SISPRED 2023
XV SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS
BOAS PRÁTICAS, INOVAÇÃO, DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE
19 E 20 DE OUTUBRO DE 2023 - JOINVILLE - SC

APLICAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA COMO ESTRATÉGIA DE OTIMIZAÇÃO DE CRONOGRAMA PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS

Application of concurrent engineering as a schedule optimization strategy for project development

Gudson Berg Costa Bezerra [1]; André Luis Ferreira Frazão [2]; Letícia Iohanna Coelho Lima[3], Miguel Munemori Junior [4]

Recebido em 14 de junho de 2023, aprovado em 25 de julho de 2023, publicado em 19 de outubro de 2023

Palavras-chave:

Engenharia Simultânea,

Gestão de Projetos,

Processos Integrados.

Keywords:

Simultaneous Engineering,

Project Management,

Integrated Processes.

RESUMO: Este artigo tem como objetivo verificar o tempo de redução e qualidade na elaboração dos projetos da infraestrutura física para instalação de tomógrafo, utilizando a metodologia de engenharia simultânea em comparação ao método tradicional. O presente trabalho examina a aplicação dessa metodologia como uma estratégia para otimizar o cronograma de elaboração dos projetos, com ênfase na integração e paralelismo entre sistemas prediais. A metodologia utilizada comparou o tempo de projeto de instalação do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA) com outras 13 instituições pertencentes ao mesmo órgão. O estudo de caso aborda as adaptações e ajustes da infraestrutura necessários para a instalação de um equipamento de tomografia no referido hospital. Foram apresentadas as vantagens da engenharia simultânea e como ela pode ser implementada para acelerar o processo de desenvolvimento de projetos e aprimorar a qualidade das entregas, com foco na redução de prazos e custos. Após análise, os resultados mostram que a adoção da engenharia simultânea foi fundamental para assegurar o cumprimento do cronograma de execução dos projetos executivos. Essa abordagem estratégica permitiu a integração e colaboração efetiva entre as diferentes disciplinas e equipes envolvidas, resultando em uma execução mais eficiente e sincronizada que as demais instituições do órgão.

ABSTRACT: This paper aims to investigate the time reduction and quality improvements in the development of physical infrastructure projects for tomograph installation, using the concurrent engineering methodology in comparison to the traditional approach. The study examines the application of this methodology as a strategy to optimize the project development schedule, with a particular emphasis on the integration and parallelism among building systems. The methodology employed involved comparing the project duration for the installation of a tomograph at the University Hospital of the Federal University of Maranhão (HU-UFMA) with that of 13 other institutions belonging to the same organization.The case study addresses the necessary adaptations and adjustments in the infrastructure to accommodate the tomograph equipment at the aforementioned hospital. The advantages of concurrent engineering and its potential implementation to expedite the project development process and enhance the quality of deliverables, focusing on time and cost reduction, were presented. Upon analysis, the results demonstrate that the adoption of concurrent engineering was crucial in ensuring the timely execution of the executive projects' schedule. This strategic approach facilitated effective integration and collaboration among different disciplines and teams involved, resulting in a more efficient and synchronized execution compared to the other institutions within the organization.

CONTATO DOS AUTORES:

[1] **BEZERRA, Gudson Berg Costa**: Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Maranhão, gudson.berg@discente.ufma.br.
[2] **FRAZÃO, André Luis Ferreira**: Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Maranhão, andre.frazao@discente.ufma.br.
[3] **LIMA, Letícia Iohanna Coelho**: Graduanda em Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do Maranhão, leticia.cl@discente.ufma.br.
[4] **MUNEMORI JUNIOR, Miguel**: Engenheiro Civil, Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão-HU-UFMA, miguel.munemori@huufma.br.

XV SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS (SISPRED 2023)

1 INTRODUÇÃO

O cronograma é uma ferramenta essencial no gerenciamento de projetos. Cavalcanti E Silveira (2016) destacam que sua importância consiste em uma gestão que permite a visão de todo o projeto através da distribuição das atividades do escopo e suas durações. Além disso, segundo Montedo (2020), o cronograma pode agir de forma antecipada a possíveis imprevistos a fim de atenuar ou até extinguir um problema que afetaria o processo de construção.

