

Universidade Federal de Uberlândia

Faculdade de Engenharia Civil

Débora Franco de Oliveira

**ANÁLISE E PLANEJAMENTO DE CANTEIRO DE OBRAS: ESTUDO DE CASO DE UM
CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NA CIDADE DE UBERLÂNDIA – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado na forma de artigo científico, ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Professor Dr. Joseph Salem Barbar

UBERLÂNDIA

2020

ANÁLISE E PLANEJAMENTO DE CANTEIRO DE OBRAS: ESTUDO DE CASO DE UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NA CIDADE DE UBERLÂNDIA – MG

Débora Franco de Oliveira¹, Joseph Salem Barbar²

¹Aluna de graduação em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia

² Professor Dr., Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO

O prazo de execução de uma obra é um dos elementos imprescindíveis para sucesso de um empreendimento, pois está diretamente relacionado com o custo final e com a satisfação do cliente. Para isso, o planejamento de layout, organização do canteiro de obras e estudo dos fluxos dentro do mesmo é essencial, pois estão correlacionados com a produtividade dos funcionários. Na obra estudada o canteiro de obras apresenta distância excessiva da construção, acarretando prejuízos em termos de produtividade e fluxo de materiais, justificando, desta forma, a proposição de um novo layout, que possa eliminar esses prejuízos. Após realizado o estudo, este novo formato se apresentou mais eficiente que o original na distribuição das estruturas necessárias dentro do espaço disponível e também na distribuição dos fluxos pois se trata de uma obra de grande porte, cujo tamanho do terreno permite a movimentação adequada de materiais e pessoas.

Palavras-Chave: Canteiro de obras. Organização. Planejamento.

ABSTRACT

The period of execution of a work is one of the essential elements for the success of a project, as it is directly related to the final cost and to customer satisfaction. For this, layout planning, organization of the construction site and study of flows within it are essential, as they are correlated with employee productivity. In the work being studied, the construction site presents an excessive distance from the construction, causing losses in terms of productivity and material flow, thus justifying a proposal for a new layout, which can eliminate these losses. After the study, this new format was shown to be more efficient than the original in the distribution of structures within the available space and also in the distribution of flows, due to the fact that it is a large work, large The terrain allows for the adequate movement of materials and people..

Keywords: Construction site. Organization. Planning.

1. INTRODUÇÃO

O canteiro de obras é parte essencial e intrínseca à execução de uma obra, visto que se caracteriza pelo conjunto de áreas de vivência, locais de armazenamento de insumos e instalações provisórias inerentes ao processo construtivo. Desta forma, o canteiro constitui parte essencial da construção e, portanto, faz-se necessário o estudo e planejamento do mesmo para que atenda de maneira lógica e eficaz todas as etapas da obra, considerando os fluxos de materiais, mão-de-obra, equipamentos e áreas de trabalho, principalmente quando se trata de processos construtivos industrializados.

Segundo as metodologias mais utilizadas, para efetuar um planejamento adequado para o canteiro é necessário levar em consideração todos os serviços que serão executados e as diversas fases da obra. Essas fases determinam quais fluxos existirão, as áreas de apoio que serão necessárias e, indiretamente, o efetivo de cada etapa, determinando também as áreas de vivência e seu dimensionamento.

A necessidade de um planejamento logístico envolve a redução dos desperdícios. Os transportes excessivos estão intrinsecamente relacionados à escolha de um canteiro deficiente, uma vez que instalações bem projetadas resultam em um manuseio de materiais mais eficiente, reduzidos tempos de transportes e menores tempos de ciclo de produção.

Deve-se considerar, além do aspecto técnico de fluxos e produção, os aspectos legais regulamentados pelas normas regulamentadoras, que estabelecem diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, tendo como objetivo a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção, conforme citado na NR 18.

1.1 Objetivos

Este trabalho teve como objetivo realizar uma análise crítica do formato original e dos fluxos de um canteiro de obras amplo e propor, levando em consideração metodologias usuais e teóricas, novos *layouts*, ao longo da execução do empreendimento, que apresentem maior eficiência em relação à movimentação de mão-de-obra, materiais e máquinas dentro do canteiro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Normas regulamentadoras e similares

Com relação às áreas de vivência em canteiros de obras, devem ser seguidas as recomendações da Norma Regulamentadora NR-18 (2020) – Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção e da ABNT-NBR 12284- Áreas de vivência em canteiros de obras (ABNT, 1991) e para canteiros que possuem 20 ou mais trabalhadores é necessário implantar o PCMAT – Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção – que garante o cumprimento das normas

