



**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFAMETRO
ENGENHARIA CIVIL**

**IRLAMILDO LIRA MENDES
VITOR BENÍCIO SENA RABELO**

**ESTUDO DO PLANEJAMENTO E ANÁLISE DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS
ESTRUTURAIS DA OBRA DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DE UMA ESCOLA DE
TEMPO INTEGRAL NO MUNICÍPIO DE EUSÉBIO-CE**

**FORTALEZA-CE
2024**

IRLAMILDO LIRA MENDES
VITOR BENÍCIO SENA RABELO

ESTUDO DO PLANEJAMENTO E ANÁLISE DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS
ESTRUTURAIS DA OBRA DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DE UMA ESCOLA DE
TEMPO INTEGRAL NO MUNICÍPIO DE EUSÉBIO-CE

Monografia apresentada ao curso de
Bacharelado em Engenharia Civil do Centro
Universitário Fametro – UNIFAMETRO –
como requisito para a obtenção do grau de
bacharel, sob orientação do Profº Me. Kaio
Gefferson de Almeida Mesquita

FORTALEZA - CE

2024

M538e

Mendes, Irlamildo Lira.

Estudo do planejamento e análise dos métodos construtivos estruturais da obra de reforma e ampliação de uma escola de tempo integral no município de Eusébio-CE. / Irlamildo Lira Mendes; Vitor Benício Sena Rabelo. – Fortaleza, 2024.
58 f. ; il. ; 30 cm.

Monografia - Curso de Graduação em Engenharia Civil, Unifametro, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Me. Kaio Gefferson de Almeida Mesquita.

1. Gestão de Processos – Engenharia Civil. 2. Planejamento – Engenharia Civil. 3. Eficiência – Engenharia Civil. I. Título.

CDD 624.029 9

IRLAMILDO LIRA MENDES
VITOR BENÍCIO SENA RABELO

ESTUDO DO PLANEJAMENTO, ANÁLISE E COMPARATIVA DOS MÉTODOS
CONSTRUTIVOS ESTRUTURAIS DA OBRA DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DE
UMA ESCOLA DE TEMPO INTEGRAL NO MUNICÍPIO DE EUSÉBIO-CE

Monografia apresentada ao curso de
Bacharel em Engenharia Civil do Centro
Universitário Fametro – UNIFAMETRO –
como requisito para a obtenção do grau de
bacharel, sob orientação do profº MsC. Kaio
Gefferson de Almeida Mesquita

BANCA EXAMINADORA

Profº. MsC. Kaio Gefferson de Almeida Mesquita
Orientador – Centro Universitário Fametro - UNIFAMETRO

Profº. Esp. Paulo Bruno Souza Nunes
Membro interno – Centro Universitário Fametro - UNIFAMETRO

Profº. MsC. Diego Barbosa Fontes
Membro externo – Centro Universitário UniFanor

AGRADECIMENTOS

À Santíssima Trindade, alegria da minha juventude.

À Maria e a José, amizades inefáveis.

Ao meu filho, razão pela qual vivo e morro.

À minha mãe, meu apoio mais certo nas horas incertas.

Ao querido prof. Kaio, que com sua dedicação de mestre nos orientou nesta produção.

Aos professores e colegas que passaram pela minha vida nessa jornada de graduação e somaram no meu crescimento profissional.

Ao amigo Vitor, que dividiu comigo a elaboração deste trabalho.

Irlamildo Lira Mendes

Primeiramente Agradecer Ao meu Senhor Jesus por permitir o dom da vida,

Aos meus pais e irmãos que sempre me apoiaram desde o início.

À minha esposa que me ajudou a superar todos os obstáculos da vida.

Ao Professor Mestre Kaio que topou o desafio e nos ensinou e ajudou na produção do trabalho.

Aos Professores, amigos e colegas que passaram pela fase acadêmica, que sempre deixaram ensinamentos.

Ao Amigo Irlamildo, dupla de pesquisa do trabalho.

Vitor Benício Sena Rabelo

ESTUDO DO PLANEJAMENTO E ANÁLISE DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS ESTRUTURAIS DA OBRA DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DE UMA ESCOLA DE TEMPO INTEGRAL NO MUNICÍPIO DE EUSÉBIO-CE

Irlamildo Lira Mendes
Vitor Benício Sena Rabelo

RESUMO

Com o crescente aumento da competitividade, a globalização do mercado e a demanda por construções mais modernas, a velocidade com que surgem novas tecnologias atrelado ao grau de exigência dos clientes, criou o cenário perfeito para que as empresas percebessem que investir em gestão e controle de processo é de fundamental importância para o empreendimento. Sem essa sistemática de planejamento, os empreendimentos perdem de vista seus principais indicadores: o prazo, o custo e o lucro. Este Trabalho tem como objetivo analisar a metodologia de planejamento realizado para a execução de uma obra de reforma e ampliação de uma escola de tempo integral no município de Eusébio-CE, visando dar ênfase aos pontos positivos e negativos para desenvolver soluções com maior eficiência. O planejamento da execução, desde os estudos preliminares, documentações obrigatórias, compatibilização de projetos, análises orçamentárias e tomada de decisões, permitem uma alocação eficiente dos recursos disponíveis, e garantem que sejam utilizados da melhor forma possível. A utilização de técnicas construtivas enxutas, que acelerem minha obra apesar do impacto orçamentário, pode ser uma excelente proposta para enxugar gastos com desperdício de insumos, mão de obra e tempo desperdiçado, podendo atingir, desta forma, resultados satisfatórios, prezando por custo, prazo, qualidade e responsabilidade socioambiental.

Palavras-chave: Planejamento; Gestão, Eficiência; Recursos, Construção enxuta; Construção convencional.

ABSTRACT

With the growing competitiveness, the globalization of the market and the demand for more modern constructions, the speed with which new technologies emerge, coupled with the level of customer demand, has created the perfect scenario for companies to realize that investing in management and process control is of fundamental importance for the enterprise. Without this planning system, companies lose sight of their main indicators: time, cost and profit. The aim of this paper is to analyze the planning methodology used to carry out the renovation and expansion of a full-time school in the municipality of Eusébio-CE, with a view to highlighting the positive and negative points in order to develop more efficient solutions. Execution planning, from preliminary studies, mandatory documentation, project compatibility, budget analysis and decision-making, allows for the efficient allocation of available resources and ensures that they are used in the best possible way. The use of lean construction techniques, which speed up my work despite the budgetary impact, can be an excellent proposal for cutting down on wasted inputs, labor and wasted time, and can thus achieve satisfactory results, prioritizing cost, time, quality and socio-environmental responsibility.

Keywords: Planning; Management; Efficiency; Resources; Lean construction; Conventional Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma	28
Figura 2 - Fachada da escola	29
Figura 3 - Localização da escola	34
Figura 4 - Planta baixa da escola antes da reforma	35
Figura 5 - Planta baixa pós reforma, pav. térreo	36
Figura 6 - Planta baixa pós reforma, pav. superior	36
Figura 7 - Capa do edital da licitação	37
Figura 8 - Cronograma financeiro, meses 1 a 4	38
Figura 9 - Cronograma Financeiro, meses 5 a 8	39
Figura 10 - Logomarca da AMMA	40
Figura 11 - Concretagem de Sapata Alavancada	41
Figura 12 - Serviço de dobra de aço	42
Figura 13 - Armadura pronta soldada com formas incorporadas	44
Figura 14 - Dimensionamento da Equipe	45
Figura 15 - Dimensionamento da equipe	45
Figura 16 - Dimensionamento da equipe	45
Figura 17 - Custo dos serviços	46
Figura 18 - Caminhão betoneira	47
Figura 19 - Caminhão auto bomba de concreto	48
Figura 20 - Composição de concreto 25MPA - Utilizada	48
Figura 21 - Composição de concreto bombeado	49
Figura 22 - Trelifácil	50
Figura 23 - Comparativo Trelifácil X Vigotas pré-moldadas	51
Figura 24 - Laje pré-moldada treliçada	51
Figura 25 - Composição da laje pré fabricada tradicional	52
Figura 26 - Composição de laje utilizando trelifácil	52

Sumário

AGRADECIMENTOS	4
LISTA DE FIGURAS	7
1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Objetivo Geral	11
1.2. Objetivos Específicos	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1. ASPECTOS GERAIS E CARACTERIZAÇÃO DA OBRA	12
CONSTRUÇÃO X REFORMA.....	12
ESTUDO TOPOGRÁFICO.....	12
ESTUDO DO SOLO.....	13
2.2. ESTUDO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	14
PROJETO DE TERRAPLANAGEM.....	14
PROJETO DE SITUAÇÃO	14
PROJETO ESTRUTURAL	15
PROJETO ARQUITETÔNICO.....	15
PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	16
PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	16
PROJETO DE FOSSA SÉPTICA	16
PROJETO DE CASTELO D'AGUA	17
PROJETO DE PAISAGISMO	17
2.3. ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA	17
LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS	18
TABELAS SEINFRA E SINAPI	18
2.4. DOCUMENTAÇÃO REGULATÓRIA	19
CADASTRO NACIONAL DE OBRAS (CNO).....	19
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART).....	19
REGISTRO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (RRT)	20
PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (PGRCC).....	20
LICENÇA PRÉVIA, LICENÇA DE INSTALAÇÃO E LICENÇA DE OPERAÇÃO	21
SUPRESSÃO VEGETAL.....	22
LAUDO DE VISTORIA TÉCNICA.....	22
ALVARÁ DE CONSTRUÇÃO.....	23
2.5. PLANEJAMENTO DA OBRA	23
CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE OBRA	23

FERRAMENTO DE CONTROLE	23
CANTEIRO DE OBRA.....	25
2.6. TECNOLOGIA DE CONSTRUÇÃO ENXUTA	25
3. METODOLOGIA.....	28
3.1. ESTUDOS INICIAIS DA OBRA	28
3.2. DOCUMENTOS REFERENTES AO PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO DA OBRA 30	
3.3. COMPARATIVO DE MÉTODOS CONSTRUTIVOS UTILIZADOS COM MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO ENXUTA.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA OBRA.....	33
4.2. DOCUMENTAÇÃO INICIAL	36
4.3. MÉTODOS CONSTRUTIVOS UTILIZADOS.....	39
4.3.1. Infraestrutura	39
4.3.2. Superestrutura	41
4.3.3. Alvenarias.....	42
4.4. APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO ENXUTA E COMPARATIVO COM OS MÉTODOS UTILIZADOS	43
4.4.1. Armadura Pronta Soldada e Formas incorporadas	43
4.4.2. Concreto usinado e bombeado com aditivo plastificante e acelerador de tempo de cura	45
4.4.3. Trelifácil e lajotas de EPS.....	48
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1. INTRODUÇÃO

Planejar é uma das atividades mais importantes para quaisquer uma das ações realizadas nas indústrias. O planejamento pode ser considerado a função administrativa mais determinante para se obter bons resultados no cumprimento de metas e no melhoramento de recursos utilizados na execução de determinado planejamento.

O planejamento de obra, tanto no setor privado quanto no setor público, é fundamental para obter êxito no empreendimento. Segundo Conceição (2014), a ação de planejar serve para o apontamento de ações a serem realizadas e antecipação de decisões a serem tomadas, com o intuito de evitar desvios mediante a adoção de mudanças constantes do ambiente em adequação a estes objetivos e metas a serem obtidos.

Com o crescente aumento da competitividade, a globalização do mercado, a demanda por construções mais modernas, a velocidade com que surgem novas tecnologias, o aumento do grau de exigência dos clientes, todos estes fatores contribuíram para que as empresas percebessem que investir em gestão e controle de processo é extremamente importante. Pois sem essa sistemática de planejamento os empreendimentos perdem de vista seus principais indicadores: o prazo, o custo e o lucro. Desta forma o processo de planejamento e controle passa a exercer papel fundamental nas empresas por terem forte influência no resultado do produto final.