Na esfera pública, ainda se mostra um grande desafio na construção civil a elaboração de cronogramas eficientes. Gatti (2014) enfatiza que os órgãos governamentais encontram dificuldades em ajustar as funções de gerenciamento para projetos complexos e principalmente na adequação entre planejado e executado.

Muitas dificuldades enfrentadas pelos gestores de projetos se dão devido a não utilização de uma metodologia adequada de gestão de projetos (KERZNER ,2004). Perotti (2015) mostra que setores mais desenvolvidos, como o automobilístico, há tempos já utilizam ferramentas avançadas de gestão de projetos e produção, entre elas, a engenharia simultânea.

A Engenharia Simultânea segundo Pedrini (2012) tem por objetivo a minimização de prazos, redução de custos, minimização de perdas no processo produtivo, melhoria da qualidade das obras, melhor atendimento às necessidades, requisitos dos clientes e redução do stress entre os setores de projeto e produção.

Nesse contexto, este artigo tem como objetivo apresentar a aplicação da engenharia simultânea no projeto de instalação de um equipamento de tomografia, visando avaliar a otimização do cronograma e a melhoria da qualidade do projeto no Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

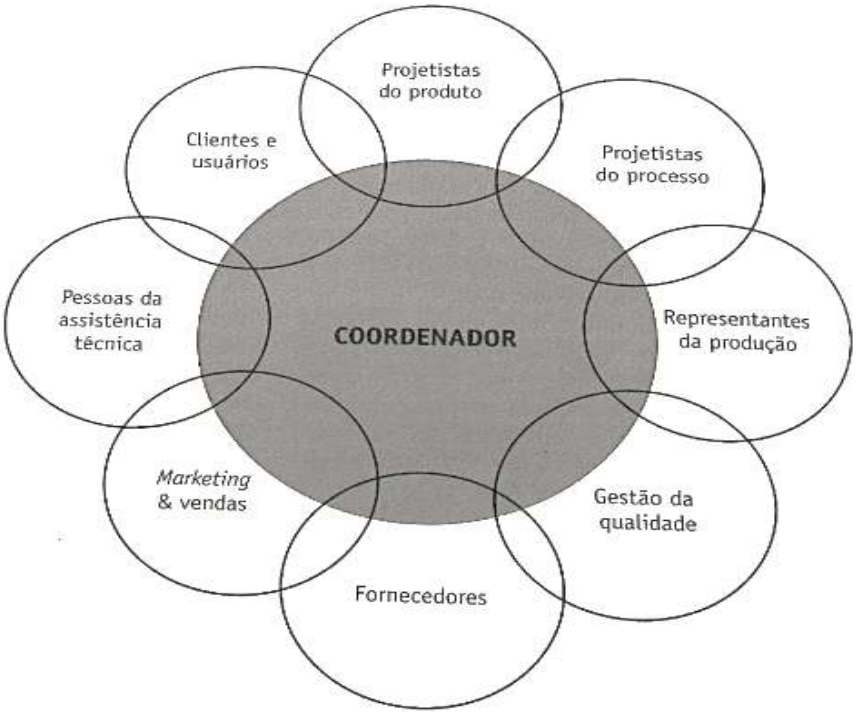
Na área da construção civil, há uma deficiência na compatibilização de projetos e no cumprimento de prazos, o que representa um desafio para todos os envolvidos, tanto na parte técnica quanto operacional do empreendimento. Isso se deve, em parte, à utilização de ferramentas inadequadas para a organização das informações, tendo impacto direto no canteiro de obras e afetando o resultado. Cada obra possui suas particularidades e está sujeita a imprevistos relacionados ao seu processo de concepção (GUERRIERO *et al*., 2010).

Em vista disso, percebeu-se a importância da busca por uma produção mais eficiente. Desse modo, surgiu, na segunda metade dos anos 80, o conceito de engenharia simultânea, inicialmente introduzido pelo *Institute for Defense Analyses* (IDA). Essa abordagem, também chamada de engenharia paralela ou engenharia concorrente, propõe uma visão sistêmica no desenvolvimento de produtos, abrangendo desde a concepção até a execução e a manutenção subsequente da obra (FABRICIO, 2002).

A falta de ferramentas tecnológicas de gestão que possam melhorar a integração dos agentes envolvidos no processo é responsável por muitos dos atrasos. Além disso, a ausência de um detalhamento adequado do projeto e de adaptações à realidade local (canteiro de obra), resulta em uma concepção lenta da construção, baixa produtividade dos envolvidos e um produto de qualidade regular. Isso, por sua vez, leva a desperdícios e prejuízos de tempo, materiais e financeiros (CORNICK, 1991).

