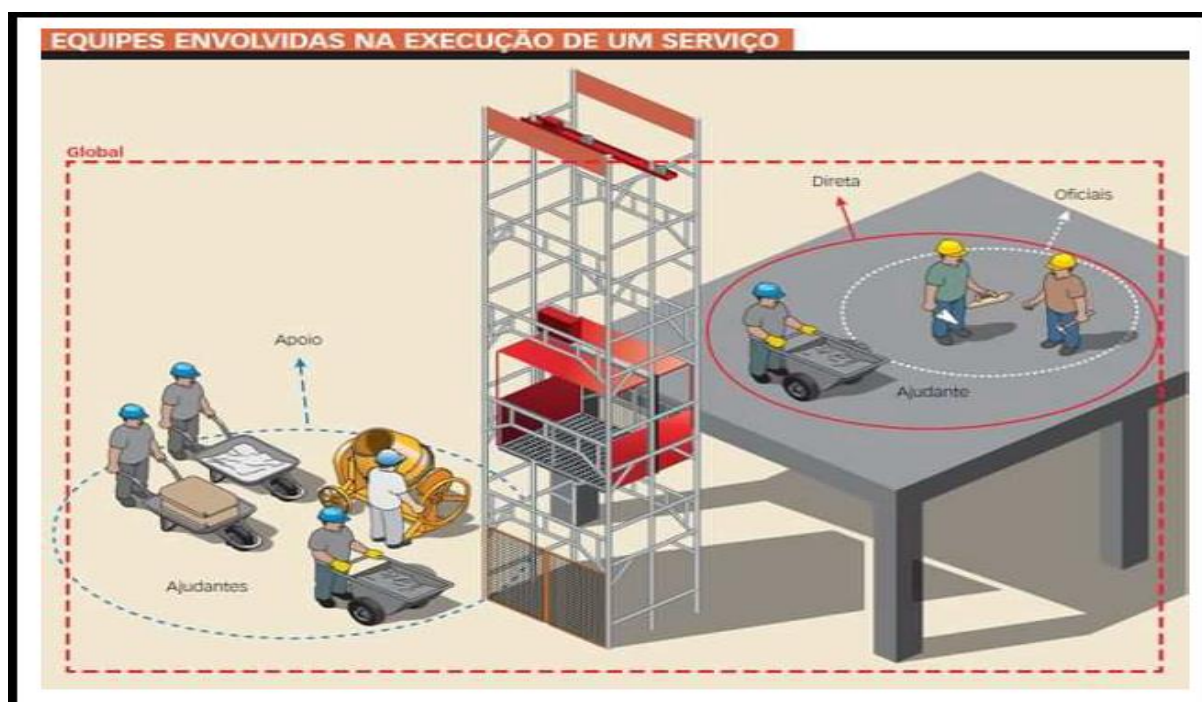
Figura 12: Valores de RUP (em Hh/m²) para diferentes jornadas diárias.

equipe	Jornada=9h	Jornada=12h	Jornada=4h
4 pedreiros	0.72	0.96	0.32
4 pedreiros + 2 ajudantes	1.08	1.44	0.48
4 pedreiros + 7 ajudantes	1.98	2.64	0.88
4 pedreiros + 7 ajudantes + encarregado	2.16	2.88	0.96

Portando produtividade da mão de obra pode ser definida como o intervalo de tempo necessário para uma pessoa realizar um serviço com determinadas ferramentas ou equipamentos. Por exemplo, se um pintor leva uma hora para pintar 5 m² de parede, sua produtividade é de 0,2 Hh/m² (lê-se homem-hora por metro quadrado). Se as características dos serviços fossem sempre as mesmas, a produtividade seria constante. No entanto, na construção civil, muitos fatores interferem na execução de um determinado serviço. A disponibilidade de materiais e equipamentos, a complexidade das tarefas e até o pagamento em dia afetam o trabalho dos profissionais, aumentando ou diminuindo sua produtividade.

Como exemplo a figura 13 retrata um canteiro de obras de edificação com suas equipes diretas que trabalham na frente dos serviços que é o carro chefe, e tendo suporte das equipes de apoio, que se responsabilizam pelo abastecimento das equipes de frente e pelo transporte de materiais.

Figura 13: Equipes Envolvidas com os Serviços



3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.

As coletas dos dados foram obtidas em diálogos permanentes com o engenheiro civil responsável pela obra, com o mestre de obras e com observações e anotações da etapa de fundação do empreendimento, durante 24 (vinte e quatro) dias, sendo possível a composição dos dados diários para cálculo do dimensionamento da equipe com base no SINAPI referente a fundação

A presente pesquisa busca aprimorar indicadores de insumos de mão-de-obra praticados pela empreiteira na execução da etapa de fundação, facilitando a observação direta, o registro de insumo mão-de-obra e a mensuração destas.

Foram levados em consideração todos os fatores que ocorrerem no dia-a-dia da equipe de trabalho, e que influenciaram diretamente a sua produtividade, um dos grandes desafios dessa pesquisa foi tentar mostrar ao empreendedor que é muito importante planejar a obra como um todo

Foi possível analisar a mão-de-obra aplicada diretamente na obra sem planejamento, apenas com experiência do mestre de obras, e comparar com o método de cálculo de dimensionamento com base no SINAPI com coeficientes de produtividade de cada serviço previamente fornecidos, podendo quantificar as variações entre o calculado e o realizado pela construtora.

O edifício será um edifício comercial com uma ampla garagem privativa com vagas para 06 (seis) carros, cobertura em estrutura metálica, e com platibanda escondendo o telhado, sua área total a construir é de 503,63m².

A elaboração da comparação foi através coleta de dados *in loco* e posteriormente tratando os dados da coleta através de estudo de referências bibliográficas, manual do SINAPI e orientações de profissionais da área.