2.1.1 Norma Regulamentadora - NR – 18

A norma NR 18 (2020) atribui responsabilidades, define e normatiza acerca do programa de gerenciamento de riscos, explana acerca do dimensionamento e condições das áreas de vivência, instalações elétricas, segundo o texto da Norma Regulamentadora NR-18, acerca dos objetivos:

“ (...) estabelecer diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que visam à implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção.” (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020)

Além disso, a norma trata sobre a segurança no trabalho nas diversas etapas de obra determinando ações preventivas para diversos riscos, dentre outros itens imprescindíveis para evitar acidentes ou para aplicação de medidas corretivas tratando-se dos direitos do trabalhador.

2.1.1.1 Características das principais áreas de vivência e de trabalho

Na Tabela 1 são descritas as principais características determinadas pela NR 18 para as áreas de vivência e de trabalho que serão citadas neste estudo.

Tabela 1 – Principais características das áreas de vivência e de trabalho

(Continua)

Local	Características
Central de armação	A dobragem e o corte de vergalhões de aço em obra devem ser feitos sobre bancadas ou plataformas apropriadas e estáveis, apoiadas sobre superfícies resistentes, niveladas e não escorregadias, afastadas da área de circulação de trabalhadores. A área de trabalho onde está situada a bancada de armação deve ter cobertura resistente para proteção dos trabalhadores contra a queda de materiais e intempéries. É proibida a existência de pontas verticais de vergalhões de aço desprotegidas. Durante a descarga de vergalhões de aço, a área deve ser isolada.
Carpintaria	Deve ser dotada de mesa estável para uso de serra circular, com fechamento de suas faces inferiores, anterior e posterior, construída em madeira resistente e de primeira qualidade, material metálico ou similar de resistência equivalente, sem irregularidades, com dimensionamento suficiente para a execução das tarefas; A carpintaria deve ter piso resistente, nivelado e antiderrapante, com cobertura capaz de proteger os trabalhadores contra quedas de materiais e intempéries. As madeiras retiradas de andaimes, tapumes, fôrmas e escoramentos devem ser empilhadas, depois de retirados ou rebatidos os pregos, arames e fitas de amarração.
Armazenagem e estocagem de materiais	As pilhas de materiais, a granel ou embalados, devem ter forma e altura que garantam a sua estabilidade e facilitem o seu manuseio. A cal virgem deve ser armazenada em local seco e arejado. Tubos, vergalhões, perfis, barras, pranchas e outros materiais de grande comprimento ou dimensão devem ser arrumados em camadas, com espaçadores e peças de retenção, separados de acordo com o tipo de material e a bitola das peças. Os materiais não podem ser empilhados diretamente sobre piso instável, úmido ou desnivelado.

Tabela 1 – Principais características das áreas de vivência e de trabalho

(Continua)

Vestiários	O vestiário deve estar o mais próximo possível da entrada da obra e das instalações sanitárias, com o seu acesso protegido das intempéries; não ter ligação direta, nem estar adjacente, ao local destinado às refeições; Deve ser independente para homens e mulheres, com identificação nas portas; Deve ter pé direito mínimo de 2,50m; ter piso impermeável, lavável, de acabamento antiderrapante e com caimento para os ralos de escoamento; ter paredes resistentes, revestidas de material liso, lavável e impermeável até a altura mínima de 1,80m; ter bancos em número suficiente para atender aos usuários, com largura mínima de 0,30m . Quando utilizada pintura, esta deve ser de cor clara com características equivalentes à tinta a óleo ou esmalte; ter portas de acesso que impeçam o devassamento, com dimensões mínimas de 1,20m x 2,10m, situadas de modo a manter o resguardo conveniente; ter iluminação natural por abertura com área mínima de um décimo da área do piso (sendo no mínimo de 0,70 e artificial que garanta um nível de iluminamento mínimo de 150 lux;
Instalações Sanitárias	As instalações sanitárias devem: ser mantidas em perfeito estado de conservação e higiene; não se ligar diretamente com os locais destinados às refeições; ser independente para homens e mulheres, quando necessário; ter pé-direito mínimo de 2,50m (dois metros e cinquenta centímetros), ou respeitando-se o que determina o Código de Obras do Município da obra; estar situadas em locais de fácil e seguro acesso, não sendo permitido um deslocamento superior a 150 (cento e cinquenta) metros do posto de trabalho aos gabinetes sanitários, mictórios e lavatórios. As instalações sanitárias devem ser constituídas de um chuveiro e um lavatório para cada dez trabalhadores ou fração, um vaso sanitário e um mictório para cada 15 trabalhadores ou fração, considerando-se o turno de maior número de trabalhadores.