Conhecer prazos, cronogramas, processos, valores, potencial de produção e ter essas informações frescas na lembrança é o maior diferencial para o gestor de obra. Controlar todas essas informações e se atentar em cumpri-las será o fator determinante para o sucesso de uma construção, seja ela de pequeno, médio ou grande porte. A reduzida disponibilidade de recursos financeiros para novos empreendimentos, fez com que as empresas investissem em gestão e controle de processos, pois sem esta sistemática gerencial os empreendimentos perdem de vista seus principais indicadores: o prazo, o custo, o lucro (Mattos, 2010).

Nocêra (2010) afirma que a qualidade e o grau de benefícios obtidos com o planejamento do projeto são fatores diretamente ligados à eficácia da implementação do mesmo e ao monitoramento das atividades planejadas. Em contrapartida, um planejamento inadequado ou não realista faz com que o projeto

desvie dos objetivos definidos, causando prejuízos e em alguns casos tornando o projeto inadequado ou inaceitável. Ao final de cada etapa avaliar os acertos e erros são determinantes para o futuro de qualquer projeto, pois maximizar os acertos e reajustar os erros, garantem uma boa gestão e planejamento.

Neste estudo vamos analisar o processo de planejamento de uma obra de reforma e ampliação realizada pela prefeitura municipal de Eusébio-CE, apontar indicadores que foram fundamentais para a conclusão desta etapa tão importante para qualquer obra, desde a análise de custo, pelo estudo de composições de custo, cotação de preços, controle de custos, estudo dos projetos, dimensionamento de equipe, mensuração de insumos, emissão de documentos preliminares, disposição do canteiro de obras. ajustes finais e por fim, a entrada na obra.

1.1. Objetivo Geral

Analisar a metodologia de planejamento realizado para a execução de uma obra de reforma e ampliação de uma escola de tempo integral no município de Eusébio-CE, visando dar ênfase aos pontos positivos e negativos para desenvolver soluções com maior eficiência.

1.2. Objetivos Específicos

- Contextualizar de forma geral a realidade da obra
- Levantar dados e documentos sobre o planejamento da obra
- Avaliar os dados levantados em relação a processos construtivos com tecnologia de execução enxuta.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. ASPECTOS GERAIS E CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

CONSTRUÇÃO X REFORMA

Todo empreendimento possui suas características particulares, seus pormenores. Uma das principais informações que devem ser observadas, é se uma obra é de construção ou reforma, pois possuem traços diferentes, tanto na forma de execução, quanto na documentação e em outros aspectos físicos, financeiros e administrativos da edificação.

Segundo Poubel, construção é o processo de “*criar uma edificação do zero*”, a partir de um terreno vazio ou de uma demolição prévia. A construção envolve todas as etapas necessárias para erguer uma estrutura, desde a fundação até o telhado, passando pela instalação elétrica, hidráulica, sanitária, de gás e de comunicação. A construção também inclui os acabamentos internos e externos como piso, revestimentos, pintura, esquadrias, portas e janelas.

Já as reformas, são intervenções realizadas em uma edificação já existente, com o objetivo de modificar, ampliar, restaurar ou modernizar algum aspecto da sua estrutura.

Reformas podem ser parciais ou totais, dependendo da extensão e da complexidade das mudanças desejadas. Podem envolver desde a troca de um revestimento ou de uma torneira até a demolição de paredes ou a construção de novos cômodos. (Poubel, 2023)

ESTUDO TOPOGRÁFICO

Topografia é a forma usada para fazer medições em construções e seu campo de atuação se restringe às porções superficiais de terra, onde emprega-se mecanismos para deixar o local plano e propício para o início da obra.

A elaboração de plantas precisas que entendam o terreno a fim de otimizar o projeto fica por conta do estudo topográfico. Por meio dele é possível compreender e estimar as movimentações, inclinações, curvas de níveis, volume de escavação,

volume de aterro, volume de reaterro e diversos outros fatores que podem causar um impacto financeiro ou físico na obra (BORGES, 1992)

Obras bem executadas são provenientes de bons métodos de locação, onde é priorizado a necessidade de fazer bem feito as etapas que antecedem o início dos trabalhos, como levantamento topográfico, marco de apoio e criação de projetos (ZIMMERMANN, 2015).

ESTUDO DO SOLO

A possibilidade de se conhecer melhor as potencialidades e as limitações dos materiais do solo da edificação permitirá uma compreensão correta do processo para classificação deste solo, além de possibilitar que as propriedades peculiares sejam analisadas e levadas em consideração (Barroso, 2002). Ensaio em laboratórios permitem determinar a melhor escolha para o projeto de fundações que serão utilizadas visando a prosperidade do empreendimento observando as vantagens técnicas e prevenções de patologias proveniente do tipo de fundação escolhida.

O solo é um material natural, muito variável quanto à composição e comportamento da carga, podendo ser detectado variabilidade de maciço de solos propiciada pela natureza em termos de tipo de solo, consistências compacidade e características de resistência e deformabilidade ao examinar duas verticais próximas no solo. Visto isto, em cada projeto de fundações deve-se proceder uma análise previa do solo, chamada investigação geotécnica, com o objetivo de descobrir as condições que a natureza oferece (CINTRA et. al, 2013)

Conhecer as características e condições do subsolo é uma das principais condição para o desenvolvimento de um projeto de fundação desde segurança até a economia. Assentar uma fundação superficial em um solo ideal proporciona boa capacidade de suporte e baixa deformidade, contudo no dia a dia essas características essas condições não são atendidas (VENDRUSCOLO, 1996).

Oliveira (2021) afirma que o ensaio SPT, ou ensaio de sondagem simples à percussão, é um dentre vários métodos de obtenção do perfil geotécnico de um solo. No entanto, destaca-se dos seus equivalentes pela praticidade e precisão de resultados levando em conta o seu custo de aplicação. Ou seja, o melhor custo

benefício na maioria dos casos de construções residenciais dentro da engenharia civil, sendo o método mais utilizado no país. Entre suas vantagens estão custo benefício, melhor previsibilidade de solução em fundações, segurança em possíveis problemas futuros e consumo de material.

2.2. ESTUDO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

PROJETO DE TERRAPLANAGEM

Terraplanagem é um conjunto de operações que envolvem escavações, carga, transporte, descarga, compactação e acabamentos em solo. Com este serviço mudan-se as configurações naturais do terreno para uma nova conformação topográfica com base do que se é solicitado por projeto arquitetônico, urbanístico e estrutural (Normativa 06, SAMA)

PROJETO DE SITUAÇÃO

Uma planta de situação é um documento que traz a localização do terreno dentro de uma área com medições precisas em relação aos limites do terreno e às propriedades vizinhas, bem como a posição relativa da edificação no terreno.

Em uma planta de situação devem conter as seguintes informações: Dimensões do terreno, afastamentos frontais e laterais, recuo, linhas de contorno das construções existentes, dimensões dos passeios e do logradouro, orientação.

Também deve seguir a norma NBR 6492 (Representação de projetos de arquitetura), e para isto deve apresentar simbologias de representação gráfica, curvas de nível existentes e projetadas, indicações do norte, nome das vias de acesso, indicação das áreas a serem edificadas, denominação dos diversos edifícios, construções existentes, demolições ou remoções futuras, escala e notas. (AMARAL, 2020)

PROJETO ESTRUTURAL

A NBR6118(projeto de estrutura de concreto) Esta Norma estabelece os procedimentos e requisitos básicos para o projeto de estruturas de concreto.

Define a base sobre a qual uma estrutura será erguida, garantindo sua estabilidade, segurança e durabilidade ao longo do tempo. Dentre as importâncias de um projeto estrutural estão:

- **Segurança:** Garante que a estrutura seja capaz de suportar as cargas aplicadas sobre ela, incluindo peso próprio, ocupação humana, mobiliário, equipamentos, além de eventuais cargas externas como vento.
- **Economia:** Um projeto estrutural eficiente resulta na economia de materiais e custos de uma construção, pois otimiza recursos sem comprometer a estabilidade estrutural
- **Durabilidade:** Um projeto estrutural deve contribuir para a durabilidade da construção e reduzir a probabilidade de problemas como fissuras, deformações excessivas ou falhas estruturais a longo prazo. (CHOO, 2017)

Uma informação importante que segue no projeto estrutural é a definição do Fator de Resistência à compressão característica (FCK) do concreto aos 28 dias de idade. Este fator é fundamental para o dimensionamento e cálculo estrutural e de armadura (aço) necessária. Um FCK adequado é essencial para garantir a durabilidade do concreto e sua resistência a agentes agressivos.

Ao utilizar um concreto com este fator dimensionado adequadamente, é alcançada uma otimização do uso dos materiais e redução de custos, sendo possível evitar excessos desnecessários ou insuficiências perigosas.

No Brasil os valores utilizados para este fator geralmente são: C20 – 20 Mpa (Usado em estruturas leves), C25 a 35 – 25 a 35 Mpa (Utilizado em residências e edifícios de pequeno a médio porte) e C40 e superiores – Acima de 40Mpa (Construções de grandes estruturas). (CASCUDO, 2010)

PROJETO ARQUITETÔNICO

Um projeto arquitetônico é responsável por conceder e planejar a forma, função e estética de um edifício ou espaço, pois ele irá destacar a elementos

importantes, como funcionalidade, estética, sustentabilidade, segurança, conforto, e uma de suas funções principais é mostrar de forma clara a viabilidade do projeto. (NEUFERT, 2013)

PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

O projeto de instalações elétricas desempenha o papel de garantir a segurança, funcionalidade e eficiência energética de um edifício. Este projeto desenvolvido adequadamente garante que todas as instalações elétricas atendam aos padrões de segurança, minimizando o risco de acidentes, sobrecargas e outros contratempos que causem danos às pessoas ou propriedades.

Quando este projeto é bem elaborado, considera a demanda de energia do edifício e dimensiona adequadamente os circuitos elétricos, garantindo que haja carga suficiente para todas as necessidades da edificação (COTRIM, 2018)

PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

O projeto de instalações hidrossanitárias desempenha uma importante função na concepção e funcionamento adequado de uma edificação. Este projeto garante o fornecimento de água potável, coleta e tratamento correto de águas residuais, bem como a prevenção de problemas, como vazamento e contaminação.

Instalações hidrossanitárias adequadas são fundamentais para proteger a saúde pública, além de contribuir para o conforto e qualidade de vida dos ocupantes da edificação e promover o uso eficiente de recursos hídricos e redução de impactos ambientais. (CASTRO, 2017)

PROJETO DE FOSSA SÉPTICA

Uma fossa séptica é de extrema importância para garantir o tratamento adequado de esgoto doméstico em áreas onde não há acesso ao sistema de esgoto público. Um projeto desta categoria se torna fundamental pois apresenta o fluxo correto para o tratamento de esgoto, contribui para a proteção do meio ambiente evitando a contaminação do solo e da água subterrânea por esgoto não tratado,

fortalece a saúde pública e contribui para a sustentabilidade ambiental. (METCALF, 1991)

PROJETO DE CASTELO D'ÁGUA

Um projeto de castelo d'água garante o fornecimento adequado de água potável em edificações ou comunidades presentes em ambientes urbanos e rurais. Tal projeto apresenta meios a contribuir com o armazenamento de água, a pressurização do sistema de distribuição e promover a eficiência operacional. (NBR 12211/1987 – Estudo de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água)

PROJETO DE PAISAGISMO

Um projeto de paisagismo age na concepção e planejamento de espaços ao ar livre, contribuindo para a beleza estética, funcionalidade e sustentabilidade ambiental de áreas públicas e privadas, além de melhorar a qualidade de vida e a vivência das pessoas que desfrutam dele. (DIBITETTO, 2013)

2.3. ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA

A análise orçamentária de uma obra é de suma importância por diversos motivos. Primeiramente, ela fornece uma estimativa realista dos custos envolvidos em todo o projeto, permitindo que os gestores planejem adequadamente os recursos financeiros necessários. Isso ajuda a evitar surpresas desagradáveis durante a execução da obra, como estouros de orçamento que podem comprometer a viabilidade do projeto.