3.1 Metodologia para elaboração do Cronograma.

O orçamento preliminar da obra está apresentado por etapa construtiva, no qual podemos notar a representatividade da porcentagem de cada serviço em relação ao custo da obra e principalmente o tempo de execução da cada etapa, que é o que nos interessa nessa pesquisa, o orçamento foi feito antes do início da obra e com ele concluído, foi gerado o cronograma físico e financeiro.

No cronograma em estudo as etapas são distribuídas em meses, posteriormente estabelecendo as porcentagens de cada serviço e o tempo de execução deles.

3.2 Quantidade de Homens trabalhando.

Foi feito um breve diálogo com o engenheiro e mestre da obra no dia 11/07/2016 para conhecimento do tipo de obra se tratava, quais as dificuldades que eles viam na execução e a quantidade de pessoal envolvido na obra, onde foi nos passada a função de cada colaborador que faziam parte da construção do empreendimento, e de acordo com o cronograma quantificar a quantidade de pessoal a trabalhar diretamente na etapa da fundação, considerando: a função de cada um, quantidade de equipe e o período disponível para execução da etapa.

3.3 Tratamento dos Dados.

A coleta da pesquisa foi planejada e realizada através de visitas na obra no período de 14/07/2016 à 17/08/2016, observando e anotando o andamento da etapa. O acompanhamento foi realizado no período de segunda a sexta sempre no período matutino, pois nesse horário era coletado o serviço realizado até o final do anterior vespertino, já prevendo o período mais quente e podendo haver uma diminuição da produção.

Importante ressaltar que podem ocorrer alterações na etapa, como retirada de alguém da equipe ou até a falta de alguém dela, podendo alterar a relação da quantidade planejada com a quantidade realizada, e foi justamente isso que aconteceu, logo no início da obra, o armador pediu o desligamento da empresa por motivos particulares, o engenheiro e o mestre de obras não encontrou outro profissional tão rápido do mercado e se viram obrigados a terceirizar a armação para não afetar a etapa e gerar um atraso significativo, os prazos de execução foram estabelecidos dentro da realidade do mercado local.

Para realização da coleta dos dados *"in loco"* foi usado uma prancheta, papel A-4, caneta esferográfica e calculadora para mensuração dos serviços executados.

Num segundo passo os dados coletados “*in loco*” foram lançados em planilha do Excel (2010) conforme planilha abaixo.

Tabela 1. Planilha de coleta de dados

DATA	ETAPA DA FUNDAÇÃO	PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	HORAS TRABALHADAS	QUANTIDADE SERVIÇO CONTRATADO (m ³)	QUANTIDADE SERVIÇO EXECUTADO (m ³)

Com a coleta dos dados de cada dia de execução das atividades e quantidade de homens trabalhando, podemos então dimensionar a quantidade teórica de cada colaborador para execução da tarefa através do modelo matemático abaixo.

$$H = \frac{Q_s \times C}{t}$$

Onde:

H = Quantidade de Homens envolvidos no serviço. (Verificação na obra)

Q_s = Quantidade de Serviço executada.

C = Coeficiente de Produtividade do SINAPI

t = Quantidade de Horas trabalhadas

Com o dimensionamento da equipe com base no SINAPI e os dados que serão recolhidos na obra, comparamos a equipe real de trabalho e a equipe teórica.

4.2 Materiais e equipamentos

4.2.1 Matérias de consumo

Para o presente projeto foi usado na etapa os materiais abaixo.

- Tijolo cerâmico furado para alvenaria de embasamento;
- Tábua para fabricação das formas das vigas baldrames;
- Cimento portland;
- Brita;
- Ferro CA50;
- Peça de madeira nativa regional 7,5 x 7,5cm (3x3) não aparelhada (para/forma).

4.2.2 Equipamentos utilizados.

- Diastimetro;
- Linha de Nylon
- Carrinho de mão
- Betoneira
- Pá
- Colher de pedreiro.

4.3 Caracterização do Serviço de Fundação

De acordo com o acompanhamento diário in loco das atividades, foi possível observar que cada serviço da etapa deve seguir uma programação e sequencia, na locação deve ter o maior cuidado e rigor possível, acompanhado de equipamentos e técnicas que garantem o real controle das medidas da edificação.

A fundação que é a parte da obra que geralmente fica enterrada, que serve para suportar as tensões oriundas da edificação.

Para execução da fundação propriamente dita divide-se em fundações rasas e profundas, no caso desta obra, é uma fundação mista, pois possui tanto sapatas

como tubulões, os tubulões são onde ficaram locados os pilares de estrutura metálica.

O mestre de obras informou que para execução da fundação segue a seguinte sequência: locação da obra; escavação manual das sapatas e dos tubulões; escavação manual do local onde será erguida a alvenaria de embasamento; execução das aranhas e dos arranques das sapatas, neste caso esse serviço foi terceirizado; execução do concreto magro para o fundo das sapatas; colocação das aranhas e dos arranques de acordo com o gabarito nas sapatas escavadas; concretagem das sapatas; execução e lançamento do concreto magro para execução da alvenaria de embasamento; execução de alvenaria de embasamento; montagem das formas para vigas baldrame, concretagem das vigas; desforma das vigas; colocação de aterro e reaterro e compactação do aterro.

Para que execução de uma estrutura de concreto armado esteja conforme especificado no projeto, dependerá da rigidez das suas formas, conforme figura 15, pode se observar que as formas estão rígidas e estanques para impedir o vazamento no momento da concretagem.

Figura 15. Execução de forma para concretagem das vigas baldrame.



Fonte: Autor.

Conforme figura 16, foi realizada a desforma tomando cuidado para não danificar a madeira para que ela seja reutilizada em outra etapa da obra e também

evitando a retirada brusca para não danificar o concreto, evitando conserto nas falhas mesmo sendo as mais simples.

Figura 16. Retirada de Formas.



Fonte: Autor.

A impermeabilização como um todo é de suma importância, pois sendo bem executada e com produtos de boa qualidade traz garantia quanto a estanqueidade, garantirá que após a execução da etapa de alvenaria não ocorra problema de patologias (infiltração), conforme podemos observar na figura 17, todas a viga baldrame foram impermeabilizadas para garantir essa estanqueidade.