Tabela 1 – Principais características das áreas de vivência e de trabalho

(Conclusão)

Refeitório	Deve ser instalado em local específico sem comunicação direta ou adjacente as instalações sanitárias; não estar situado em subsolo ou porões das edificações; ter cobertura que o proteja das intempéries e que seja resistente também ao fogo; ter iluminação natural por abertura, com área mínima de um sétimo da área do piso, e iluminação artificial que garanta um nível de iluminamento mínimo de 150 lux; ter ventilação natural, através de aberturas para o exterior, com área mínima de 50% da área de iluminação; ter mesas com tampos, laváveis e impermeáveis, ter lavatório instalado nas proximidades, ligado à rede de esgoto ou fossas, e provido de material de limpeza para lavagem e secagem das mãos, proibindo-se o uso de toalhas coletivas; ter pia instalada em seu interior, ligada a rede de esgoto ou a fossa e provida de material de limpeza, para lavagem dos utensílios; ter depósito para detritos, com tampa; ter, para cada 50 trabalhadores ou fração, um bebedouro de jato inclinado com sistema de filtragem ou equipamento similar, com copo descartável, proibindo-se o uso de copo coletivo; ter aquecedor elétrico (banho-maria ou estufa) para aquecimento de refeições trazidas pelo trabalhador; Deve ter capacidade de acomodação para atender, de cada vez, no mínimo, a metade do total de usuários e ser dimensionado na proporção de 1m² por trabalhador ou fração;
Ambulatório	Todo canteiro de obra com mais de 50 trabalhadores deve possuir ambulatório para atendimento de emergências e consultas.

Fonte: Adaptado de NR 18 (2020).

2.1.2 ABNT-NBR 12284- Áreas de vivência em canteiros de obras

A NBR 12284 fixa critérios mínimos para a permanência de trabalhadores dentro do canteiro de obras (alojados ou não), definindo características obrigatórias para diversos tipos de

instalações das áreas de vivência, como número de bacias sanitárias em relação ao número de funcionários, distâncias máximas a serem percorridas para hidratação, instalações obrigatórias e suas principais características, bem como deve ser feito seu dimensionamento.

2.2 Métodos para elaboração do projeto do canteiro

Um canteiro de obras organizado e com *layout* bem planejado proporciona maior controle de estoque, maior produtividade, evita desperdícios e confere maior controle em relação à mão de obra. Desta forma, ao projetar o *layout* de um canteiro é necessário levar em consideração diversos fatores, como as estratégias de produção, a forma como os fluxos ocorrerão, e também as diversas etapas da obra. Para isso, foram desenvolvidos métodos de planejamento que viabilizem um projeto de canteiro eficiente e que se encaixe no empreendimento a ser executado. A seguir são apresentados os principais métodos de planejamento de canteiros de obras presentes na literatura.

2.2.1 Ferreira e Franco (1998): desenvolvimento simultâneo do projeto do produto e da produção

Segundo Ferreira e Franco (1998) o projeto do canteiro de obras, como parte do projeto de produção, deve iniciar durante a definição do programa de necessidades (PN) e evoluir paralelamente ao desenvolvimento do projeto do produto, durante as etapas de elaboração do estudo preliminar (EP), anteprojeto (AP), projeto executivo (PE) e execução (EXE) conforme detalhado na Tabela 2.

Tabela 2 – Produtos das etapas do projeto

(Continua)

Etapas	Projeto Do Produto (Edificação)	Projeto Da Produção (Canteiro)
PN	Idealização do produto: Conjunto de parâmetros e exigências a serem atendidas pela edificação.	Planejamento estratégico de produção: Conjunto das metas, requisitos e diretrizes;
EP	Concepção inicial e viabilidade: Concepção e representação gráfica preliminar atendendo aos parâmetros e exigências do programa de necessidades.	Planejamento tático da produção: Definição do processo construtivo e do plano de ataque, com base nas metas, requisitos e diretrizes, e condicionantes.