Além disso, a análise orçamentária permite uma alocação eficiente dos recursos disponíveis, garantindo que sejam utilizados da melhor forma possível. Isso inclui a identificação de áreas onde os custos podem ser reduzidos sem comprometer a qualidade da obra, bem como a previsão de investimentos necessários em etapas específicas do projeto.

Outro aspecto importante é que a análise orçamentária ajuda na tomada de decisões ao longo do projeto. Com informações detalhadas sobre os custos, os gestores podem avaliar diferentes opções e escolher a mais vantajosa em termos

financeiros. Isso pode incluir a seleção de fornecedores, a escolha de materiais e tecnologias a serem utilizadas, e a definição de prazos e metas realistas. (BARROS, 2018)

LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS

O levantamento de quantitativos é o processo que determina a quantidade de cada serviço realizado em um empreendimento. Dessa maneira, seu objetivo é indicar informações para a preparação do orçamento. Portanto, é um instrumento indispensável nessa etapa da obra. Este serviço se torna o ponto de início de uma obra, e este terá que estudar e analisar o projeto de forma integral.

Para que esta etapa seja efetivada com sucesso, é necessário ter alguns cuidados, entre eles estão: Ter o projeto completo em mãos, criar planilhas específicas, entender como realizar os cálculos e realiza-los com atenção e precisão, separar os serviços de acordo com as especificações técnicas, organizar os registros, utilizar ferramentas que otimizem o trabalho, como as ferramentas BIM. (Branco, 2021).

TABELAS SEINFRA E SINAPI

Implantada desde 2001, pela Portaria N^o.170/SEINFRA, a Tabela Unificada SEINFRA é o resultado de um trabalho de uniformização e padronização dos custos unitários de serviços de engenharia relativos à obras de edificação, saneamento, rodovias, portos e ferrovias, no âmbito do Estado do Ceará. Tal tabela pode ser encontrada na internet, no site Seinfra.ce.gov.br. (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DO ESTADO DO CEARÁ, 2024)

Sinapi é uma sigla, que significa Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices. Essa tabela é mantida e atualizada por uma parceria entre a Caixa Econômica Federal e o IBGE, sua atualização é mensal, por isso garante maior confiabilidade aos valores da tabela. (JUNIOR 2020)

Tais tabelas, assim como outras a depender do estado, são obrigatórias em obras públicas no estado do ceará. Ambas conseguem se manter como fonte confiável para preços de insumos e serviços. (JUNIOR 2020)

Uma informação importante que segue nas tabelas é a diferença entre preço desonerado e preço não desonerado. A lei federal nº 12.844/2013 é a que trata da desoneração da folha de pagamento da construção civil. Encargos sociais não desonerado possuem contribuição de INSS de 20% sobre a folha de pagamento. Já encargos sociais desonerados, estão sem a contribuição de 20% sobre a folha de pagamento. (JUNIOR, 2023)

2.4. DOCUMENTAÇÃO REGULATÓRIA

CADASTRO NACIONAL DE OBRAS (CNO)

O responsável deve fazer a inscrição da obra no CNO em até 30 (trinta) dias, contados do início das atividades de construção. O Cadastro Nacional de Obras (CNO) é o banco de dados, gerenciado pela Receita Federal, que armazena informações das obras de construção civil. Esse cadastro é necessário para que você possa solicitar a Certidão de Regularidade Fiscal, ao final da sua obra. Você vai precisar desta certidão para averbar a construção no registro de imóveis. Deverá realizar o CNO, Proprietário do imóvel, pessoa jurídica como construtora, quando contratado por empreitada global, Sociedade líder do consórcio, no caso de contrato para execução de obra de construção civil mediante empreitada total celebrado em nome das sociedades consorciadas e Consórcio, no caso de contrato para execução de obra de construção civil mediante empreitada total celebrado em seu nome.

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

Documento emitido por um profissional registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), ART é um documento que traz garantias para profissionais de engenharia e para os contratantes dos serviços. Através da ART o serviço é especificado com prazos e responsabilidades, evitando problemas para ambas as partes. É um documento obrigatório para a execução de serviços e obras feitas por engenheiros, arquitetos e profissionais das áreas de geologia, geografia, meteorologia e agronomia. De acordo com o Cofea, a ART deve ser registrada antes do início da execução dos serviços. Além disso, quando o trabalho for realizado por

mais de um responsável técnico, os demais envolvidos devem ser vinculados à ART principal. Nela constam os responsáveis técnicos pela execução da obra ou serviço para qual foram contratados e o papel de cada envolvido, A ART também serve para comprovar qualificação dos profissionais.

REGISTRO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (RRT)

O Registro de Responsabilidade Técnica é o documento que comprova que projetos, obras ou serviços técnicos de Arquitetura e Urbanismo possuem um responsável devidamente habilitado e com situação regular perante o Conselho para realizar tais atividades.

Os RRTs são gravados no Sistema de Informação e Comunicação do CAU (SICCAU) e compõem o acervo técnico do arquiteto e urbanista, com as informações registradas sobre o exercício da profissão. É uma proteção à sociedade e confere legitimidade ao profissional, fornecendo segurança técnica e jurídica para quem contrata e para quem é contratado.

Recapitulando, a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) é emitida por um profissional registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA).

O RRT (Registro de Responsabilidade Técnica) diz que o projeto foi desempenhado por um profissional registrado no Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU).

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (PGRCC)

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, é um documento técnico que indica a quantidade de produção de cada tipo de resíduo gerado em reformas, reparos, construção, demolição no ambiente civil ou até mesmo durante processos de escavação e preparação de terrenos.

O principal objetivo do PGRCC é definir de forma clara todos os procedimentos vitais para o manuseio e envio de resíduos como tijolos, blocos cerâmicos, metais, vidros, concreto, tintas, madeiras, dentre outros materiais, de forma ambientalmente adequada.

O PGRCC expõe a destinação conforme a classificação respectiva de cada tipo de resíduo, pré-definidas pela Resolução CONAMA nº 307/2002 e alterações.

É responsabilidade do gerador a separação e identificação dos resíduos da construção civil na própria obra. O mesmo deve assegurar o manuseio correto nas etapas de geração, reciclagem, tratamento, transbordo, transporte, acondicionamento, destinação e disposição final.

Art. 20. Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:

III – as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama;

E como já citado, a Resolução CONAMA nº 307/2002 e alterações, estabelece como obrigatória a elaboração do PGRCC para os grandes geradores, assim definidos conforme a regulamentação específica de cada município.

Normalmente é apresentado junto ao órgão ambiental municipal, como parte do processo de obtenção do alvará de construção/demolição. Pode ser exigido também pelos órgãos estaduais e federal de licenciamento ambiental, a depender da tipologia e porte da obra.

LICENÇA PRÉVIA, LICENÇA DE INSTALAÇÃO E LICENÇA DE OPERAÇÃO

As etapas do licenciamento ambiental podem variar de nomenclatura para uma mesma modalidade de licença de acordo com o órgão ambiental licenciador, como exemplo tem-se Licença Ambiental Prévia (LAP), Licença Prévia (LP), e Licença de Localização (LL). Dentre as terminologias mais adotadas, as de maior ocorrência nos estados são a Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). De forma geral, as principais modalidades de licenciamento ambiental expedidas são:

Licença Prévia (LP), aprova a localização e concepção do empreendimento, atividade ou obra que se encontra na fase preliminar do planejamento atestando a sua viabilidade ambiental, estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implantação, bem como suprindo o requerente com parâmetros para lançamento de efluentes líquidos e gasosos, resíduos sólidos, emissões sonoras, além de exigir a

apresentação de propostas de medidas de controle ambiental em função dos possíveis impactos ambientais a serem gerados.

Licença de Instalação (LI), autoriza a instalação do empreendimento, atividade ou obra de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, fixando cronograma para execução das medidas mitigadoras e da implantação dos sistemas de controle ambiental.

Licença de Operação (LO), autoriza a operação da atividade, obra ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento das medidas de controle ambiental e condicionantes determinadas nas licenças anteriores.

SUPRESSÃO VEGETAL

É o ato de retirar uma porção de vegetação de um determinado espaço urbano ou rural, com o intuito de usar a área anteriormente ocupada pela vegetação para a implantação de atividades, como plantio, construção de empreendimento, pecuária e outros usos alternativos do solo. Qualquer atividade que envolva a supressão da vegetação, seja qual for o tipo de vegetação (mata atlântica, cerrado e outras) e o estágio de desenvolvimento (inicial, médio, avançado ou clímax), dependerá sempre de uma Autorização de Supressão Vegetal (ASV), emitida pelo órgão ambiental competente. O requerimento é analisado na fase da Licença de Instalação (LI), em que efetivamente se permite a instalação do empreendimento e início das obras, e levará em conta o estudo técnico da área que será suprimida.

(CG ambiental,2023)

LAUDO DE VISTORIA TÉCNICA

O laudo de vistoria de imóvel é um documento que mostra as reais condições de uma propriedade. Ele resguarda as partes envolvidas na transação imobiliária de diversas maneiras, esse processo tem como objetivo documentar as condições físicas do imóvel e identificar qualquer problema estrutural, elétrico ou hidráulico.(Viva Real,2023).

ALVARÁ DE CONSTRUÇÃO

O Alvará de construção é um documento que garante que o imóvel que está em construção ou sendo reformado segue todas as normas e parâmetros do município em que está localizado, basicamente ele atesta tanto as autoridades quanto aos cidadãos que a obra foi avaliada e passou por uma aprovação da prefeitura e que tais atividades a serem executadas estão sendo acompanhadas por um responsável técnico.(Autodoc,2022)

2.5. PLANEJAMENTO DA OBRA

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE OBRA

O cronograma de execução de obra é um dos primeiros documentos a serem elaborados pelo engenheiro responsável, principalmente por tratar com clareza todos os passos e estabelecer os prazos que devem ser cumpridos durante a sua duração.

Ele poderá ser dividido em semanas, quinzenas, meses, ou da forma que for mais interessante para o seu andamento. Essa decisão varia de acordo com o tamanho e do tempo estimado para a sua conclusão.

Além de visualizar cada etapa, um cronograma de execução de obra tem a função de impedir atrasos e também de evitar que ocorram desperdícios, afinal, nele deve constar todos os detalhes de mão de obra e de materiais necessários em cada momento.

Com isso, o gestor das equipes pode solicitar mais urgência em certos momentos, quando notar que não vai conseguir cumprir com o estabelecido no seu projeto e execução da obra.O responsável deve fazer a inscrição da obra no CNO em até 30 (trinta) dias, contados do início das atividades de construção.(TDGI,2021)

FERRAMENTO DE CONTROLE

A utilização de ferramentas de gestão de obras tem ajudado empresas de todos os portes a terem uma organização eficiente no que diz respeito à administração dos projetos. Ela proporciona a redução de riscos e o aumento da produtividade nas

construções. Uma boa gestão representa um pilar fundamental em qualquer área profissional. E o sucesso nesse campo está intrinsecamente ligado à habilidade de gerenciar recursos, cumprir prazos, coordenar equipes e interagir com fornecedores de maneira eficiente. Diante desse cenário é que surgiu a necessidade crescente de ferramentas especializadas para a Construção Civil, que possam potencializar e aprimorar a gestão de obras.(Prevision,2024)

De acordo com a pesquisa Cenário Construtivo 2023, mais de 70% das construtoras já incorporam tecnologias como o BIM em seus processos. Além disso, cerca de 58% estão adotando a digitalização para o planejamento e controle de obras, deixando de lado fichas impressas e planilhas.