Figura 17. Vigas Baldrames Impermeabilizadas.



Fonte: Autor.

Os projetos devem estar compatibilizados, ou seja, trabalhar em conjunto, na etapa da fundação devem ser previstos e locados todos os pontos de passagem como mostra a figura 18, passagem de tubulação hidro sanitária.

Figura 18. Passagem de Tubulação Hidro sanitária.



Fonte: Autor.

Segue figura 19, onde podemos observar execução de aterro e reaterro mecanizado, sendo mecanizado além de ganhar em tempo e custo, a entrada e saída do maquinário ajuda no início do processo de compactação do solo.

Figura 19. Aterro e reaterro mecanizado.



Fonte: Autor.

4.4 Equipe Direta

- ✓ 03 Pedreiros.
- ✓ 02 Ajudantes.
- ✓ 01 Carpinteiro.
- ✓ 01 Armador.

4.5 Coleta de Dados Para Dimensionamento

4.5.1 Jornada de trabalho.

A Jornada de trabalho obedeceu a CLT (Consolidação das Leis Trabalhistas) com 44 (quarenta e quatro) horas de trabalhos semanais, conforme a Constituição Federal, a jornada foi cumprida de segunda a sexta para poderem compensar o sábado, ou seja 09 (nove) horas de segunda à quinta e 08 (oito) horas na sexta feira, totalizando as 44 semanais.

4.5.2 Grupos da Fundação Equipe Real.

O serviço de fundação dessa obra foi dividido em 11(onze) etapas conforme dados coletados *in-loco* conforme tabelas abaixo, e para cada um dos grupos será calculado a produtividade de mão-de-obra para comparação do calculado com o aplicado diretamente na obra.

Tabela 2. Tabela de dados in loco Escavação manual de valas.

DATA	ETAPA FUNDAÇÃO	PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	HORAS TRABALHADAS	QUANTIDADE DE SERVIÇO CONTRATADO (m ³)
14/07/2016	ESCAVAÇÃO MANUAL	02 AJUDANTES	09 HORAS	23,79
15/07/2016	ESCAVAÇÃO MANUAL	02 AJUDANTES	08 HORAS	23,79
18/07/2016	ESCAVAÇÃO MANUAL	02 AJUDANTES	09 HORAS	23,79
19/07/2016	ESCAVAÇÃO MANUAL	02 AJUDANTES	09 HORAS	23,79
20/07/2016	ESCAVAÇÃO MANUAL	02 AJUDANTES	09 HORAS	23,79
21/07/2016	ESCAVAÇÃO MANUAL	02 AJUDANTES	09 HORAS	23,79
22/07/2016	ESCAVAÇÃO MANUAL	02 AJUDANTES	08 HORAS	23,79

Tabela 3: Tabela de dados in loco Serviço de Armação

DATA	ETAPA FUNDAÇÃO	PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	HORAS TRABALHADAS	QUANTIDADE DE SERVIÇO CONTRATADO (Kg)
18/07/2016	ARMAÇÃO	02 ARMA. + 02 AJUD.	09 HORAS	1784
19/07/2016	ARMAÇÃO	02 ARMA. + 02 AJUD.	09 HORAS	1784
20/07/2016	ARMAÇÃO	02 ARMA. + 02 AJUD.	09 HORAS	1784
21/07/2016	ARMAÇÃO	02 ARMA. + 02 AJUD.	09 HORAS	1784
22/07/2016	ARMAÇÃO	02 ARMA. + 02 AJUD.	09 HORAS	1784
25/07/2016	ARMAÇÃO	02 ARMA. + 02 AJUD.	09 HORAS	1784
26/07/2016	ARMAÇÃO	02 ARMA. + 02 AJUD.	09 HORAS	1784
27/07/2016	ARMAÇÃO	02 ARMA. + 02 AJUD.	09 HORAS	1784
28/07/2016	ARMAÇÃO	02 ARMA. + 02 AJUD.	09 HORAS	1784
29/07/2016	ARMAÇÃO	02 ARMA. + 02 AJUD.	09 HORAS	1784

Tabela 4. Tabela de dados in loco Apiloamento de Fundo de valas.

DATA	ETAPA FUNDAÇÃO	PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	HORAS TRABALHADAS	QUANTIDADE DE SERVIÇO CONTRATADO (m ³)
22/07/2016	APILOAMENTO	01 AJUDANTE	09 HORAS	0,39

Tabela 5. Tabela de dados in loco Alvenaria de Embasamento.

DATA	ETAPA FUNDAÇÃO	PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	HORAS TRABALHADAS	QUANTIDADE DE SERVIÇO CONTRATADO (m ³)
28/07/2016	ALVENARIA EMBAS.	01 PEDRE. + 01 AJUD.	09 HORAS	2,12
29/07/2016	ALVENARIA EMBAS.	01 PEDRE. + 01 AJUD.	08 HORAS	2,12

Tabela 6. Tabela de dados in loco Lastro de Concreto Magro.

DATA	ETAPA FUNDAÇÃO	PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	HORAS TRABALHADAS	QUANTIDADE DE SERVIÇO CONTRATADO (m ²)
25/07/2016	LASTRO DE CONCRETO	01 PEDR. + 01 AJUD.	08 HORAS	13,64

Tabela 7. Tabela de dados in loco Forma para Fundações.

DATA	ETAPA FUNDAÇÃO	PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	HORAS TRABALHADAS	QUANTIDADE DE SERVIÇO CONTRATADO (m ²)
01/08/2016	FORMA	01 CARPI. + 01 AJUD.	09 HORAS	75,25
02/08/2016	FORMA	01 CARPI. + 01 AJUD.	09 HORAS	75,25
03/08/2016	FORMA	01 CARPI. + 01 AJUD.	09 HORAS	75,25
04/08/2016	FORMA	01 CARPI. + 01 AJUD.	09 HORAS	75,25
05/08/2016	FORMA	01 CARPI. + 01 AJUD.	08 HORAS	75,25

Tabela 8. Tabela de dados in loco Concretagem das Sapatas.