Tabela 2 – Produtos das etapas do projeto

(Continua)

AP	Formalização do produto: Representação preliminar, atendendo aos parâmetros e exigências do programa de necessidades	Planejamento operacional da produção: Definição do cronograma e dos recursos necessários para produção (materiais e mão de obra). Definição das principais fases do canteiro, com base no plano de ataque e no cronograma dos recursos necessários. Avaliação das alternativas de transporte para as diversas fases do canteiro, com a representação preliminar da solução adotada em cada fase. Fornecimento da estimativa das necessidades do canteiro, para os projetos de arquitetura, estrutura, e sistemas prediais.
PE	Detalhamento do produto: Representação final e completa da edificação e seu extorno, através de representação gráfica, especificações técnicas e memoriais descritivos.	Detalhamento do Planejamento Operacional da produção: Revisão do cronograma e das necessidades de recursos. Revisão das definições das fases de canteiro. Avaliação e síntese das diversas fases em um único projeto evolutivo. Detalhamento dos elementos do canteiro.

Tabela 2 – Produtos das etapas do projeto

(Conclusão)

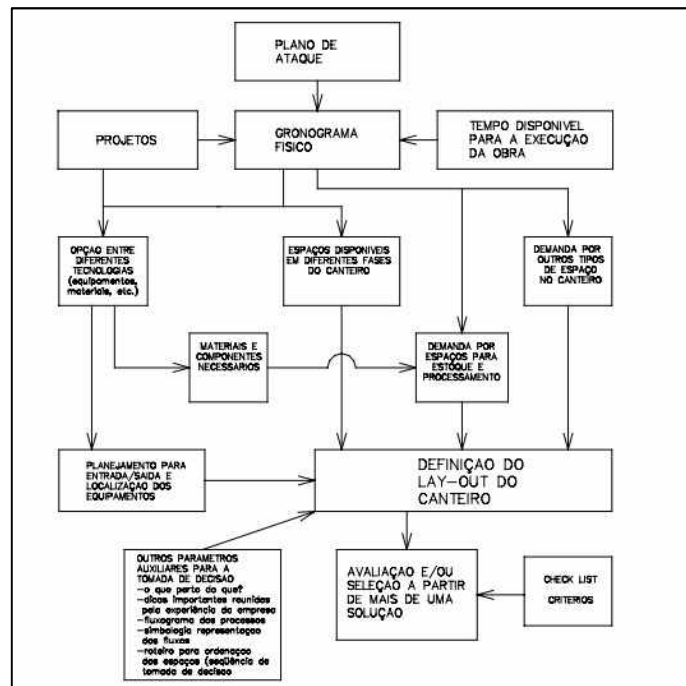
EXE	Execução do projeto do produto.	Execução do projeto da produção , em função de alteração na velocidade ou na sequência executiva da obra. Revisão dos fluxos dos processos e interferências, das técnicas utilizadas, da localização dos elementos no canteiro, e dos procedimentos para mobilização e desmobilização de equipamentos.
-------------------	--	---

Fonte: Ferreira e Franco (1998).

2.2.2 Método de Souza e Franco

Segundo Souza e Franco, o canteiro de obras, recebe influências de todas as atividades que dizem respeito a um empreendimento e, por isso, sua própria concepção acaba se dando através de um processo iterativo, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Método Iterativo para elaboração do projeto do canteiro



Fonte: Souza e Franco (1997).

3. METODOLOGIA

A obra objeto de estudo deste trabalho é um condomínio residencial multifamiliar constituído por trinta blocos com dezesseis unidades habitacionais e um bloco com vinte unidades habitacionais e área de lazer externa compartilhada. O empreendimento, localizado em Uberlândia – MG, foi executado com um canteiro de obras localizado em terreno adjacente, de forma que as distâncias eram excessivas e proporcionavam morosidade na execução dos serviços e dos fluxos, prejudicando a produção. Buscou-se propor uma nova configuração e comprovar maior eficácia em relação à primeira, baseando-se em metodologias e estudos da área.

A metodologia utilizada neste estudo para elaboração de uma nova proposta de canteiro para o caso estudado foi baseada nos métodos apresentados anteriormente e seguiu o seguinte procedimento:

- 1) Caracterização da obra
- 2) Análise crítica do canteiro real
- 3) Planejamento estratégico e operacional da produção
- 4) Definição das fases do canteiro e planos de necessidades para cada fase
- 5) Apresentação do anteprojeto e dimensionamento das estruturas por fases
- 6) Análise dos fluxos (método gráfico)

3.1 Planejamento estratégico e operacional da produção

Foi considerada execução em módulos, que são grupos de blocos que norteiam a sequência de execução da obra. No condomínio estudado a sequência e divisão em módulos definida foi a seguinte, conforme mostra a Figura 2.