A Figura 1 ilustra o processo de concepção da estrutura organizacional, baseado na abordagem da Engenharia Simultânea. Essa metodologia exige uma interação intensa entre os departamentos e especialistas, onde ao centro tem-se a figura do coordenador o responsável pela integração dos diferentes grupos multidisciplinares. O objetivo é garantir uma comunicação eficiente das informações relevantes entre todos os participantes do projeto (FABRÍCIO e MELHADO, 2004).

Figura 1 - Representação de equipe multidisciplinar

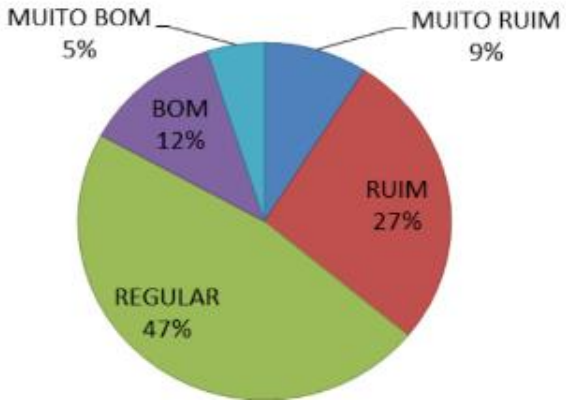


Fonte: Adaptado de Weck et al. (1991) apud Takahashi (1996)

Philippsen Junior (2011) aborda uma pesquisa qualitativa sobre o nível de interação entre as equipes de uma obra, resultando nos seguintes dados:

- Qual o nível de interação observado entre as diferentes especialidades da equipe de projetistas - arquitetura, engenharias civil, elétrica e mecânica (Figura 2)?

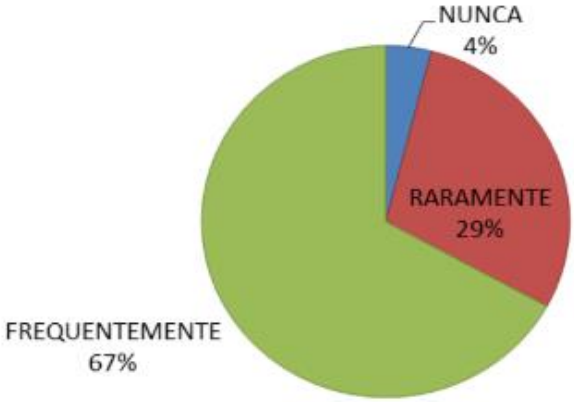
Figura 2 - Interação entre equipes dentro de um projeto



Fonte: Philippsen Junior (2011)

- Com que frequência o setor técnico necessita efetuar a devolução dos projetos para revisão dos projetistas em função de projetos com informações pendentes/ausentes, tais como orientação solar, cargas térmicas, diagrama unifilar, ou incompatibilidade entre projeto, orçamento e caderno de encargos, por exemplo (Figura 3).

Figura 3 - Frequência na devolução de projetos



Fonte: Philippsen Junior (2011)

Philippsen Junior (2011) destaca aspectos relevantes, tais como o aprimoramento da dinâmica na troca de informações entre equipes multidisciplinares e a redução da taxa de devolução de projetos devido a erros e problemas de comunicação. Esses aspectos serão abordados no capítulo de Resultados e Discussões, e referenciados em consonância com os resultados obtidos no referido artigo.