DATA	ETAPA FUNDAÇÃO	PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	HORAS TRABALHADAS	QUANTIDADE DE SERVIÇO CONTRATADO (m ³)
25/07/2016	CONCRETO SAPATAS	01 CARPI. + 01 AJUD. + 01 PEDRE.	09 HORAS	8,94
26/07/2016	CONCRETO SAPATAS	01 CARPI. + 01 AJUD. + 01 PEDRE.	09 HORAS	8,94
27/07/2016	CONCRETO SAPATAS	01 CARPI. + 01 AJUD. + 01 PEDRE.	09 HORAS	8,94
28/07/2016	CONCRETO SAPATAS	01 CARPI. + 01 AJUD. + 01 PEDRE.	09 HORAS	8,94

Tabela 9. Tabela de dados in loco Concretagem das Vigas Baldrame.

DATA	ETAPA FUNDAÇÃO	PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	HORAS TRABALHADAS	QUANTIDADE DE SERVIÇO CONTRATADO (m ³)
08/08/2016	CONCRETO VIGAS	01 CARPI. + 01 AJUD. + 01 PEDRE.	09 HORAS	4,12
09/08/2016	CONCRETO VIGAS	01 CARPI. + 01 AJUD. + 01 PEDRE.	09 HORAS	4,12
10/08/2016	CONCRETO VIGAS	01 CARPI. + 01 AJUD. + 01 PEDRE.	09 HORAS	4,12

Tabela 10. Tabela de dados in loco Impermeabilização das Vigas.

DATA	ETAPA FUNDAÇÃO	PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	HORAS TRABALHADAS	QUANTIDADE DE SERVIÇO CONTRATADO (m ²)
11/08/2016	IMPERMEABILIZAÇÃO DAS VIGAS	01 SERV. + 01 PEDRE.	09 HORAS	32,25
12/08/2016	IMPERMEABILIZAÇÃO DAS VIGAS	01 SERV. + 01 PEDRE.	08 HORAS	32,25

Tabela 11. Tabela de dados in loco Reaterro apilado.

DATA	ETAPA FUNDAÇÃO	PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	HORAS TRABALHADAS	QUANTIDADE DE SERVIÇO CONTRATADO (m ²)
15/08/2016	REATERRO	01 AJUDANTE	09 HORAS	10,73

Tabela 12. Tabela de dados in loco Aterro apilado.

DATA	ETAPA FUNDAÇÃO	PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	HORAS TRABALHADAS	QUANTIDADE DE SERVIÇO CONTRATADO (m ³)
15/08/2016	ATERRO	01 AJUDANTE	09 HORAS	154,88
16/08/2016	ATERRO	01 AJUDANTE	09 HORAS	154,88
17/08/2016	ATERRO	01 AJUDANTE	09 HORAS	154,88

4.6 Dimensionamento das Equipes.

O dimensionamento será feito em função da duração da etapa. A duração é imposta e a incógnita é a quantidade de recursos (equipe), com ciclo de produção pré-definido tantos dias para cada etapa.

Com isso podemos calcular a duração da obra em função da equipe, e a equipe em função da duração, nesse trabalho a medida é concentrar todos os cálculos de duração e equipe.

Os dados de entrada serão informações provenientes do orçamento da obra como os quantitativos, já os coeficientes de produção serão retirados das composições do SINAPI, a partir desses dados calcula-se a produtividade unitária por dia, duração de dias, equipe teórica e finalizando com o cálculo das equipes adotadas para execução da etapa, abaixo se equações para determinação de cada um desses passos.

4.7 Cálculo de dimensionamento de equipe.

A seguir apresentaremos de forma matemática, a quantidade de pessoal necessário para cada serviço da etapa da fundação, demonstrando as composições de cada serviço e calculando para cada um a equipe de trabalho, para posteriormente discutir os resultados e comparando com o executado.

4.7.1 Escavação manual de valas

Tabela 13. Composição de Custo Unitário Escavação manual do terreno.

CHOR	73481	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS EM TERRA COMPACTA. PROF. DE 0 M < H <= 1 M	M3	
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,55

$$Produ. = \frac{1}{2,55} * 8,8 = 3,45 m^3 dia$$

$$Duração de dias = \frac{23,79}{3,45} = 6,89 = 07 dias$$

$$\text{Equipe Teórica: } \frac{3,45}{3,45} = 1,00$$

$$\text{Equipe Adotada considerando 08 dias: } \frac{07}{08} * 1,00 = 0,87 = 1,0 \text{ ajudante}$$

4.7.2 Armação de Fundações.

Tabela 14. Composição de Custo Unitário Armação.

FUES	92916	ARMAÇÃO DE FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES E LAJES (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-50	KG	
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0218
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,133
COMPOSICAO	92792	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,025
INSUMO	40215	ESPACADOR / DISTANCIADOR EM PLASTICO (COLETADO CAIXA)	UN	0,97

$$\text{Produ. Armador} = \frac{1}{0,133} * 8,8 = 66,17 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Duração de Dias} = \frac{1784}{66,17} = 28,32 = 28 \text{ dias}$$

$$\text{Equipe teórica armador} = \frac{66,17}{66,17} = 01 = \text{armador}$$

$$\text{Equipe teórica ajudante} = \frac{66,17}{403,67} = 016 = \text{ajudantes}$$

$$\text{Equipe adotada armador consi. 10 dias} = \frac{28}{10} * 1,00 = 2,80 = 03 \text{ armadores}$$

$$\text{Equipe adotada ajudantes consi. 10 dias} = \frac{28}{10} * 0,16 = 0,45 = 01 \text{ ajudante}$$

4.7.3 Apiloamento de fundo de valas

Tabela 15. Composição de Custo Unitário Apiloamento.