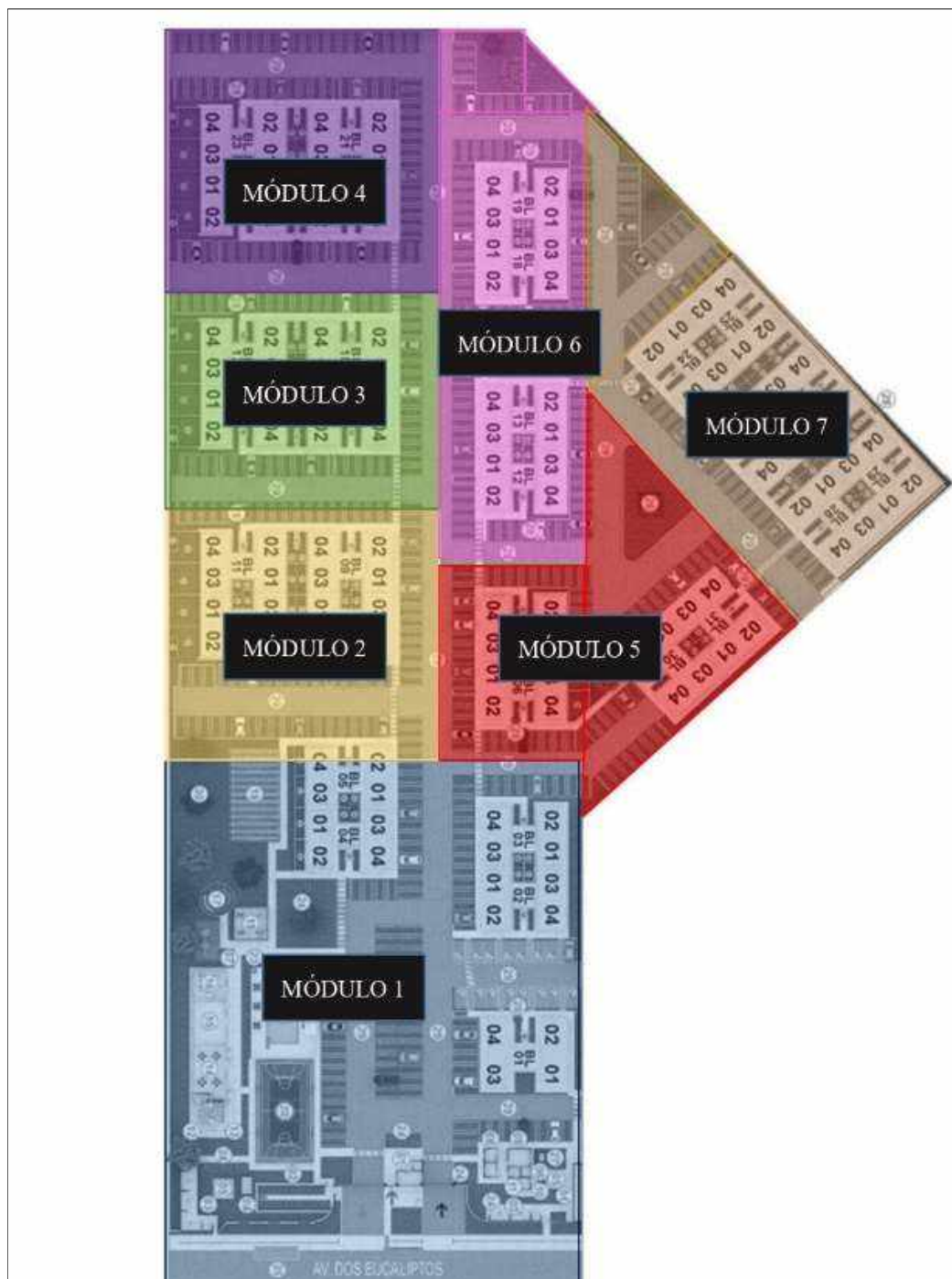
Módulo 1: Bloco 01; Blocos 02/03 e Blocos 04/05	
Módulo 2: Blocos 08/09 e Blocos 10/11	
Módulo 3: Blocos 14/15 e Blocos 16/17	
Módulo 4: Blocos 20/21; Blocos 22/23	
Módulo 5: Blocos 30/31 e Blocos 06/07	
Módulo 6: Blocos 12/13 e Blocos 18/19	

Módulo 7: Blocos 24/25; Blocos 26/27 e Blocos 28/29



A sequência de serviços internos aos blocos, a ser seguida está descrita na Tabela 3.

Figura 2 – Divisão por módulos



Fonte: Autor (2020).