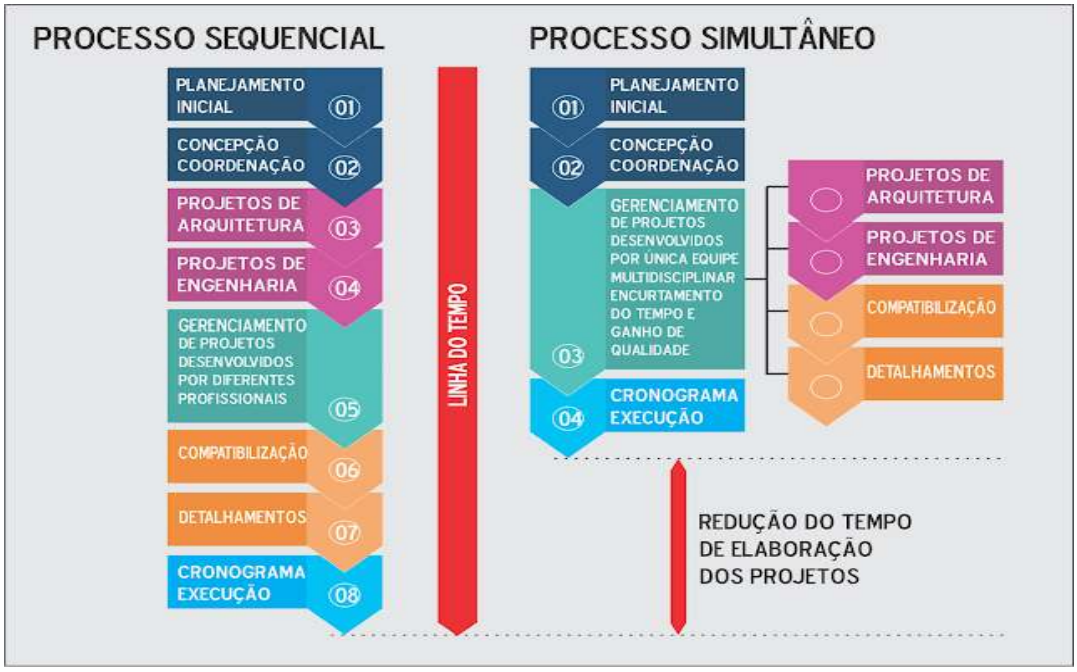
3 METÓDO DE ANÁLISE E VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO

A metodologia adotada neste estudo aplicou o conceito de engenharia simultânea no projeto de instalação de tomógrafo do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão (HU-UFMA), que será desenvolvido por uma empresa contratada através de licitação pública. Foi avaliado o cronograma proposto pela empresa para a execução das seguintes etapas do projeto: levantamento preliminar, anteprojeto e projeto executivo.

A avaliação do desempenho da equipe multidisciplinar tanto da HU-UFMA quanto da empresa contratada durante a fase de elaboração dos projetos executivos consistiu no atendimento ao cronograma proposto pela contratada.

Além disso, se comparou a eficiência com outras 13 unidades que estão dentro do programa de implementação do tomógrafo da rede EBSERH. O método levou em consideração o processo simultâneo, como descrito na Figura 4.

Figura 4 - Etapa Processo Sequencial x Simultâneo



Fonte: Adaptado de Weck et al. (1991) apud Takahashi (1996)

No levantamento preliminar, foram consideradas atividades como requisitos do projeto, análise do local, estimativa de custos e demandas dos setores assistenciais, envolvendo servidores do HU-UFMA, EBSERH, contratada e estagiários. A equipe multidisciplinar, sob a supervisão de um coordenador, levantou questionamentos durante a elaboração do anteprojeto para mitigar possíveis adversidades durante a execução da implantação do tomógrafo. O objetivo era garantir a comunicação fluida entre os setores e diminuir características impactadas por variações.

Tanto no projeto executivo quanto no anteprojeto, como ferramenta que promove a otimização dos processos, foi utilizado QR Code para as atualizações da revisão do projeto e para o levantamento de questionamentos que são essenciais para evitar transtornos e falhas de comunicação como é possível ver na Figura 5.

Figura 5 - Controle do projeto de Tomografia

Fonte: Autoria própria (2023)

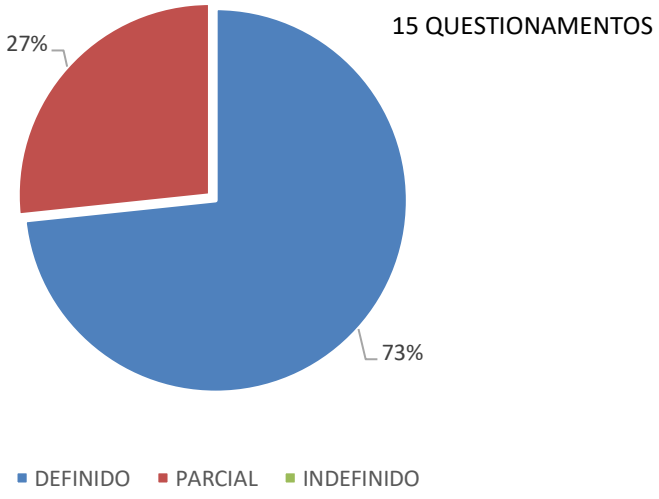
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo avaliou a qualidade dos projetos executivos com base em análises recentes sobre gestão de projetos. A baixa qualidade dos projetos licitados é identificada como um fator que contribui para atrasos durante a execução das obras e um distanciamento entre as diferentes especialidades desde o planejamento até a execução. A pesquisa qualitativa analisa a interação das equipes envolvidas na obra, fornecendo dados relevantes para a avaliação.