No mercado existem várias ferramentas, mas as mais utilizadas são as ferramentas:

A BIM (Modelagem de Informação da Construção) é o processo holístico de criação e gerenciamento de informações para um recurso construído. Com base em um modelo inteligente e habilitada por uma plataforma na nuvem, a BIM integra dados estruturados e multidisciplinares para produzir uma representação digital de um recurso em todo seu ciclo de vida, desde o planejamento e o projeto até a construção e as operações.(autodesk 2024). Ele é muito utilizado para o acompanhamento do cronograma, realização de orçamentos, análise de mão de obra, além de diversas outras opções que a ferramenta disponibiliza.

A ERP (planejamento de recursos empresariais) é um tipo de sistema de software que ajuda as organizações a automatizar e gerenciar os principais processos empresariais para obter o desempenho ideal. O software de ERP coordena o fluxo de dados entre os processos empresariais de uma empresa, fornecendo uma única fonte de verdade e simplificando as operações em toda a empresa. Ele é capaz de vincular as atividades de finanças, cadeia de fornecedores, operações, comércio, relatórios, fabricação e recursos humanos de uma empresa em uma única plataforma.informações entre si, o sistema traz muita produtividade e compliance para a construtora.(Microsoft,2023).

Gestão da Qualidade, para quem busca um melhor gerenciamento da qualidade da obra, também pode contar com softwares que ajudam nesse sentido. O Construpoint, por exemplo, é uma das plataformas mais buscadas. Proporcionando uma boa integração das equipes e um alinhamento maior da programação diária de

atividades da obra, é possível otimizar o processo de gestão evitando uma série de desafios comuns à Construção Civil, como retrabalhos, má execução, desperdícios, entre outros. Dentre as principais funcionalidades, podemos citar FVS e FVM digitais, Diário de Obras, checklists, indicadores de consumo, entre outros. Uma plataforma para todas as áreas da obra: desde o planejamento até a qualidade (Prevision,2024).

CANTEIRO DE OBRA

O canteiro de obra é uma área fixa e temporária, onde se realizam as operações de apoio e execução de uma obra, elas seguem NBR 12284 (ÁREAS DE VIVÊNCIA EM CANTEIROS DE OBRAS)

Ou seja, uma área destinada ao apoio dos trabalhos da indústria de construção, divididas em áreas operacionais, como: escritórios, portaria, almoxarifado, depósito, centrais de materiais. E, além disso, em áreas de vivência, como: vestiários, sanitários, refeitórios, alojamento, ambulatório. Ainda, ao longo da execução da obra, é possível modificar o canteiro de obra de acordo com os serviços a serem executados. O planejamento de um canteiro de obras é fundamental para garantir a melhor utilização possível do espaço disponível. Além disso, também promove a eficiência dos trabalhadores e dos equipamentos que serão utilizados na obra. Sendo assim, esse planejamento pode ser definido como parte indispensável da logística da obra. Se for bem organizado, este planejamento irá garantir agilidade para a obra, diminuindo o tempo de deslocamento dos materiais, das pessoas e das máquinas que serão utilizadas, o que influencia na execução de cada etapa da construção.

2.6. TECNOLOGIA DE CONSTRUÇÃO ENXUTA

Sánchez e Péres (2001) argumentaram que o interesse na adoção de princípios Lean nas empresas é baseado em evidências empíricas, que apresentam melhoria de competitividade, na forma de redução de custos e prazos e melhorias na qualidade final na obra. Dentre as várias alternativas como modelo para gestão e organização da construção civil, apresenta-se a construção enxuta, (tradução livre de lean construction).

Este modelo é uma vertente do paradigma da produção enxuta (lean production) que é a forma da gestão e organização da produção desenvolvida no

japão, em meados da década de 1950, inicialmente conhecido como sistema toyota de produção (do inglês toyota system production).(Lorenzon, 2008).

Sánchez e Péres (2001) argumentaram que o interesse na adoção de princípios Lean nas empresas é baseado em evidências empíricas, que apresentam melhoria de competitividade, na forma de redução de custos e prazos e melhorias na qualidade final na obra.

Womack e Jones (1998) são os criadores do termo Pensamento Enxuto (Lean Thinking). Este termo refere-se aos conceitos da Produção Enxuta, enfatizando que o mesmo se aplica à empresa como um todo e não somente aos processos de produção. Fontanini e Picchi (2003) afirmam que o Pensamento Enxuto não se restringe a um sistema de produção, sendo na verdade um sistema de negócios, abrangendo a empresa toda. Segundo Womack e Jones (1998), o pensamento enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz.

Womack e Jones (1998) descrevem Ohno como o mais feroz crítico do desperdício. Ele identificou e classificou os sete primeiros tipos de desperdício: por superprodução, por espera, por transporte, do processamento em si, na fabricação de produtos defeituosos, por movimentação e por estoque.

Acrescentam que, independente do número de variedade de tipos de desperdícios, eles existem em toda parte. Estes autores sugerem o Pensamento Enxuto como forma de eliminação dos desperdícios. A forma encontrada por esses autores para difundir a idéia do Pensamento Enxuto e facilitar a compreensão desta, foi da apresentação em cinco princípios, descrita a seguir (WOMACK; JONES, 1998):
Especificar o Valor: o valor deve ser especificado pelas necessidades dos clientes e ser avaliado por ferramentas administrativas como: Desdobramento da Função Qualidade (QFD) e simulação. Essas ferramentas definirão atributos que propiciam a satisfação do cliente. A partir das necessidades dos clientes, empresas procuram contemplá-las e cobrando, por isso, um preço específico que viabiliza a manutenção desta no negócio e aumentando os lucros por meio da melhoria contínua dos processos, redução de seus custos e melhorias na qualidade;

Fluxo de valor: conjunto de todas as ações específicas necessárias para se elevar um produto específico (ou seja, um bem, um serviço, ou mesmo a

combinação dos dois) a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio: a tarefa de solução de problema que vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia, a tarefa de gerenciamento da informação que vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um detalhado cronograma; e a tarefa de transformação física que vai da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente. Possibilita a identificação das etapas necessárias para se produzir um produto e estabelece “quando” e “como” as decisões serão tomadas. Representa as atividades específicas necessárias para projetar, pedir e oferecer um produto específico, da concepção ao lançamento, do pedido à entrega e da matéria-prima às mãos do cliente. Nesta etapa todas as formas de desperdício devem ser eliminadas;

Fluxo: o fluxo procura uma visão holística de todas as atividades necessárias para a produção de um produto ou serviço. A relação das atividades com seus correspondentes custos e duração, o relacionamento entre elas (restrição por recursos ou tecnológico) e o atrelamento dos recursos necessários como quantidade de trabalho, caracterização e quantidade de material e classificação de equipamento e ainda as informações necessárias completam as unidades básicas necessária para a análise;

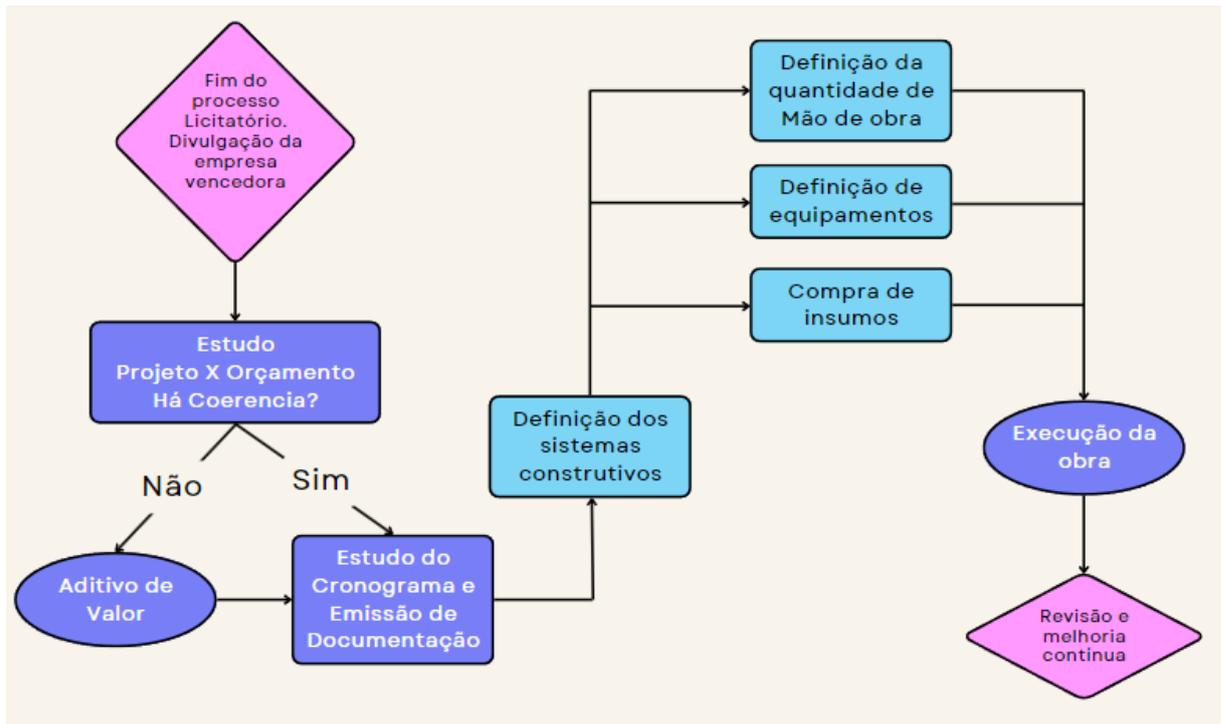
Produção puxada: consiste em identificar o momento que o cliente necessita do produto e proceder a entrega neste momento. Significa o oposto da produção tradicional que é empurrada, ou seja, com a produção puxada, nada deve ser produzido pelo fornecedor a montante, sem que o cliente a jusante solicite; e

Perfeição: refere-se à necessidade de se criar um círculo virtuoso permanente de criação de valor e eliminação de desperdício. Picchi (2003) apresenta uma proposta de visão esquemática de integração, desde os objetivos gerais do Pensamento Enxuto até as ferramentas, passando pelos cinco princípios de Womack e Jones (1998) e pelo nível intermediário de elementos fundamentais.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentada a metodologia da obra e os procedimentos da pesquisa de acordo com o fluxograma apresentado abaixo.

Figura 1- Fluxograma



Fonte: Autores

3.1. ESTUDOS INICIAIS DA OBRA

Após o processo licitatório e da publicação do vencedor da licitação no Diário Oficial da respectiva esfera governamental que é a dona da obra, inicia-se os trâmites da construtora vencedora.

Figura 2 - Fachada da escola



Fonte: Autores, 2024

O primeiro estágio desse trabalho, é o estudo do orçamento e dos projetos fornecidos. Nesta etapa é de fundamental importância a conferência de quantitativos dos serviços que constam em projeto e orçamento, desta forma é estudado serviço por serviço e devem ser observadas os seguintes critérios:

- Existem serviços apresentados em projetos não contemplados pelo orçamento?
- Dos serviços que constam em orçamento, a quantidade a ser executada está coerente com os projetos?
- Das composições de custo utilizadas no orçamento, elas abrangem todos os serviços e insumos que aquela execução exige?
- Em paralelo é feito um estudo de compatibilização entre os projetos, para verificar e atestar sua coerência e poder constatar que eles estão apresentando informações complementares.