FUES	74078/1	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALA	M2	
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,5

$$\text{Produ. Ajud} = \frac{1}{1,5} * 8,8 = 5,87 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

$$\text{Duração de Dias} = \frac{13,64}{5,87} = 2,32 = 2 \text{ dias}$$

$$\text{Equipe teórica} \frac{5,87}{5,87} = 1,00 \text{ ajudante}$$

$$\text{Equipe teórica ajudantes consi. 1 dia} = \frac{2,0}{10} * 1 = 2,0 \text{ ajudantes}$$

4.7.4 Alvenaria de Embasamento.

Tabela 16. Composição de Custo Unitário Alvenaria Embasamento.

FUES	83519	ALVENARIA EMBASAMENTO TIJOLO CERAMICO FURADO 10X20X20 CM	M3	
COMPOSICAO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,5
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,5
COMPOSICAO	88631	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA), PREPARO MANUAL. AF 08/2014	M3	0,17
INSUMO	7271	BLOCO CERAMICO (ALVENARIA DE VEDACAO), 8 FUROS, DE 9 X 19 X 19 CM	UN	250

$$\text{Produ. pedreiro/ajudante} = \frac{1}{7,5} * 8,8 = 1,17 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

$$\text{Duração de Dias} = \frac{2,12}{1,17} = 1,81 = 02 \text{ dias}$$

$$\text{Equipe teórica pedreiro e ajudante} = \frac{1,17}{1,17} = 01 \text{ ajudante e } 01 \text{ pedreiro}$$

$$\text{Equipe adotada pedreiro e ajudante. 01 dia} = \frac{02}{04} * 1,00 = 0,50$$

$$= 01 \text{ pedreiro e } 01 \text{ ajudante}$$

5 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS ENCONTRADOS.

A aplicação da metodologia no processo da etapa de fundação, possibilitou coleta dos dados *in loco* e a coleta das composições de custo unitário com critérios do SINAPI. Com as coletas em mãos foi dado o prosseguimento dos dados com modelos matemáticos e ferramenta computacional Excel, resultando no dimensionamento da equipe para cada etapa da fundação conforme nas tabelas (2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11 e 12) e gráfico 01 no qual podemos verificar e comparar a diferença entre real trabalho e coeficientes fornecidos pelo SINAPI.

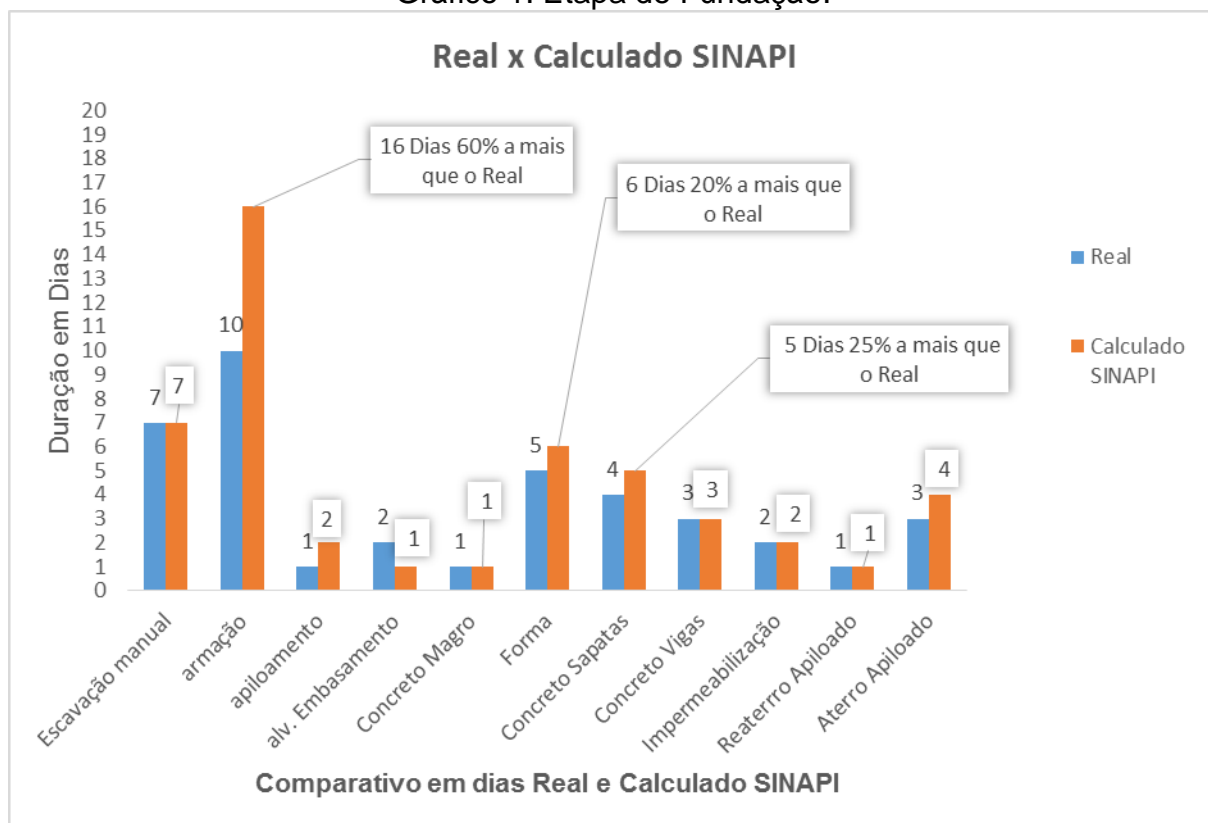
Com a geração do gráfico histograma colhidos das informações das tabelas de 02 a 12, foi analisado o comportamento das variações dos serviços da etapa, na etapa de escavação manual de valas no real foram alocados 02 (dois) ajudantes para execução e eles executaram a etapa em 08 dias de trabalho, já de acordo com os coeficientes SINAPI da composição de custo unitário esse mesmo serviço da etapa poderia ser realizado por um ajudante em 07(sete) dias de trabalho, ou seja: 02 (dois) ajudantes executariam o serviço em no máximo 04 (quatro) dias.