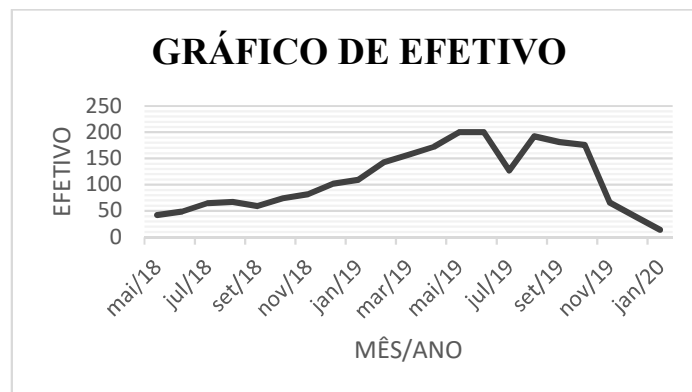
Foi elaborado pela construtora um cronograma, demonstrado na Tabela 3 e também um planejamento de efetivo, demonstrado no Gráfico 1.

Tabela 3– Cronograma da obra e divisão de etapas

Tarefa	Início	Término	Duração	Etapa
01. Fundação	12/05/2018	01/07/2018	35	IMPLANTAÇÃO
02. Bloco de coroamento	14/06/2018	10/07/2018	19	
03. Radier	01/07/2018	30/07/2018	21	
04. Fiada falsa	10/07/2018	10/09/2018	45	
05. Inst. sanitárias do entorno e concreto magro	10/08/2018	10/11/2018	66	
06. Calçadas	10/09/2018	10/12/2018	66	
07. Estrutura da parede de concreto	20/09/2018	20/06/2019	196	ESTRUTURA
08. Estrutura de concreto da platibanda	15/10/2018	05/06/2019	168	
10. Inst. hidráulica, Gás e SPDA	31/01/2019	27/09/2019	172	OBRA BRUTA
11. Inst. elétrica e Comunicação	31/01/2019	01/10/2019	174	
12. Preparação paredes e Bases shaft	16/10/2018	25/09/2019	247	
13. Gesso acartonado	15/01/2019	11/10/2019	194	
14. Pré-piso	24/01/2019	16/10/2019	190	
15. Impermeabilização e Regularização laminado	24/01/2019	16/10/2019	190	
16. Piso e azulejo	14/02/2019	06/11/2019	190	
17. Rejuntamento	18/02/2019	12/11/2019	192	
18. Selador e Emassamento	18/03/2019	11/12/2019	193	ACABAMENTO
19. 1 Demão	05/04/2019	24/12/2019	188	
20. Acabamento Elétrico/Comunicação/Gás	11/04/2019	16/12/2019	178	
21. Limpeza grossa	17/04/2019	19/12/2019	177	
22. Porta pronta	06/05/2019	24/12/2019	167	
23. Piso laminado	15/05/2019	27/12/2019	163	
24. Assentamento de bancada	02/05/2019	31/12/2019	174	
25. Louças e Metais	02/05/2019	01/01/2020	175	
26. 2 Demão	21/05/2019	13/01/2020	170	
27. Iluminação de hall e Placas	27/05/2019	24/01/2020	175	
28. Limpeza fina	31/05/2019	07/01/2020	158	
29. Vistorias com cliente e Assistência Técnica	06/06/2019	28/02/2020	192	DESMOBILIZAÇÃO
30. Vagas e Plantio de grama [bl]	25/06/2019	06/11/2019	140	
31. Telhados [bl]	07/02/2019	20/09/2019	162	OBRA BRUTA
32. Textura externa [m²]	25/02/2019	27/09/2019	155	
33. Barrado [m²]	26/06/2019	04/10/2019	73	

Fonte: Autor (2020).

Gráfico 1 – Planejamento de efetivo



Fonte: Autor (2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização da obra e do entorno

Trata-se de uma obra condominial residencial cuja área total do terreno é de 25.910,77 m², localizada em Uberlândia\MG. A obra em questão foi lançada em dezembro de 2017, sendo um empreendimento de 500 unidades, atualmente já finalizado, com 30 blocos de 4 pavimentos em estrutura de parede de concreto, além de 1 bloco destinado a portadores de necessidades especiais, com 5 pavimentos em alvenaria estrutural. O canteiro de obras, durante a execução do condomínio, era localizado em terreno adjacente pertencente à mesma empresa, sendo sua entrada feita através da rua João Rodrigues de Castro, enquanto a entrada do condomínio é localizada na Av. dos Eucaliptos, conforme demonstra a Figura 3.