Superado esta etapa, pode ser tomado 2 ações. A primeira, caso todas as avaliações sejam favoráveis, da-se prosseguimento ao processo de planejamento. A segunda, quando é descoberto divergências entre as informações, é necessário

comunicar ao órgão detentor do contrato e dar entrada a uma solicitação de aditivo de valor ao contrato, afim de corrigir eventuais erros da análise Projeto x Orçamento.

O estudo do cronograma neste momento será fundamental para o dimensionamento das equipes de frentes de serviços e quantificação no efetivo de funcionários da obra. Neste momento vamos observar as composições de cada serviço e analisar qual a mão de obra necessária para a realização de cada serviço. Deve ser feito um estudo de dimensionamento com base no que os serviços exigirem.

Por fim a quantificação de insumos também será feita com base nas composições utilizadas. Deve ser tomada cada unidade de insumo e atrelada ao montante geral da obra. Em seguida é aplicado em cada etapa do cronograma para se definir os insumos a serem consumidos nestas etapas. escola que tomaremos como objeto de estudo fica localizada no bairro, Coaçu, no município de Eusébio-CE. Sua atual situação física encontra-se insatisfatória para utilização e não tem estrutura para suportar a quantidade de alunos que a demanda exige, sua estrutura não se encontra em estado aceitável e não está adequada a alunos portadores de deficiência (PCD).

3.2. DOCUMENTOS REFERENTES AO PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO DA OBRA

A documentação de obra é um requisito legal para todos os empreendimentos no Brasil, independentemente do tamanho, costuma ser uma tarefa complexa que exige o empenho de muitos profissionais e requer planejamento, organização, além do cumprimento de inúmeras etapas. Nesse contexto, a documentação de obras surge como um elemento essencial para garantir a legalidade, segurança e eficiência de qualquer empreendimento. A correta elaboração e manutenção dos documentos relacionados à obra são fundamentais para o sucesso do projeto e para evitar problemas futuros. Todo o processo de documentação está atrelado a um bom planejamento de obras. Uma obra sem a devida documentação pode ser embargada, resultando em prejuízos financeiros e atrasos (Autodoc,2024).

Além disso, quando mantida organizada e atualizada, a documentação comprova que o projeto está em conformidade com as normas e regulamentos estabelecidos pelos órgãos competentes, e podemos citar alguns benefícios:

1. Controle: a documentação detalhada permite um maior controle sobre o andamento da obra, da situação dos trabalhadores e das máquinas e equipamentos, em todas as etapas. Isso possibilita a identificação de problemas com mais agilidade, facilitando a tomada de decisões e ajustes necessários.
2. Segurança jurídica: a documentação regularizada protege tanto a construtora, quanto os fornecedores de materiais, equipamentos e mão de obra, garantindo que as responsabilidades e obrigações estejam claramente definidas. Em caso de litígios, a documentação pode servir como prova para embasar a defesa das partes envolvidas.
3. Proteção contra fiscalizações: autoridades frequentemente realizam fiscalizações nas obras para garantir que todas as normas de segurança, ambientais e trabalhistas estejam sendo cumpridas. Ter a documentação em ordem é fundamental para passar por essas fiscalizações com sucesso e evitar penalidades.
4. Registro histórico: a documentação é um registro histórico da obra, permitindo que futuras intervenções ou manutenções sejam conduzidas com maior eficiência e segurança. Além disso, pode ser utilizada como referência para projetos futuros.

3.3. COMPARATIVO DE MÉTODOS CONSTRUTIVOS UTILIZADOS COM MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO ENXUTA

Com a finalidade de aumentar a produtividade, reduzir desperdícios e custos, a indústria da construção civil tem buscado novos métodos construtivos que substituam os sistemas tradicionalmente utilizados. O prazo de execução de uma obra é um elemento crucial que define o tempo necessário para completar todas as atividades planejadas, desde o início até a conclusão do projeto, alguns tópicos a serem estudados, são:

- Planejamento detalhado (são identificadas todas as tarefas necessárias para concluir a obra);
- Sequenciamento lógico (as atividades são organizadas em uma sequência lógica);

- Estimativas realistas (considerar fatores como a disponibilidade de mão de obra, clima e complexidade da tarefa);
- Folga e margem de manobra (para lidar com imprevistos e atrasos inevitáveis);
- Acompanhamento contínuo (reciclagem de resíduos de construção, uso de materiais de construção sustentáveis e design eficiente em termos de energia);
- Fatores externos (condições climáticas adversas, atrasos na entrega de materiais);
- Gestão eficiente dos recursos (mão de obra, materiais e equipamentos);
- Comunicação transparente (inclui clientes, empreiteiros, subempreiteiros e fornecedores);
- Flexibilidade (ser flexível e ajustar o cronograma para lidar com imprevistos);
- Compromisso com a qualidade (garantir sempre o melhor nível do produto);
- Revisão e melhoria contínua (identificar lições aprendidas e possíveis melhorias).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA OBRA

A escola que tomaremos como objeto de estudo fica localizada no bairro, Coaçu, no município de Eusébio-CE. Sua atual situação física encontra-se insatisfatória para utilização e não tem estrutura para suportar a quantidade de alunos que a demanda exige, sua estrutura não se encontra em estado aceitável e não está adequada a alunos portadores de deficiência (PCD).

Figura 3 - Localização da escola



Fonte: Google Earth, Editado (2024).

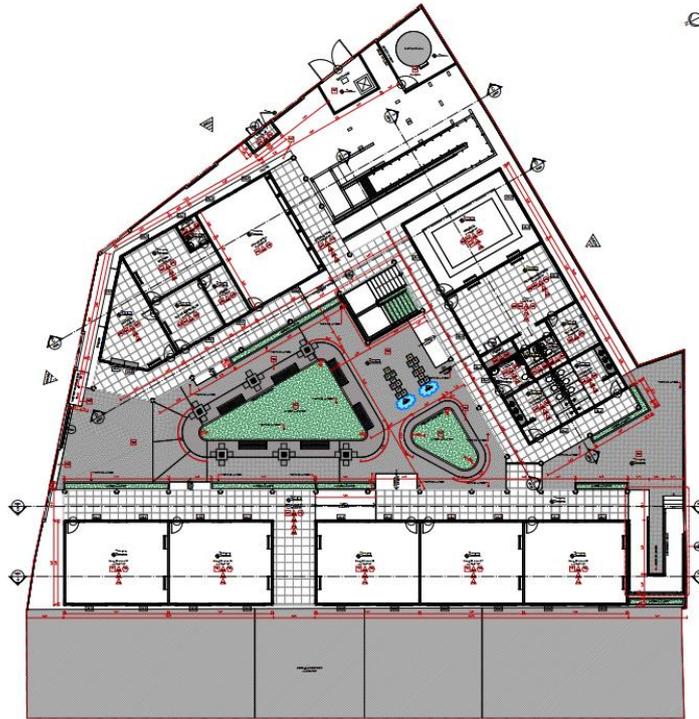
Figura 4 - Planta baixa da escola antes da reforma



Fonte: Autores (2024)

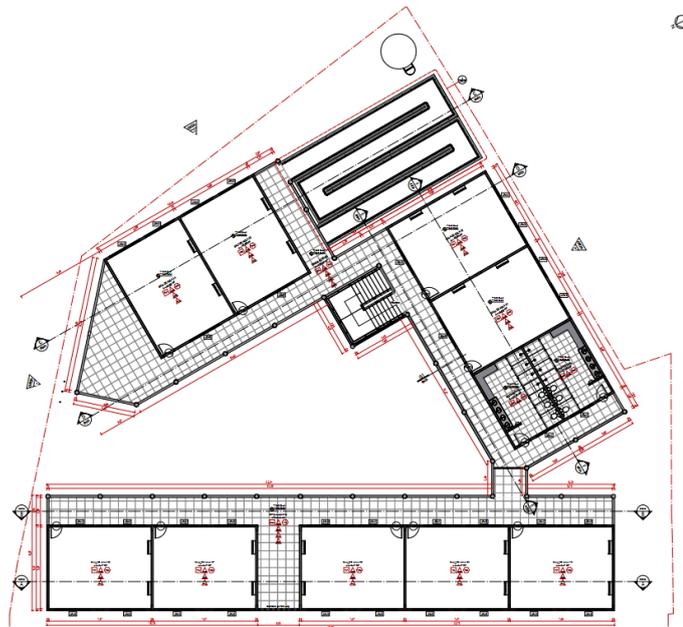
Esta edificação deverá ser demolida e em seu lugar construída uma nova edificação verticalizada e seguirá normas de acessibilidade. O projeto tem por finalidade a construção de novas salas de aula com área total construída de 1.541,52m² de ampliação e 294,65m² de reforma, somando assim um total de 1.836,17m² de área total construída. A execução deste empreendimento obedecerá padrões e normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), código de obras e plano diretor de Eusébio/CE.

Figura 5 - Planta baixa pós reforma, pav. térreo



Fonte: Prefeitura municipal de Eusébio (2024).

Figura 6 - Planta baixa pós reforma, pav. superior



Fonte: Prefeitura municipal de Eusébio (2024).

No pavimento térreo existem 10 salas de aula, salas que funcionam os departamentos administrativos da escola e uma biblioteca. Das 10 salas, 6 serão reformadas e o bloco com as demais salas e biblioteca será demolido a fim de construir um novo bloco verticalizado.

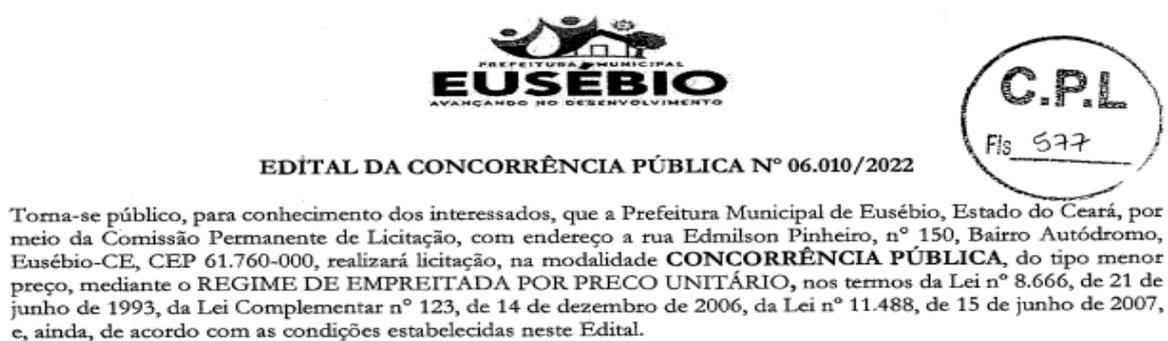
Neste bloco, o pavimento térreo portará 5 salas de aula, 1 sala de dança, 1 biblioteca, sala dos professores, diretoria, coordenação, recepção e banheiros, já no pavimento superior serão 9 salas de aula, e banheiro que seguirão as normas de acessibilidade. Com esta ampliação, o equipamento passará a ter capacidade para 700 alunos por turno.

A fachada principal da edificação será executada com alveiaría e janelas de correr de alumínio e vidro. O prédio contará com uma grande área de convivência na parte central para interação dos alunos.

4.2. DOCUMENTAÇÃO INICIAL

Este empreendimento teve origem na Concorrência pública N° 06.010/2022 e foi tomada por meio da Comissão Permanente de Licitação da prefeitura municipal de Eusébio-CE, tendo como referências as tabelas 27.1 (Seinfra) e 2022/03 (Sinapi), ambas com desoneração. Os encargos sociais são de 83,85% incidindo sobre horas Seinfra, 83,55% incidindo sobre horas SINAPI, 47,76% incidindo sobre mês Seinfra e 47,46% incidindo sobre mês Sinapi. O valor determinado do BDI é de 27,11%.