Outras etapas como a armação, teve um ganho significativo em relação aos profissionais envolvidos na tarefa onde para execução da armação de toda a fundação incluindo sapatas, blocos e tubulões foram executadas em 10(dez) dias de trabalho com um ajudante e um armador, já de acordo com os coeficientes das composições do SINAPI, a mesma quantidade de serviço para o mesmo tempo de execução precisaria de 3 (três) armadores e 01 (um) ajudante.

Com o observado *in loco* foi possível identificar alguns fatores que poderiam ter sido e determinantes para que tenha tido diferenças relevantes entre o real e o calculado baseado nas composições SINAPI como: sobrecarga de trabalho, pois como vimos o serviço de escavação manual foi realizado integralmente por dois colaboradores, num período em que a cidade de Palmas está com um grau elevado de temperatura, forçando eles a ter várias paradas durante o dia para reposição de líquido e para descanso, isso pode ter os deixado desmotivados e sobrecarregados, fatores climáticos podem influenciar positiva ou negativamente na realização das tarefas, com um clima mais ameno provavelmente a produção poderia ter chegado bem próximo ao parâmetros do SINAPI

A seguir gráfico 01, quadro 01 e quadro 02 respectivamente, comparativo dos serviços da etapa de fundação real e calculado conforme critérios do SINAPI, e quadro de duração e recursos calculado e quadro de duração e recursos da mão de obra real:

Gráfico 1: Etapa de Fundação.



Quadro 1: Quadro de Duração e Recursos - Calculado.

CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UND	Horas Trabalhadas	QTDE	Produtividade unid/dia				Duração (dias)				Equipe Calculada				
					Pedreiro	Carpinteiro	Armador	Ajudante	Pedreiro	Carpinteiro	Armador	Ajudante	Pedreiro	Carpinteiro	Armador	Ajudante	
73481	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS	m³	8,80	23,79				3,45				7					1
92917	ARMAÇÃO	KG	8,80	1874,00			118,44	727,273			16	16				2	1
73964/6	APILOAMENTO	m²	8,80	13,64				2,933				2					2
83519	ALVENARIA DE EMBASAMENTO	m³	8,80	2,12	1,173			1,173	1			1		1			1
88309	LASTRO DE CONCRETO MAGRO	m³	8,80	0,39	84,615			51,765	1			1		1			2
74076/2	FORMA PARA FUNDAÇÕES	m²	8,80	75,25		11,892		47,568		6		6			1		1
92718	CONCRETAGEM SAPATAS	m³	8,80	9,84	1,846	5,538		1,846	5	5		5	1	1			1
92718	CONCRETAGEM VIGAS BALDRAME	m³	8,80	4,12	1,846	5,538		1,846	3	3		3	1	1			1
93360	REATERRO APILOADO	m³	8,80	10,73				37,447	1			1					1
73672/1	IMPERMEABILIZAÇÃO DA VIGA BALDRAME	m³	8,80	32,25	17,600			8,80	2			2		1			2
94304	ATERRO APILOADO	m³	8,80	154,88				38,26				4					1

Fonte: Adaptada, Planejamento e controle de obras, 2010, Ed. PINI

Quadro 2: Quadro de Duração e Recursos - Calculado.

CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UND	Horas Trabalhadas	QTDE	Equipe Real			
					Pedreiro	Carpinteiro	Armador	Ajudante
73481	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS	m ³	8,80	23,79				2
92917	ARMAÇÃO	KG	8,80	1874,00			2	2
83316	APILOAMENTO	m ²	8,80	13,64				1
83519	ALVENARIA DE EMBASAMENTO	m ³	8,80	2,12	1			1
88309	LASTRO DE CONCRETO MAGRO	m ³	8,80	0,39	1			1
74076/2	FORMA PARA FUNDAÇÕES	m ²	8,80	75,25		1		1
92718	CONCRETAGEM SAPATAS	m ³	8,80	9,84	1	1		1
92718	CONCRETAGEM VIGAS BALDRAME	m ³	8,80	4,12	1	1		1
93360	REATERRO APILOADO	m ³	8,80	10,73				1
73672/1	IMPERMEABILIZAÇÃO DA VIGA BALDRAME	m ³	8,80	32,25	1			1
94304	ATERRO APILOADO	m ³	8,80	154,88				1

Fonte: Adaptada, Planejamento e controle de obras, 2010, Ed. PINI

Nos quadros 03, podemos observar que não necessariamente um serviço da etapa deve começar antes que outro termine, pelo contrário, em vários momentos da obra teremos atividades que foram concluídas em conjunto com outra, é aí que se nota claramente a técnica mesmo que não intencional do PERT/COM sendo aplicada na etapa, onde por exemplo a concretagem das sapatas foi iniciada no mesmo dia do lastro de concreto magro e as duas iniciaram no meio do processo de armação, e antes que a armação fosse finalizada deu-se início na alvenaria de embasamento e no reaterro compactado.

Quadro 3: Cronograma Integrado com Dias de Calendário.

ETAPA DE FUNDAÇÃO	Duração da Atividade (dias)	Julho							Agosto																																													
		3ª Semana			4ª Semana				5ª Semana				1ª Semana			2ª Semana				3ª Semana																																		
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20											
D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S													
Escavação manual de valas	07 dias																																																					
Armação	10 dias																																																					
Apiloamento Fundo da vala	01 dia																																																					
Lastro de Concreto Magro	01 dia																																																					
Alvenaria de Embasamento	02 dias																																																					
Forma Para Fundações	05 dias																																																					
Concretagem das Sapatas	04 dias																																																					
Concretagem das Vigas	03 dias																																																					
Impermeabilização das vigas	02 dias																																																					
Reaterro Apiloado	01 dia																																																					
Aterro Apiloado	03 dias																																																					

Fonte: Adaptada, Planejamento e controle de obras, 2010, Ed. PINI

O quadro 04, mostra disposição de mão de obra disponível conforme cronograma integrado com dias do calendário no qual pode-se visualizar perfeitamente quantos e quais profissionais foram envolvidos em cada dia de serviço da etapa.