Em geral, durante a execução de obras, é comum que os membros da equipe técnica não tenham acesso às versões mais atualizadas do projeto no momento adequado, o que acarreta diretamente na qualidade final do empreendimento. Essa abordagem envolve a disponibilização de um código QR Code como um meio efetivo de controle da versão mais recente de cada fase em andamento e/ou concluída do projeto.

Foram levantados 15 questionamentos pela equipe multidisciplinar do Hospital Universitário que abrangem aspectos arquitetônicos, hidrossanitários e elétricos no levantamento preliminar. Para avanço da segunda etapa foram resolvidos parcialmente os itens conforme Figura 6.

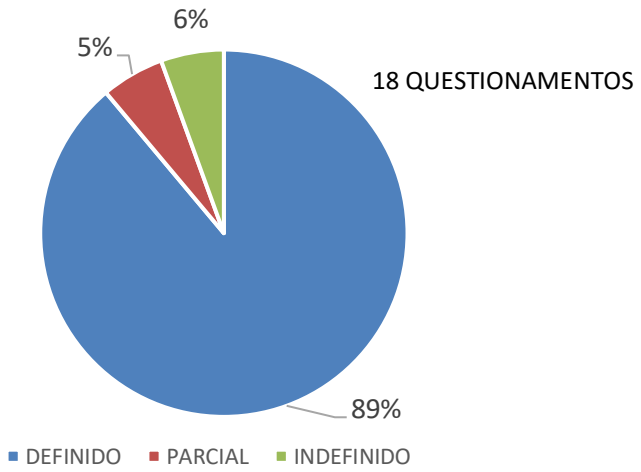
Figura 6 - Levantamento Preliminar



Fonte: Autoria Própria (2023)

Durante a segunda fase (Figura 7), correspondente ao anteprojeto, foram levantados com mais detalhes 18 questionamentos sobre a implantação do tomógrafo que podem ser vistos no QR Code. Nessa etapa, 16 desses questionamentos foram definidos, representando 89% do total. Houve 1 item parcialmente definido (5%) e 1 item indefinido (6%).

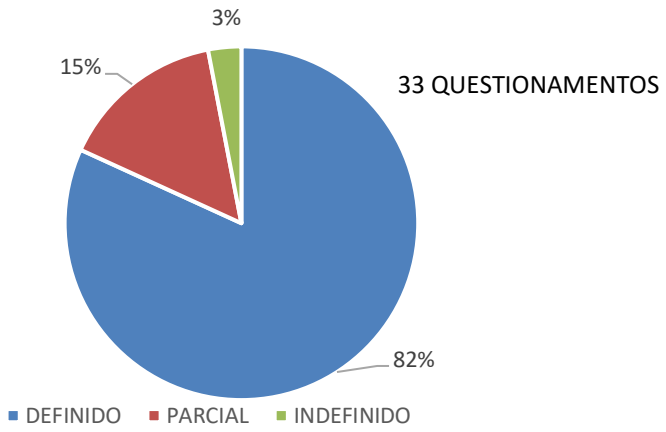
Figura 7 - Anteprojeto



Fonte: Autoria Própria (2023)

O projeto executivo consolidado reflete as discussões realizadas nas fases iniciais, com uma redução no percentual de itens definidos devido a questionamentos parcialmente resolvidos. As etapas preliminar e anteprojeto abordaram itens distintos conforme o cronograma estabelecido. Na Figura 8, dos 33 questionamentos, 82% dos itens foram definidos, aproximadamente 15% permanecem parcialmente resolvidos e apenas 3% não foram atendidos.