Figura 7 - Capa do edital da licitação



Fonte: Prefeitura municipal de Eusébio (2022)

A nível de orçamento, o valor de orçamento foi de R\$ 3.529.652,11 (três milhões e quinhentos e vinte e nove mil e seiscentos e cinquenta e dois reais e onze

centavos) com um valor de BDI de R\$ 956.888,69 (novecentos e cinquenta e seis mil e oitocentos e oitenta e oito reais e sessenta e nove centavos), totalizando um valor global de R\$ 4.486.540,80 (quatro milhões e quatrocentos e oitenta e seis mil e quinhentos e quarenta reais e oitenta centavos).

O cronograma da obra se estende por um período de 8 meses e se subdivide aos seguintes serviços: Administração local, Serviços preliminares, movimento de terra, infraestrutura, superestrutura, paredes e painéis, esquadrias, cobertura, revestimentos, drenagem superficial, pisos, instalações hidráulicas, instalações sanitárias, instalações elétrica, instalação do sistema de ar condicionado, sistema de proteção e combate a incêndios, Instalação de gás de cozinha, instalações de telefonia e lógica, pintura, muro de fechamento, urbanização e paisagismo, Serviços diversos e BDI.

Figura 8 - Cronograma financeiro, meses 1 a 4

Item	Descrição	Valor	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4
1	Administração Local	R\$ 168.078,67	R\$ 9.294,75	R\$ 17.849,95	R\$ 28.220,41	R\$ 29.312,92
2	Serviços complementares	R\$ 132.017,62	R\$ 79.210,57	R\$ 52.807,05		
3	Movimento de Terra	R\$ 37.963,89	R\$ 37.963,89			
4	Infraestrutura	R\$ 167.908,73	R\$ 67.163,49	R\$ 100.745,24		
5	Superestrutura	R\$ 802.020,22		R\$ 200.505,06	R\$ 521.313,14	R\$ 80.202,02
6	Paredes e painéis	R\$ 194.299,11				R\$ 155.439,29
7	Esquadrias	R\$ 91.095,98				R\$ 91.095,98
8	Cobertura	R\$ 190.303,75				
9	Revestimentos	R\$ 386.805,02			R\$ 38.680,50	R\$ 154.722,01
10	Drenagem Superficial	R\$ 1.721,84				
11	Pisos	R\$ 292.906,73				
12	Instalações hidráulicas	R\$ 168.861,22				
13	Instalações sanitárias	R\$ 86.473,63				R\$ 43.236,82
14	Instalações elétricas	R\$ 247.657,38				
15	Sistema de Ar condicionado	R\$ 216.890,82				R\$ 65.067,25
16	Sistema de Proteção de combate a incendio	R\$ 8.366,50				
17	Instalações de gás de cozinha	R\$ 4.143,07				
18	Telefonia e Lógica	R\$ 82.259,04				
19	Pintura	R\$ 111.290,30				
20	Muros e Fechamentos	R\$ 41.789,78				
21	Urbanização e passeio	R\$ 18.004,73				
22	Serviços diversos	R\$ 78.794,08				
23	BDI	R\$ 956.888,69	R\$ 52.533,19	R\$ 100.856,07	R\$ 159.417,66	R\$ 167.838,28
		R\$ 4.486.540,80	R\$ 246.165,89	R\$ 472.763,37	R\$ 747.631,71	R\$ 786.914,57

Fonte: Prefeitura Municipal de Eusébio (2022).

Figura 9 - Cronograma Financeiro, meses 5 a 8

item	Descrição	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	TOTAL
1	Administração Local	R\$ 31.514,75	R\$ 28.791,88	R\$ 17.160,83	R\$ 5.933,18	R\$ 168.078,67
2	Serviços complementares					R\$ 132.017,62
3	Movimento de Terra					R\$ 37.963,89
4	Infraestrutura					R\$ 167.908,73
5	Superestrutura					R\$ 802.020,22
6	Paredes e painéis			R\$ 38.859,82		R\$ 194.299,11
7	Esqueadias					R\$ 91.095,98
8	Cobertura	R\$ 190.303,75				R\$ 190.303,75
9	Revestimentos	R\$ 193.402,51				R\$ 386.805,02
10	Drenagem Superficial			R\$ 1.721,84		R\$ 1.721,84
11	Pisos		R\$ 292.906,73			R\$ 292.906,73
12	Instalações hidráulicas		R\$ 168.861,22			R\$ 168.861,22
13	Instalações sanitárias			R\$ 43.236,81		R\$ 86.473,63
14	Instalações elétricas	R\$ 173.360,17		R\$ 74.297,21		R\$ 247.657,38
15	Sistema de Ar condicionado		R\$ 86.756,33	R\$ 65.067,24		R\$ 216.890,82
16	Sistema de Proteção de combate a incendio	R\$ 6.693,20		R\$ 1.673,30		R\$ 8.366,50
17	Instalações de gás de cozinha	R\$ 4.143,07				R\$ 4.143,07
18	Telefonia e Lógica	R\$ 57.581,33		R\$ 24.677,71		R\$ 82.259,04
19	Pintura		R\$ 33.387,09	R\$ 77.903,21		R\$ 111.290,30
20	Muros e Fechamentos			R\$ 20.894,89	R\$ 20.894,89	R\$ 41.789,78
21	Urbanização e passeio				R\$ 18.004,73	R\$ 18.004,73
22	Serviços diversos				R\$ 78.794,08	R\$ 78.794,08
23	BDI	R\$ 178.076,99	R\$ 165.541,74	R\$ 99.037,98	R\$ 33.586,78	R\$ 956.888,69
		R\$ 835.075,77	R\$ 776.244,99	R\$ 464.530,84	R\$ 157.213,66	R\$ 4.486.540,80

Fonte: Prefeitura Municipal de Eusébio (2022).

Finalizado os tramites licitatórios, conhecidas e divulgadas as empresas vencedoras e cumprindo todos os procedimentos e prazos previstos, a secretaria de obras, em posse do contrato e do extrato de publicação, emitirá a ordem de serviço autorizando o início dos trabalhos que deve ser assinada pela empresa contratada.

Como requisito inicial para o inicio de qualquer obra, está o Alvará que deve ser mantido no local da obra até sua conclusão. O mesmo se aplicou a este empreendimento. Devem acompanhar o pedido de alvará os seguintes documentos: Solicitação em papel timbrado, cópia do contrato, ordem de serviço, projeto aprovado, planilha orçamentária, certidão de quitação dos tributos municipais (Sefin), ART dos responsáveis técnicos, Licença ambiental.

Para início dessas obras foram emitidas as seguintes ARTs: Projeto Complementares e orçamento de engenheiro civil; Execução, de engenheiro civil; RRT de projeto arquitetônico, de arquiteta e urbanista; ART de engenheira sanitarista e ambiental e de segurança do trabalho, referente à artigos relacionados ao descarte de resíduos, supressões vegetais, saneamento, higiene e segurança no trabalho e demais condições ambientais.

Outros documentos essenciais para a operação são, a Licença de Instalação e Operação, a autorização ambiental de transporte de resíduos, a licença de instalação e, neste caso em especial, a autorização para supressão vegetal, pois no caso desta obra foram realizadas as supressões de 7 árvores adultas. Todos estes documentos são emitidos pela autarquia Municipal do Meio Ambiente e Controle Urbano.

4.3. MÉTODOS CONSTRUTIVOS UTILIZADOS

4.3.1. Infraestrutura

A execução de fundações seguirá rigorosamente, o projeto, a especificação e a norma da ABNT - NBR 6122 (Projeto e execução de fundações).

As estruturas de concreto armado, que compuserem o sistema de fundação, serão projetadas e/ou executadas conforme a norma da ABNT - NBR 6118 (Projeto de estruturas de concreto – Procedimento), sendo exigido o devido controle tecnológico. Todo o concreto será produzido, obrigatoriamente, com o uso de betoneira, ou adquirido pronto, de firma idônea, aceita pela fiscalização. O adensamento será mecânico, com a utilização de vibradores.

Figura 11 - Concretagem de Sapata Alavancada



Fonte: Autores (2024).

O fornecimento de tábua de madeira, escoramento, preparo de formas laterais, montagem, desmontagem da forma, nivelamento, limpeza, pregos, retirada e recuperação das formas para reaproveitamento. Estão incluídos toda a mão-de-obra e as ferramentas e equipamentos necessários à execução dos serviços.

O fornecimento de concreto $F_{ck}=25\text{MPa}$, transporte, preparo e aplicação, inclusive adensamento, acabamento superficial e cura. Incluso neste preço toda a mão-de-obra, materiais, ferramentas e equipamentos necessários à execução dos serviços. O lançamento de concreto será feito de forma manual com utilização de carrinho de mão e baldes.

O aço utilizado neste empreendimento será comprado em barras retas e o serviço de corte e dobra deverá ser executado por profissional especializado no canteiro de obras.

Figura 12 - Serviço de dobra de aço



Fonte: Produção própria (2024).

O projeto e a execução de estruturas obedecerão, rigorosamente, às normas da ABNT - NBR 6118 (Projeto de estrutura de concreto – Procedimento), NBR 6120 (Cargas para o cálculo de estruturas de edificações), NBR 7190 (Projetos de estrutura de madeira) e NBR 8800 (Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios).

Outros documentos essenciais para a operação são, a Licença de Instalação e Operação, a autorização ambiental de transporte de resíduos, a licença de instalação e, neste caso em especial, a autorização para supressão vegetal, pois no caso desta obra foram realizadas as supressões de 7 árvores adultas. Todos estes documentos são emitidos pela autarquia Municipal do Meio Ambiente e Controle Urbano.

4.3.2. Superestrutura

O projeto e a execução das lajes obedecerão, rigorosamente, às normas da ABNT - NBR 6118, NBR 6120, NBR 7190 e NBR 8800.

O cimento utilizado atenderá às normas da ABNT - NBR 5736, NBR 5737 e NBR 6118. O cimento será, obrigatoriamente, medido em peso. Não será permitido, numa mesma concretagem, a mistura de diferentes tipos de cimento. As formas e escoramentos obedecerão aos critérios das normas da ABNT - NBR 7190 e NBR 8800. Os escoramentos obedecerão, também, os critérios estabelecidos pela norma da ABNT - NBR 6118. Todo o concreto será produzido, obrigatoriamente, com o uso de betoneira e seu adensamento será mecânico, com a utilização de vibradores.

Os produtos antiaderentes, destinados a facilitar a desmoldagem, serão aplicados, nas superfícies das formas, antes da colocação da armadura. Antes do início da concretagem, as formas limpas e estanques, serão molhadas até a saturação, a fim de evitar a absorção da água de amassamento do concreto.

Os pilares e vigas deverão ser executados com concreto de $f_{ck} = 25\text{MPa}$ fabricado em canteiro e o lançamento por meio de carrinho de mão e baldes. As formas serão fabricadas em obra utilizando madeirite resinado e o aço deverá ser dobrado e cortado em obra e deverá estar isenta de qualquer substância que prejudique a perfeita aderência ao concreto.

As lajes deverão ser executadas com a utilização de vigotas pré-moldadas, lajotas cerâmicas e escoradas a cada metro. O concreto utilizado deverá ser de $f_{ck}=25\text{MPa}$.

4.3.3. Alvenarias

A execução de alvenaria de tijolos maciços e/ou blocos cerâmicos obedecerá à norma da ABNT - NBR 8545 (Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos). Estas obedecerão, rigorosamente, as dimensões e alinhamentos definidos no projeto arquitetônico.