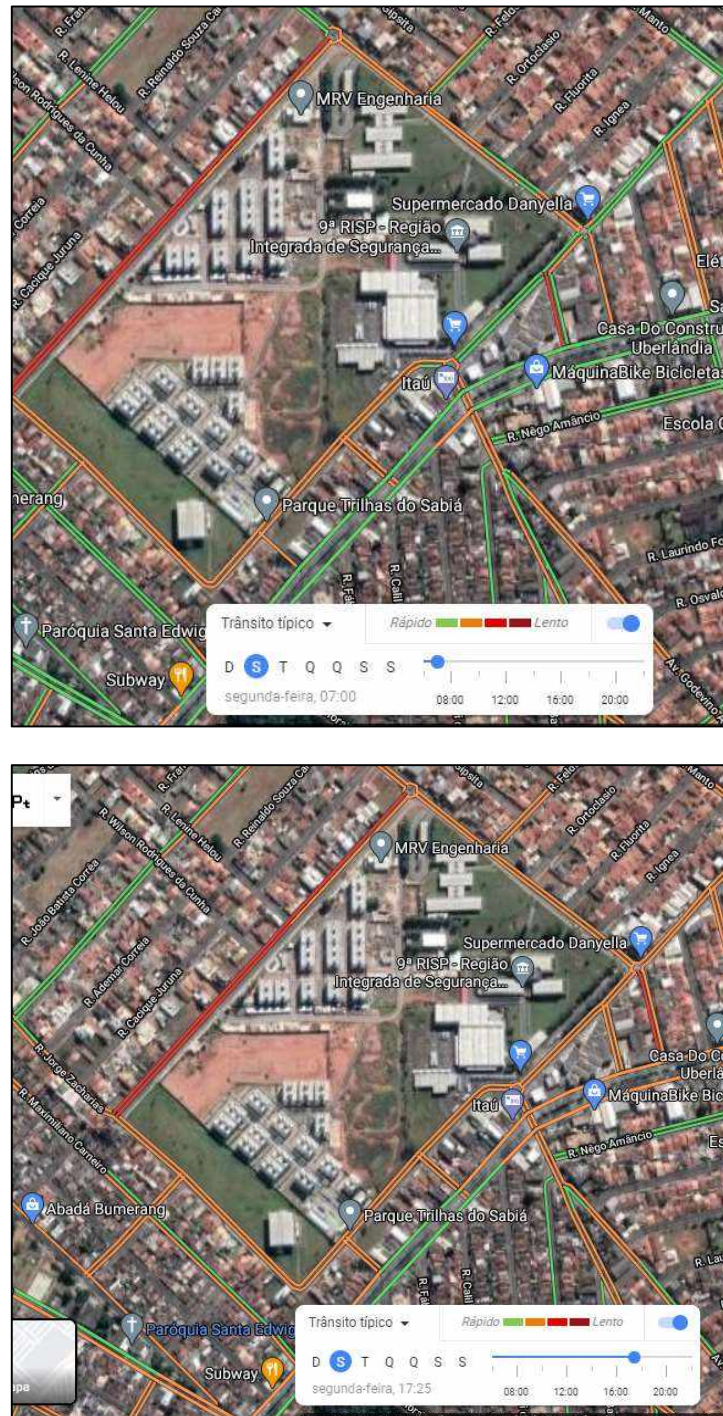
Figura 3 – Localização da entrada da obra e percurso até o terreno



Fonte: Google Maps (2020)

Foi feito um estudo do tráfego no horário de funcionamento da obra, de segunda à sexta, (07:00 às 17:00) utilizando-se a ferramenta *Google maps*, que demonstrou trânsito lento apenas no período entre 06:50 e 07:00 e após as 17:25, desta forma, dificilmente o fluxo de veículos do entorno interferiria na execução da obra, conforme demonstra a figura 4.

Figura 4 – Interferência do trânsito de segunda á sexta entre as 7:00 e 17:00 horas