Figura 8 - Projeto Executivo

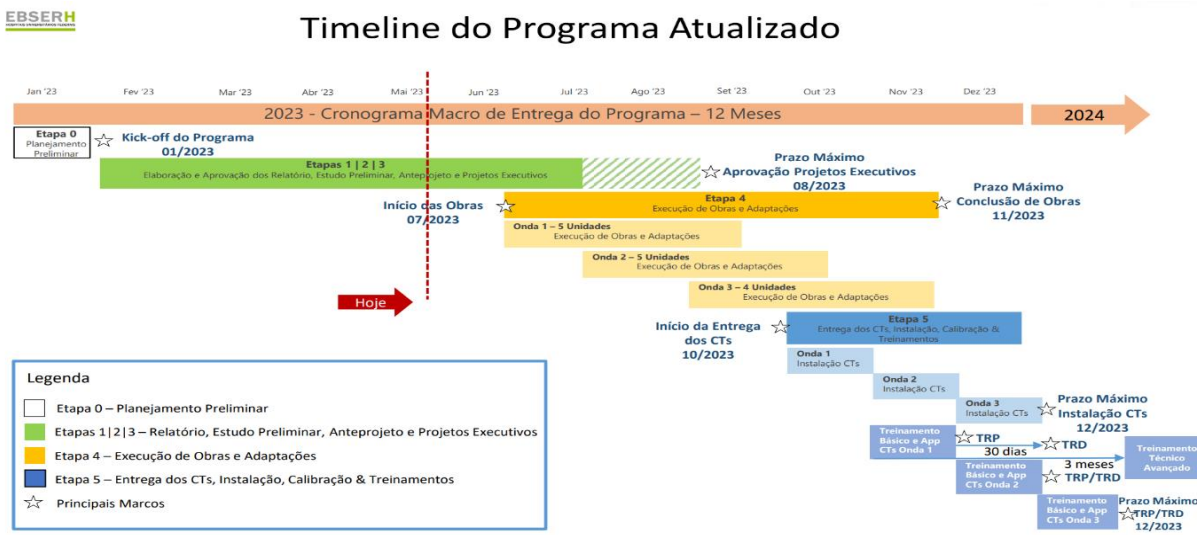


Fonte: Autoria Própria (2023)

Um investimento de recursos e análises nas fases iniciais do projeto pode reduzir os prazos e custos gerais da implementação da obra, devido à antecipação de interferências e soluções antecipadas de obstáculos. Isso leva a melhorias significativas em termos de custo, velocidade e qualidade do empreendimento.

A Figura 9 representa o progresso em relação ao cronograma de implementação do tomógrafo estabelecido pela empresa contratada. De acordo com esse cronograma, a entrega final dos projetos executivos está prevista para julho de 2023. No entanto, até 15/05/2023, as etapas 1, 2 e 3 já foram concluídas.

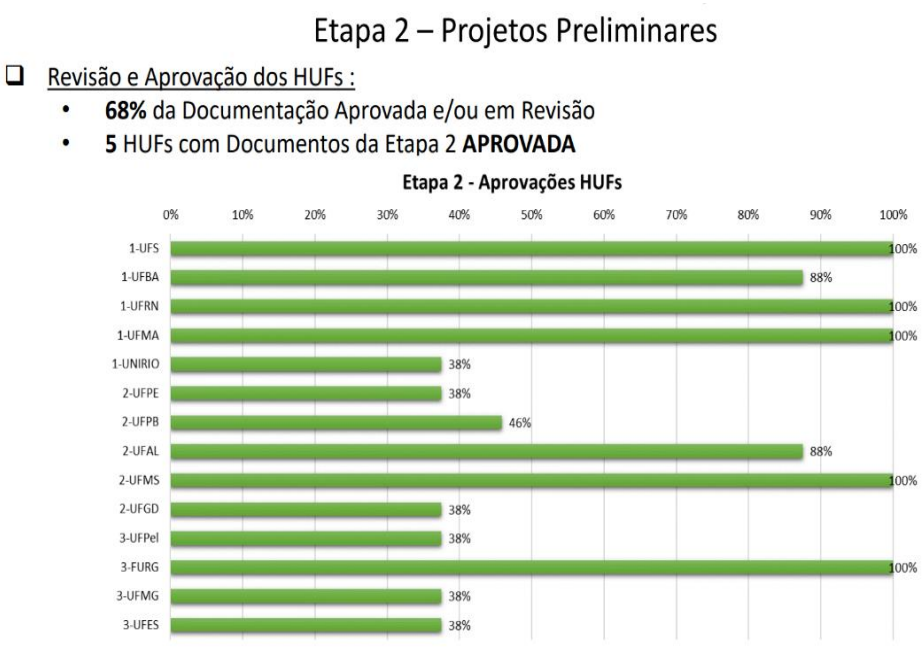
Figura 9 – Cronograma EBSERH/Contratada



Fonte: EBSERH (2023)