Quadro 4: Cronograma de pessoal de acordo com Dias de Calendário.

PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	Julho					Julho					Julho					Agosto					Agosto					Agosto																													
	3ª Semana					4ª Semana					5ª Semana					1ª Semana					2ª Semana					3ª Semana																													
	10 D	11 S	12 T	13 Q	14 Q	15 S	16 S	17 D	18 S	19 T	20 Q	21 Q	22 S	23 S	24 D	25 S	26 T	27 Q	28 Q	29 S	30 S	31 D	1 S	2 T	3 Q	4 Q	5 S	6 S	7 D	8 S	9 T	10 Q	11 Q	12 S	13 S	14 D	15 S	16 T	17 Q	18 Q	19 S	20 S													
Carpinteiro																1	1	1	1	1																																			
Pedreiro																2	1	1	2	1																1	1	1	1	1	1														
Armador																2	2	2	2	2																																			
Ajudante						2	2				4	4	4	4	4						4	3	3	3	4						1	1	1	1	1											2	1	1							

Fonte: Adaptada, Planejamento e controle de obras, 2010, Ed. PINI

Para o estudo em questão apenas na fundação houve diferença significativa entre real na obra e calculado conforme critérios no SINAPI com auxílio das composições de custo unitário.

No serviço de armação a diferença se deu pelo fato de como dito anteriormente, a empresa estava sem armador registrado na empresa e não encontrou profissional para contratar a tempo do início da obra, com isso se viu obrigada a terceirizar o serviço, esse terceirizado por sua vez para terminar o serviço rápido, diminuiu seu horário de almoço, trabalhava até o anoitecer e trabalhou no sábado 23/07/2016, por isso a diferença de seis dias a mais do calculado para o real.

Para os outros serviços da etapa, o SINAPI conseguiu atender de forma aceitável em relação com o real, variando em alguns serviços em apenas um dia de diferença, e para outros serviços o calculado foi rigorosamente o mesmo do executado real.

Para efeito de conhecimento também foram levantados conforme quadro 05 e 06 respectivamente, resumo em horas de mão de obra para equipe real e calculado.

Quadro 5: Resumo em horas de Mão de obra real.

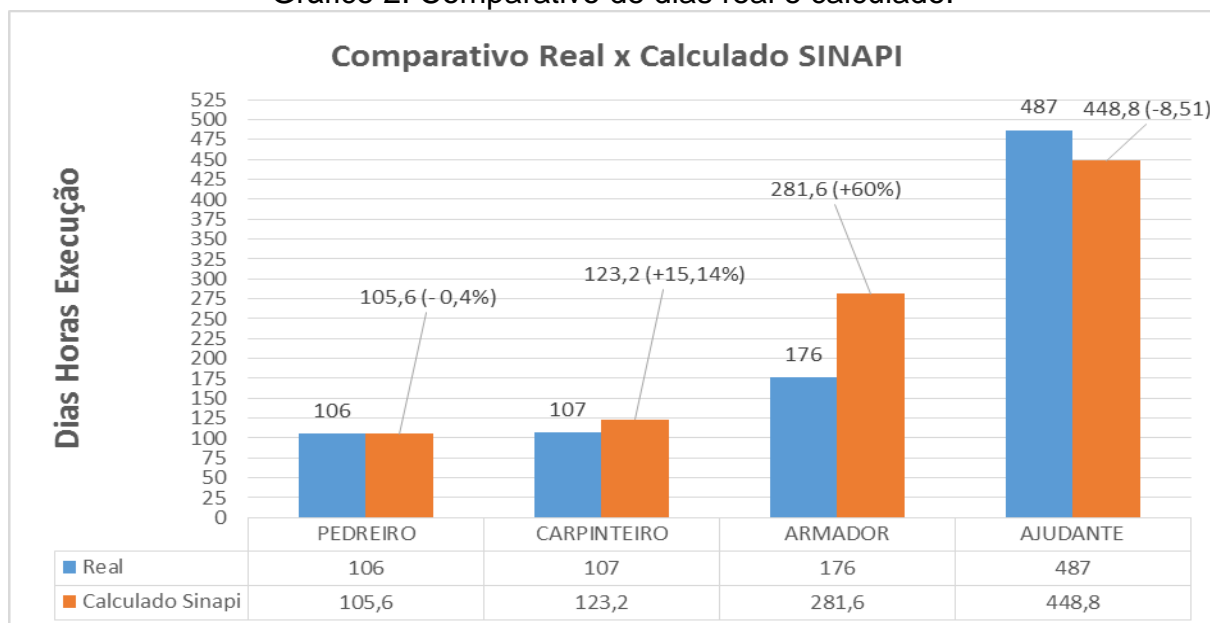
ITEM	CÓD. SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
COMPOSIÇÃO	88309	PEDREIRO	H	106,00
COMPOSIÇÃO	88262	CARPINTEIRO	H	107,00
COMPOSIÇÃO	88245	ARMADOR	H	176,00
COMPOSIÇÃO	88242	AJUDANTE	H	487,00

Quadro 6: Resumo em horas de Mão de obra calculado.

ITEM	CÓD. SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
COMPOSIÇÃO	88309	PEDREIRO	H	70,40
COMPOSIÇÃO	88262	CARPINTEIRO	H	123,20
COMPOSIÇÃO	88245	ARMADOR	H	246,40
COMPOSIÇÃO	88242	AJUDANTE	H	442,82

Abaixo conforme gráfico 02, segue um comparativo de quantidade de horas para execução da etapa em questão dessa pesquisa que é a fundação, entre horas trabalhadas na realidade conforme levantamento in loco e levantamento de horas que seriam trabalhadas se a empresa tivesse adotado os parâmetros das composições fornecidas pelo SINAPI.