Os tijolos ou blocos deverão ser molhados, antes do assentamento, para evitar absorção da água da argamassa. O assentamento será procedido, com a argamassa especificada no projeto, em fiadas perfeitamente niveladas, alinhadas e aprumadas. As juntas serão de 10 mm, no máximo, e desencontradas verticalmente (amarração). A alvenaria será interrompida abaixo das vigas e/ou lajes. O espaço

resultante será preenchido, somente 7 (sete) dias após, de modo a garantir o perfeito travamento entre a alvenaria e a estrutura.

4.4. APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO ENXUTA E COMPARATIVO COM OS MÉTODOS UTILIZADOS

4.4.1. Armadura Pronta Soldada e Formas incorporadas

No planejamento inicial deste empreendimento foi proposto o tratamento com o aço feito manual e artesanal no canteiro de obras por equipe de ferreiros e auxiliares. Um avanço para esta execução é a compra do aço já cortado e dobrado do fornecedor. Com este método nós economizamos com tempo de mão de obra especializada e evitamos o desperdício de material.

Entretanto, hoje temos uma tecnologia que avança mais um passo neste método construtivo, que é a compra da armadura pronta, soldada e com formas incorporadas.

Figura 13 - Armadura pronta soldada com formas incorporadas



Fonte: Catálogo Técnico Arcelomital, Aços Longos (2024).

Fonte: Autores (2024)

Figura 16 - Dimensionamento da equipe – parte 3

	CARPINTEIRO	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	FERREIRO	AJUDANTE DE FERREIRO
HORAS P/ PROFISSIONAL	696,71	696,71	617,52	545,75
DIAS P/ PROFISSIONAL	79,17	79,17	70,17	62,02
QTDE. DIAS	45,00	45,00	45,00	45,00
QTDE. PROFISSIONAIS	1,76	1,76	1,56	1,38
QTDE. PROF. ADOTADAS	2,00	2,00	2,00	2,00

Fonte: Autores (2024)

Figura 17 - Custo dos serviços – parte 4

ITEM	CUSTO UNIT.	QUANTIDADE	CUSTO
1.1	62,56	535,93	R\$ 33.527,78
1.2	11,61	597,74	R\$ 6.939,76
1.3	13,36	2733,94	R\$ 36.525,44
1.4	14,16	2738,12	R\$ 38.771,78
1.5	12,92	597,74	R\$ 7.722,80
1.6	12,34	2733,94	R\$ 33.736,82
1.7	12,36	2733,94	R\$ 33.791,50
TOTAL =			R\$ 191.015,88

Fonte: Autores (2024)

Diante dessa análise concluímos que para realiza-lo precisamos de 2 equipes com profissional e ajudante trabalhando por 45 dias nesta frente de serviço. Em contraponto, ao aplicarmos as armaduras prontas com formas incorporadas, podemos ter um avanço de até 80% de produtividade, sendo possível a execução de formas, corte e dobra de aço e alinhando com a concretagem bombeada, em até 10 dias de trabalho. O custo para este serviço pode chegar a um aumento de 50% no valor global do item.

4.4.2. Concreto usinado e bombeado com aditivo plastificante e acelerador de tempo de cura

A concretagem em uma obra é uma das fases mais importantes e decisivas da obra, pois a abertura de frentes de serviço dependem completamente de sua execução. O concreto determinado para a obra em estudo foi o concreto de 25MPA.

O método que utilizamos em obra foi o de concreto virado no canteiro com o lançamento da concretagem feito por carros de mão e baldes.

Faremos um paralelo entre o método utilizado e a concretagem usinada e bombeada com o aditivo de dois componentes, um para fluidificar o concreto, retirando a necessidade de adensamento por vibração e outro para acelerar o tempo de cura do concreto.

É essencial compreender que a maior diferença entre o concreto usinado para o concreto preparado em canteiro é o que se chama de dosagem em central, ou seja, ele é preparado e misturado em uma usina e levado até o canteiro por meio de um caminhão betoneira já no ponto de sua aplicação. Normalmente o método de aplicação é o mesmo que o convencional, por meio de carrinho de mão e balde, mas existe uma grande vantagem quando utilizamos uma mangueira e uma bomba direto no local da sua aplicação.

Figura 18 - Caminhão betoneira



Fonte: Megamix (2024)

O concreto usinado e bombeado é inversamente proporcional à melhoria no custo do m³ do concreto, entretanto, sua economia consiste em 2 fatores, que são a redução de operários para a execução de serviço, o aumento disparado da agilidade e produtividade das concretagens. Esses dois fatores trazem para a obra que optam

por esta execução um custo-benefício muito mais favorável do que concretagens feitas com concreto virado em obra.

Figura 19 - Caminhão auto bomba de concreto



Fonte: Megamix (2024)

Quanto ao volume de produção para aplicação do concreto, este volume é ilimitado. Se fossemos fazer um paralelo com o item 4.4.1, imediatamente ao final da execução das formas incorporadas, poderíamos fazer a concretagem do volume inteiro de concreto em um único dia.

Figura 20 - Composição de concreto 25MPa - Utilizada

4.5.2. C0843 - CONCRETO P/VIBR., FCK 25 MPa COM AGREGADO ADQUIRIDO (M3)						
EQUIPAMENTO		FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
0682	BETONEIRA ELÉTRICA 580L (CHP)	SEINFRA	H	0,71400000	21,1000	15,0654
					TOTAL EQUIPAMENTO:	15,0654
MAO DE OBRA		FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
02543	SERVENTE	SEINFRA	H	6,00000000	14,6900	88,1400
					TOTAL MAO DE OBRA:	88,1400
MATERIAL		FONTE	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
0109	AREIA MEDIA	SEINFRA	M3	0,86690000	63,7900	55,2996
0280	BRITA	SEINFRA	M3	0,62700000	72,0000	45,1440
0805	CIMENTO PORTLAND	SEINFRA	KG	349,00000000	0,5300	184,9700
1105	PEDRISCO	SEINFRA	M3	0,20900000	69,8400	14,5966
					TOTAL MATERIAL:	300,0102
					VALOR:	403,22

Fonte: Tabela seinfra 27.1

Figura 21 - Composição de concreto bombeado

Própria	ESM.OBRA 01	BOMBEAMENTO DE CONCRETO USINADO - CURA AOS 5 DIAS				M3
COTAÇÃO						
COT.05/24.01	CONCRETO 25MPA	MERCADO	M3	1,07	495,00	529,65
COT.05/24.02	BOMBEAMENTO	MERCADO	M3	1,07	50,00	53,50
COT.05/24.02	ADITIVO - TEMPO DE CURA	MERCADO	L/M3	1,07	40,00	42,80
COT.05/24.02	ADITIVO - AUTOADENSÁVEL	MERCADO	L/M3	1,07	30,00	32,10
TOTAL COTAÇÃO						658,05
SERVIÇO						
I04815	Ensaio de consistência de concre	ORSE	UN	0,10	76,74	7,67
C4768	CONTROLE TECNOLÓGICO DE C	SEINFRA	UN	0,10	83,53	8,35
TOTAL SERVIÇO						
MÃO DE OBRA						
I2543	SERVENTE	SEINFRA	H	0,50	14,69	7,35
TOTAL MÃO DE OBRA						7,35
MATERIAL						
I0805	CIMENTO PORTLAND	SEINFRA	KG	0,20	0,53	0,11
TOTAL MATERIAL						0,11
TOTAL						665,50

Fonte: Autores (2024)

Ao observar ambas as composições, temos a primeira a composição padrão da Seinfra, que foi a indicada pela licitação. A segunda temos uma composição própria feita de acordo com o que o método construtivo sugerido pede. Observando os valores de cada composição, temos um aumento de aproximadamente 65,00% da segunda comparada à primeira. De contrapartida, alinhando com um bom planejamento, é possível adiantar o tempo execução do serviço 45 dias para pouquíssimos dias, favorecendo assim a proatividade da obra.

4.4.3. Trelifácil e lajotas de EPS

A trelifácil é um produto com marca registrada ArcelorMittal que é constituído por uma forma metálica, espaçadores plásticos e treliça. Sua forma metálica é composta de aço zincado. Para garantir o encaixe perfeito da treliça à forma é utilizado um espaçador de plástico fixado a cada 33cm.

Figura 22 - Trelifácil



Fonte: Catálogo Técnico ArcelorMittal | Trelifácil (2024).

Esta tecnologia trata-se de uma solução em aço aplicado na construção de lajes pre-moldadas treliçadas. Leveza, praticidade, qualidade e simplicidade na aplicação são as maiores vantagens dessa aplicação. O peso desse material é cerca de 80% menor se comparado ao método de execução tradicional, desta forma, enquanto no método convencional eu tenho o fator limitante do peso para erguer as vigotas pre-moldadas, neste método um operário é capaz tranquilamente de transportar e içar a peça até o local onde será feita a instalação do mesmo.

Figura 23 - Comparativo Trelifácil X Vigotas pré-moldadas

Reduções Alcançadas				
Altura da Treliça	Sistema Trelifácil*	Sistema Vigota	Redução por metro linear	
	(Trelifácil* + Treliça)	(Base Concreto + Treliça)	kg	%
	(kg/m)	(kg/m)		
H8	1,7	9,4	7,7	82%
H12	1,8	9,5	7,7	81%
H16	2,0	9,7	7,7	80%
H20	2,2	9,8	7,6	78%
H25	2,7	10,3	7,6	74%
H30	2,9	10,5	7,6	73%

Fonte: Catálogo Técnico ArcelorMittal | Trelifácil. 2024.

Figura 24 - Laje pré-moldada treliçada



Fonte: <https://www.escolaengenharia.com.br/laje-trelicada>. 2021
Acesso em: 31/05/2024

É importante ressaltar que a diferença de custo dos serviços apresentados possui uma variação de cerca de 35%, o que pode fazer com que o orçamento da obra tenha uma considerável alteração de valor global, entretanto, a longo prazo, é uma das opções mais acertadas quando se trata de achatar cronogramas, pois sua

montagem é extremamente rápida e a quantidade de mão de obras envolvida no processo é muito inferior ao método convencional.