A Figura 10 mostra o percentual de aprovação dos projetos preliminares em 13 unidades onde a implementação do tomógrafo está em andamento. Nota-se que o HU-UFMA está entre as cinco unidades que alcançaram 100% de aprovação e/ou revisão dos seus projetos preliminares. Esse resultado indica o êxito do processo de revisão e validação dos projetos preliminares no HU-UFMA, demonstrando um alto nível de conformidade e qualidade.

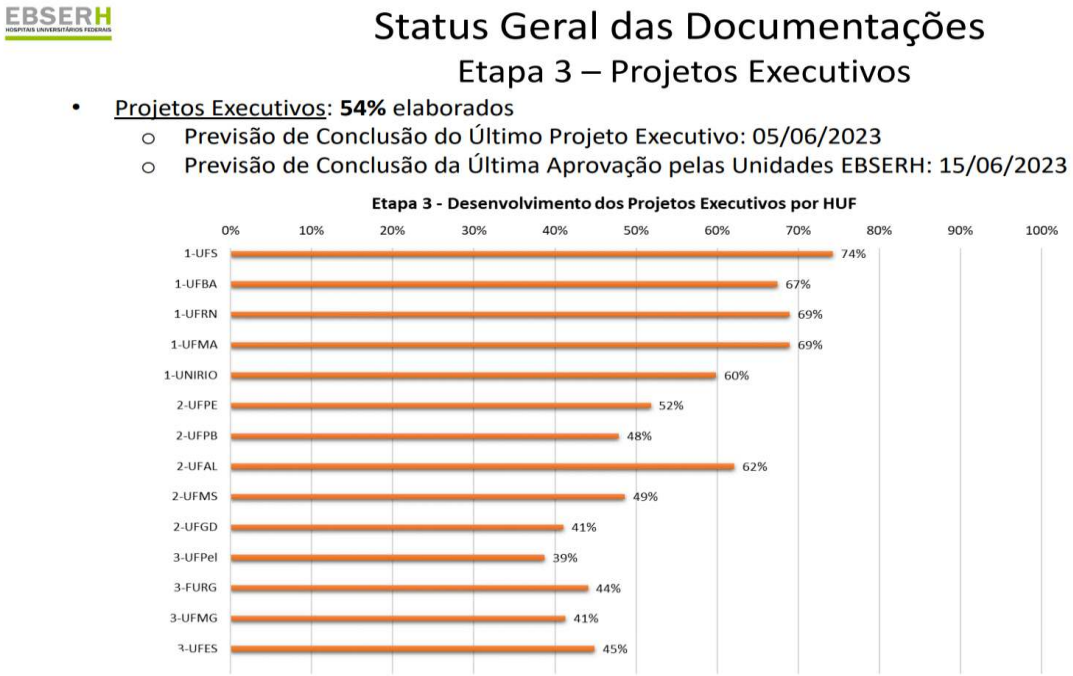
Figura 10 - Percentual de aprovação projetos preliminares das unidades HU



Fonte: EBSERH (2023)

O projeto executivo do tomógrafo no HU-UFMA está 69% concluído na etapa 3 (Figura 11). A engenharia simultânea permitiu um alinhamento eficiente dos planos de execução, detalhamento tecnológico e recursos de produção, resultando em redução de custos relacionados a retrabalhos, execução e desperdícios. Constata-se que o percentual de avanço de elaboração dos projetos executivos pelo HU-UFMA foi 15% superior que a média das instituições envolvidas no programa.