Gráfico 2: Comparativo de dias real e calculado.



composições para estudo desse projeto são intimamente ligadas a realidade do Tocantins, a figura 20 nos mostra que todos os coeficientes de mão de obra são coeficientes atribuídos de São Paulo (AS), no entanto o entendimento que devemos ter é que essa representatividade se trata dos serviços, só que na realidade esse serviço está no caderno de composições e cada serviço tem seus insumos, a figura 21 ilustra de forma clara que a mão de obra usada como parâmetro é coletada no estado do Tocantins sendo (C) ou quando não é coletada faz-se uma representatividade (CR).

- ✓ C = Coletado.
- ✓ AS = Atribuído de São Paulo
- ✓ CR = Coeficiente de Representatividade.

Figura 20: Composições Mão de obra Fundação

88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	AS
88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	AS
88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	AS
88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	AS
88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	AS
88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	AS
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	AS

Fonte: Composições SINAPI

Figura 21: Insumos Mão de Obra Fundação.

00004750	PEDREIRO	H	C
00000248	AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	CR
00001213	CARPINTEIRO DE FORMAS	H	C
00000378	ARMADOR	H	C
00006114	AJUDANTE DE ARMADOR	H	CR
00006111	SERVENTE	H	C

Fonte: Composições SINAPI

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.

A pesquisa em questão foi possível estudar um pouco mais afundo a mão de obra no que se trata equipe direta na etapa de fundação de uma obra comercial da cidade de Palmas – TO. Na metodologia utilizada e coletando dados *in loco* analisando indicadores de mão de obra através de modelos matemáticos com apoio dos índices das composições de custos unitários de cada serviço da etapa, com foco na comparação da mão de obra real com a mão de obra calculada com os da referência SINAPI.

Dessa forma, concluiu-se que a equipe na realidade da obra é satisfatória pois se equipara com o método calculado com a referência SINAPI, pois houve diferença significativa apenas no serviço de armação, diferença essa causada pois a empresa terceirizou a mão de obra pois logo no início da obra e equipe ficou desfalcada do único armador que tinha e se viu obrigada a fazer essa terceirização da armação cortada, armada e dobrada.

A pesquisa no geral, descreveu o sistema de dimensionar mão de obra para uma etapa específica de uma obra com base no SINAPI e suas composições, apresentou composições da etapa de fundação, para que com seus coeficientes de mão de obra, fosse dado início aos cálculos dessa equipe e constatou-se que a vem crescendo a qualificação da mão de obra no cenário tocantinense, mais precisamente na cidade de Palmas que foi objeto dessa pesquisa, provando que as empresas estão procurando otimizar serviços e reduzir seus custos.

Portando, procuramos deixar nessa pesquisa uma contribuição para o público universitário para que possa servir de fonte de pesquisa para acadêmicos do curso de engenharia civil para trabalhos futuros.

- ✓ Aplicação da mesma metodologia na etapa de fundação em outras obras da cidade de Palmas-TO.
- ✓ Aplicação da mesma metodologia em outra etapa significativa em obra residencial na cidade de Palmas – TO.
- ✓ Aplicar a metodologia num canteiro de obra bem maior que o utilizado nessa pesquisa.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Fernanda Marchiori de. TCPO 2003 – Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos, Fernanda Marchiori de Almeida – São Paulo: editora Pini, 2003.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. Engenharia de Custos: metodologia de orçamentação para obras civis, Paulo Roberto Vilela Dias – 5ª ed. – Itaperuna, Rj: editora Hoffmann, 2005.

SILVA, Mozart Bezerra da. Orçamento de Obras. Curitiba. 2009. (Apostila).

Livro Sinapi metodologias e conceitos 1ª edição. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria_556. Acesso em 01 de abril de 2016.

Curso de Gestão e Gerenciamento de Obras. Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/185/anexo/cursopla.pdf>. Acessado em 04 de abril de 2016.

MATOS, Aldo Dórea. Planejamento e Controle de Obras, Aldo Dórea Matos – PINI, 2010.

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia e Construção. Disponível em: www.pcc.usp.br. Acesso em 01 de abril de 2016.

A produtividade da Construção Civil brasileira. Disponível em <http://www.cbicdados.com.br>. Acesso em 16 de abril de 2016.

AZEVEDO, A. C. S. Introdução a Engenharia de Custos. Editora PINI, São Paulo, 2ª Edição, 1985.

LIBRELOTTO, L.I. et al. Custos Na Construção Civil: uma análise teórica e comparativa. Núcleo de Pesquisa em Construção – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

SOUZA, A. L. R.; MELHADO, S. B. Preparação da execução de obras. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

SOUZA, R. et al. Sistema de Gestão de Qualidade para Empresas Construtoras. São Paulo: PINI, 1995.

MATTOS, Aldo Dórea. Como Preparar Orçamentos de Obras. 1.ed. – São Paulo: PINI, 2006.

DIAS, Paulo R. V. Engenharia de Custos: Estimativa de Custos de Obras e Serviços de Engenharia. 2. ed. – Rio de Janeiro: IBEC, 2011.

DIAS, Paulo R. V. Engenharia de Custos: Novo Conceito de BDI. 3. ed. – Rio de Janeiro: IBEC, 2008.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL; SINAPI – Caderno Técnico: Composições Representativas. 04 de outubro de 2016. Disponível em:
<http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>

Acesso em: 04 de outubro de 2016, 19:12:08.

GONZÁLEZ, M. A. S; Noções de Orçamento e Planejamento de Obras. ed. São Leopoldo, 2008. 49 p.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifício em condomínio (NB 140). Rio de Janeiro: ABNT, 1965.

FAILLACE, Raul Rego. O orçamento na construção civil. Caderno Técnico. 2ed. Porto Alegre: UFRGS, 1988.

MATOS, Aldo Dórea. Planejamento e controle de Obras. PINI 2010.

SÁ, Carlos Alexandre; MORAES, José Rabello de. Orçamento estratégico: uma visão empresarial. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. 300 p.

<http://www.devmedia.com.br/introducao-ao-pmi-pmbok-e-ao-pmp/27110>

Acesso em: 29 de abril de 2016, 02:21:44.