Figura 25 - Composição da laje pré fabricada tradicional

SEINFRA	C4458	LAJE PRÉ-FABRICADA TRELIÇADA P/ FÔRRO - VÃO ACIMA DE 4,81 m			M2	
MATERIAL		FORTE	UNID.	COEF.	PREÇO UNIT	TOTAL
I0169	AÇO CA-60	MERCADC	KG	0,74	R\$ 8,28	R\$ 6,13
I8285	LAJE PRÉ-FABRICADA TRELIÇADA P/ FÔRRO, DE 12 cm DE ALTURA E 4	MERCADC	M2	1,00	R\$ 60,31	R\$ 60,31
I1691	PONTALETE / BARROTE DE 3"x3"	MERCADC	M	1,30	R\$ 12,61	R\$ 16,39
I1728	PREGO 18X27 (2.1/2" X 10) (APROXIMADAMENTE 198UN/KG)	MERCADC	KG	0,03	R\$ 13,80	R\$ 0,41
I1846	SARRAFO DE 1"x4"	MERCADC	M	0,97	R\$ 4,74	R\$ 4,60
I1916	TABUA DE 1" DE 3A. - L = 30cm	PRÓPRIA	M	0,65	R\$ 10,01	R\$ 6,51
TOTAL MATERIAL					R\$ 94,35	
MÃO DE OBRA		FORTE	UNID.	COEF.	PREÇO UNIT	TOTAL
I2543	SERVENTE	SEINFRA	H	0,35	R\$ 15,55	R\$ 5,44
I2391	PEDREIRO	SEINFRA	H	0,35	R\$ 20,77	R\$ 7,27
TOTAL MÃO DE OBRA					R\$ 12,71	
MATERIAL		FORTE	UNID.	COEF.	PREÇO UNIT	TOTAL
C0840	CONCRETO P/VIBR., FCK 15 MP	SEINFRA	M3	0,06	R\$ 395,54	R\$ 22,55
C1603	LANÇAMENTO E APLICAÇÃO DE	SEINFRA	M3	0,06	R\$ 228,25	R\$ 13,01
TOTAL MATERIAL					R\$ 35,56	
VALOR COM ENCARGOS					R\$ 142,62	

Fonte: Tabela de custos da seinfra 27.1

Figura 26 - Composição de laje utilizando trelifácil

PRÓPRIA	ESM.OBRA 02	LAJE MOLDADA COM CONCRETO E TRELIÇAS - TRELIFÁCIL			M2	
SERVIÇO		FORTE	UNID.	COEF.	PREÇO UNIT	TOTAL
PRÓPRIA	BASE TRELIFÁCIL	MERCADC	M	3,30	11,72	38,68
PRÓPRIA	TRELIÇA TB1GL	MERCADC	M	3,30	7,29	24,05
PRÓPRIA	EPS PARA LAJE	MERCADC	M2	1,10	9,02	9,92
ESM.OBRA 01	BOMBEAMENTO DE CONCRETO	PRÓPRIA	M3	0,13	625,95	82,55
TOTAL SERVIÇO					155,21	
MÃO DE OBRA		FORTE	UNID.	COEF.	PREÇO UNIT	TOTAL
I2543	SERVENTE	SEINFRA	H	0,35	15,55	5,44
I2391	PEDREIRO	SEINFRA	H	0,35	20,77	7,27
TOTAL MÃO DE OBRA					7,27	
MATERIAL		FORTE	UNID.	COEF.	PREÇO UNIT	TOTAL
I1846	SARRAFO DE 1"x4"	SEINFRA	M	0,97	6,05	5,87
I1691	PONTALETE / BARROTE DE 3"x3"	SEINFRA	M	1,30	12,09	15,72
I1916	TABUA DE 1" DE 3A. - L = 30cm	SEINFRA	M	0,65	12,77	8,30
I1728	PREGO 18X27 (2.1/2" X 10) (APR	SEINFRA	KG	0,03	14,20	0,43
TOTAL MATERIAL					30,31	
VALOR COM ENCARGOS					192,79	

Fonte: Tabela de custos da seinfra 27.1

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intenção deste trabalho foi analisar o planejamento de uma obra de reforma e ampliação e traçar um comparativo entre os métodos executivos utilizados e métodos construtivos que possuem uma maior eficiência de custo benefício. Neste intuito apresentamos os documentos necessários para iniciar a execução e apresentamos material que nos permite analisar as técnicas construtivas pertinentes ao assunto. Partindo disso conseguimos alcançar tanto o objetivo geral como os objetivos específicos propostos, e entregamos uma análise satisfatória para uma compreensão mais certa.

Tornou-se evidente neste estudo, que as maiores vantagens em relação ao comparativo Convencional X Enxuta, é a agilidade na execução. Enquanto preciso de cerca de 3 meses para executar um serviço pelo método convencional, eu consigo reduzir esse prazo para cerca de 20 dias utilizando técnicas enxutas. Também é evidente que a utilização de mão de obra é menor e menos desgastante, haja vista que o peso a ser manuseado e a quantidade de repetições é muito inferior.

A única desvantagem observada foi o custo. Por meio das técnicas apresentadas neste trabalho, temos um acréscimo de cerca de 50% no valor global do serviço, entretanto, continua sendo a solução mais eficaz quando a intenção for achatar o prazo de execução do empreendimento.

Como uma proposta de trabalhos futuros, podemos sugerir um estudo mais amplo de todo o empreendimento, não somente da parte estrutural. Utilizando técnicas enxutas em todos os serviços da obra será possível reduzir ainda mais seu cronograma e um estudo sobre isso seria bem-vindo a quem tiver interesse de comparar as duas coisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 12211:1987 - Projeto de Castelo d'Água.

Amaral, Leandro. O que é a planta de situação, como fazer e diferenças de planta de localização. 2020. Disponível em: <https://arquitetoleandroamaral.com/planta-de-situacao/#:~:text=O%20objetivo%20de%20uma%20planta,e%20os%20limites%20do%20terreno>. Acessado em: 03 de maio de 2024

ASSAKKAF, Ibrahim. Construction planning, equipment, and methods. 2003. Autodesk. 2024. O que é BIM? Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/solutions/bim>. Acessado em 11 de maio de 2024

Autodoc,2024- Documentação de obras, porque é tão importante mantê-las organizadas? Disponível em: <https://autodoc.com.br/conteudos/documentacao-de-obras-por-que-e-tao-importante-mante-los-organizados/> acessado em: 12/05/2024

Barros Neto, J. de P.; Mattos, A. D. Gerenciamento de Projetos de Construção. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

BARROSO, Suelly Helena de Araújo. Estudos dos solos da região metropolitana de Fortaleza para aplicação na engenharia rodoviária. 2002. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-01062016-112348/>. Acesso em: 29 abr. 2024.

BORGES, A. C. Topografia aplicada à Engenharia Civil. São Paulo. Ed. Edgar Blucher. SP, 1992.

Branco, Hiago. Levantamento de quantitativos de obras: 8 dicas para seguir. 2021. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/levantamento-de-quantitativos-de-obras>. Acessado em 06/05/2024

CASCUDO, Osvaldo. Manual do Concreto Estrutural: Tecnologia e Controle de Qualidade. São Paulo: Pini, 2010.

Castro, Antônio P. M.; Pereira, José L. S. "Instalações Hidrossanitárias Prediais: Água Fria, Água Quente, Esgoto Sanitário, Água Pluvial". Editora Érica, 2017.

CAUBR. Para que serve o RRT. 2015. Disponível em: <https://caubr.gov.br/1-para-que-serve-o-rrt/>. Acessado em 11 de maio de 2024

CG Ambiental. Benefícios de um cronograma de execução. Disponível em: <https://www.cgambiental.com.br/voce-sabe-o-que-e-supressao-de-vegetacao/#:~:text=Qual%20o%20significado%20de%20supress%C3%A3o,outros%20usos%20alternativos%20do%20solo>. Acessado em 07 de maio de 2024

CHIAVENATO, I. Iniciação ao Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Choo, B.S. "Structural Elements Design Manual: Working with Eurocodes", 1st Edition, CRC Press, 2017.

CINTRA, José Carlos A.; AOKI, Nelson; TSUHA, Cristina de H. C.; GIACHETI, Heraldo L. FUNDAÇÕES: ENSAIOS ESTÁTICOS E DIN MICOS. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

CONCEIÇÃO, L. D. Proposta de um planejamento estratégico utilizando a ferramenta balanced scorecard em uma empresa de construção civil. 50 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de obras) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba, 2014.

Cotrim, Américo. "Instalações Elétricas Prediais". Editora Érica, 2018.

DiBietto, Deborah K.; Kellert, Stephen R. "Principles of Ecological Landscape Design". Island Press, 2013.

GOETSCH, David L. Construction Safety & Health. Pearson Higher Ed, 2012.

GOULD, Frederick E.; JOYCE, Nancy Eleanor. Construction project management. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2003.

<https://eescjr.com.br/blog/ensaio-spt/>. Acessado em: 29 de abril de 2024

<https://www.linkedin.com/pulse/diferen%C3%A7as-entre-constru%C3%A7%C3%A3o-e-reformas-sandro-poubel/?originalSubdomain=pt>.

Acesso em: 28 de abril. 2024.

Ideal Ambiental. Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil: tudo o que você precisa saber. Disponível em: <https://www.idealambiental.com.br/plano-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-tudo-o-que-voce-precisa-saber/#:~:text=O%20principal%20objetivo%20do%20PGRCC,materiais%2C%20de%20forma%20ambientalmente%20adequada>. Acessado em 11 de maio de 2024

Junior, José. O que é preço desonerado e não desonerado? 2023. Disponível em: <https://www.i9orcamentos.com.br/precos-desonerados-e-nao-desonerados/>.

Acessado em 20/06/2024

Junior, Wilson Pacheco. Tabela Sinapi: entenda a importância desse documento para a construção civil. 2020. Disponível em: <https://blog.obraprima.eng.br/a-tabela-sinapi-na-construcao-civil/>. Acessado em 06/05/2024

MATTOS, Aldo D. Planejamento e Controle de Obras. São Paulo: Pini, 2010. McGraw-Hill, 1990.

Metcalf & Eddy, Inc. "Tratamento de Esgotos Domésticos". Editora McGraw-Hill, 1991. Microsoft. 2023. O que é ERP? Disponível em: <https://dynamics.microsoft.com/pt-br/erp/what-is-erp/>. Acessado em 11 de maio de 2024

Ministério do meio ambiente e mudança do clima. Etapas do Licenciamento. Disponível em: <https://pnla.mma.gov.br/etapas-do-licenciamento>. Acessado em 11 de maio de 2024

Neufert, Ernst. "Arte de Projetar em Arquitetura". Editora Gustavo Gili, 2013.

NÔCERA, R. J. Planejamento e Controle de obras com Microsoft Project. Santo André: Ed. Do Autor, 2007

NOCÊRA, Rosaldo de Jesusl. Planejamento e controle de obras. 2. ed. Local: Editora RJN, 2010.

OLIVEIRA, João Vitor Ferreira de. Ensaio SPT: a importância de estudar o terreno para garantir a segurança da sua residência. 2021. Disponível em:

POUBEL, SANDRO. Diferenças entre construção e reformas. Disponível em:

SEARS, S. Keoki; CLOUGH, Richard Hudson; SEARS, Glenn A. Construction project management: A practical guide to field construction management. John Wiley & Sons, 2008.

Secretaria de infraestrutura do estado do Ceará. O que é a Tabela Unificada SEINFRA? 2024. Disponível em: <https://www.seinfra.ce.gov.br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/>. Acessado em 06/05/2024

Silva, Heloiza da. O que é ART – Anotação de Responsabilidade Técnica. 2024. Disponível em <https://www.produttivo.com.br/blog/ anotacao-responsabilidade-tecnica-art/#:~:text=A%20anota%C3%A7%C3%A3o%20de%20responsabilidade%20t%C3%A9cnica,problemas%20para%20ambas%20as%20partes>. Acessado em 11 de maio de 2024

SPENCE, William P.; KULTERMANN, Eva. Construction Materials, Methods and Techniques. Cengage Learning, 2016.

SWEET, Justin; SCHNEIER, Marc M.; WENTZ, Blake. Construction law for design professionals, construction managers and contractors. Nelson Education, 2014.

TDGI Brasil. 2021. Benefícios de um cronograma de Execução. Disponível em: <https://tdgibrasil.com/cronograma-de-execucao-de-obra/#:~:text=Qual%20a%20sua%20import%C3%A2ncia%3F,materiais%20necess%C3%A1rios%20em%20cada%20momento>. Acessado em 07 de maio de 2024

VENDRUSCOLO, Márcio Antônio. Análise Numérica e Experimental do Comportamento de Fundações Superficiais Assentos em Solos Melhorado. 1996. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

VIVA REAL. Laudo de vistoria, o que é, quem faz,2023

Disponível em: <https://www.vivareal.com.br/blog/dicas-compra/laudo-de-vistoria-de-imovel/>. Acessado em 06 de maio de 2024.

ZIMMERMANN, C. C. Apostila de Topografia. Universidade Federal de Santa Catarina, Dep. de Engenharia Civil. Florianópolis, SC, 2015.