Figura 11 - Percentual de aprovação dos projetos executivos das unidades HU



Fonte: EBSERH (2023)

A adoção do QR CODE permite proporcionar soluções integradas para as interferências identificadas entre os projetos hidrossanitários, estruturais, elétricos e arquitetônicos. Como podemos ver na figura 5, os questionamentos levantados foram essenciais para a verificação das falhas presentes nos projetos, que durante a execução da obra poderiam se tornar um transtorno. Portanto, para o projeto hidrossanitário, foram identificados os possíveis conflitos e a otimização da distribuição dos sistemas de água, esgoto e drenagem. Além disso, no projeto elétrico se evitou interferências com outros elementos da edificação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de implementação do tomógrafo no HU-UFMA progrediu conforme planejado, com eficácia na etapa de levantamento preliminar e identificação de alterações essenciais durante a visita técnica. A abordagem de engenharia simultânea envolvendo equipes e especialidades tem melhorado a qualidade e eficiência do processo. O anteprojeto resultou na definição da maioria das questões levantadas, demonstrando planejamento sólido e evitando atrasos.A aplicação da engenharia simultânea no projeto do tomógrafo do HU-UFMA, com coordenação centralizada pela equipe técnica, permitiu uma distribuição eficiente de informações, resultando em projetos mais robustos e produtivos. O investimento adequado nas fases iniciais do projeto fornece melhor controle de custos,

velocidade e qualidade. A implementação da engenharia simultânea possibilitou o cumprimento do cronograma de execução dos projetos executivos, resolvendo questões cruciais para o desenvolvimento e qualidade do projeto. Essa abordagem pode servir como exemplo para projetos de obras públicas, evitando baixa qualidade nos projetos licitados e garantindo o sucesso das implantações.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, Francisco Rodrigo P., e SILVEIRA, Jarbas A. N. **Fundamentos de Gestão de Projeto: gestão de riscos**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2016. Disponível em: . Acesso em: 08 mai. 2023.

CAVALERA, J. HUMAN and psycological aspects of the implementation of quality control in construction. Management, Quality and Economics in Building. Editado por Artur Bezelga and Peter Bradon. E & FN Spon, Chapman & Hall. Londres, 1991, p. 484-494

CORNICK, T. Quality Management for Building Design. Butterworth Architecture Management Gides, 1991

FABRÍCIO, Márcio Minto. **Projeto simultâneo na construção de edifício**s. Tese (Doutorado em Engenharia). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FABRÍCIO, Márcio Minto; MELHADO, Siivio. **PROJETO SIMULTÂNEO E A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS,** Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228611542_Projeto_simultaneo_e_a_qualidade_na_construcao_de_edificios/link/00b49527792e9efe42000000/download. Acesso em: 09 maio 2023.

GATTI, U.C.; MIGLIACCIO, G.C.; LAIRD. **Design Management in Design-Build Megaprojects: SR 99 Bored Tunnel Case Study. Practice Periodical on Structural Design and Construction**., v. 19(1), p. 148-158, 2014

GUERRIERO, Anee. HALIN, Gilles. KUBICKI, Sylvain. **INTEGRANDO OS CONCEITOS DE CONFIANÇA EM UM DASHBOARD DESTINADO AO COORDENADOR DE OBRAS** . CIB W78 2008 - Melhorando o gerenciamento de projetos de construção por meio da adoção de TI (ISSN: 2706-6568), BRITISH STANDARD INSTITUTION. BS 8525-1: Greywater systems. London, 2010.

KERZNER, Harold. ***Advanced Project Management: Best Practices on Implementation***. New Jersey. John Wiley & Sons, 2004

MONTEDO, Caroline Vieira. **A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE PROJETO E SUA REFLEXIBILIDADE NO TEMPO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2023. 13 f. Monografia (Especialização) - Curso de Arquitetura e

Brasil. Ministério da Educação. Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – EBSERH.

OLIVEIRA, L.H.; MARQUES, I.G. **Padronização de terminologia e de conceitos de sistemas prediais de água não potável**. CBCS, São Paulo, 2014.

PEDRINI, Manuela Kautscher. **Engenharia simultânea: planejamento e controle integrado do processo de produção/projeto na construção civil.** 2012. 233 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória - Es, 2012.

PHILIPPSEN JUNIOR, Luiz Adalberto *et al*. **Avaliação da gestão e coordenação de projetos – aspecto qualidade – de obras públicas vinculadas à Lei n.º 8.666/93**. In: 2°. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO X WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2011, Rio de Janeiro. 2º. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído**.** Rio de Janeiro: Sbpq, 2011. p. 518-527.

PEROTTI, Leandro. **ENGENHARIA SIMULTÂNEA: adaptação da metodologia para a indústria de pré-fabricados de concreto**. 2015. 47 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.