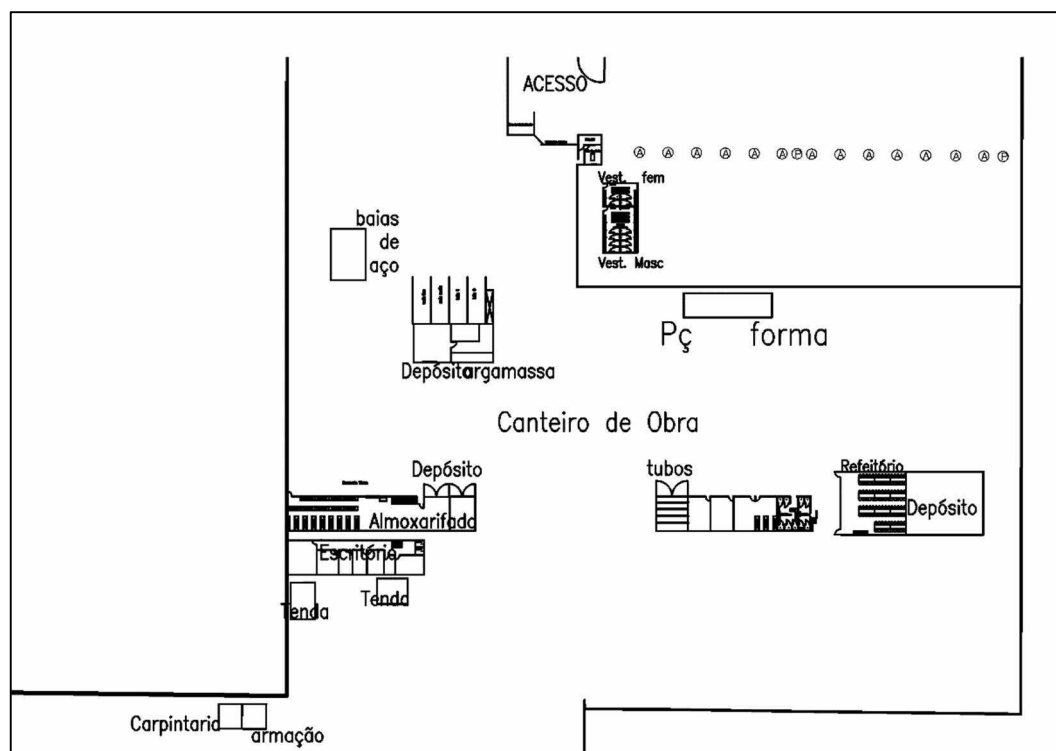


Fonte: Google Maps (2020).

4.2 Análise crítica preliminar dos fluxos do canteiro real

O canteiro real, mostrado na figura 5, da obra analisada apresentava grandes distâncias a serem percorridas, pelos funcionários e pelos maquinários, o que proporcionava perda de produtividade e atraso nos processos. Pode-se citar, as grandes distâncias a serem percorridas por maquinários de transporte de areia, brita e cimento quando estes materiais eram necessários no campo, a distância que os funcionários precisavam percorrer para chegar ao local de trabalho após se uniformizarem, a distância entre o refeitório e o campo, bem como de instalações sanitárias e de hidratação, dentre outras, que quando acumuladas, causavam imensa perda de produção e tempo. Além disso, no canteiro original há a dispersão dos depósitos de materiais, o que dificulta os processos de distribuição e controle desses estoques, e o layout não foi projetado para as várias fases da obra, considerando efetivo e necessidades de cada uma.

Figura 5 – Canteiro de obras implantado



Fonte: Arquivo fornecido pela construtora (2020).

Após obtenção das informações de planejamento estratégico, operacional e de efetivo, a obra foi dividida em etapas cujas características auxiliaram no planejamento dos fluxos, locais de armazenamento e áreas de vivência necessários, descritos nos planos de necessidades apresentados;

4.3 Elaboração dos planos de necessidade

Os planos de necessidade foram elaborados levando-se em consideração os serviços a serem executados em cada fase, o efetivo máximo e as demandas em termos de áreas de apoio e vivência.

Abaixo, na Tabela 4, foram descritas as características consideradas para cada etapa da obra, que auxiliaram na elaboração dos planos de necessidade.

Tabela 4— Características de cada etapa da obra

Fase	Características
IMPLANTAÇÃO	Serviços de movimentação de terra: escavação, fundações, infraestrutura de redes, dentre outros. Efetivo pequeno, trânsito intenso de equipamentos pesados (trados, hélices, etc) e caminhões, pouco estoque de material.
ESTRUTURA	Execução de estruturas de concreto. Caracteriza-se por efetivo crescente, grande movimentação e estoque de escoramentos, blocos estruturais, fôrmas e peças que ocupam muito espaço. Principal movimentação está relacionada ao bombeamento de concreto, descarga e movimentação de aço.
OBRA BRUTA	Serviços de alvenaria (Bloco PNE), contrapiso, revestimentos e serviços de instalações. Grande efetivo, grande demanda de espaço para estoque de blocos, argamassas, revestimentos e necessidade de transporte vertical (munk).
ACABAMENTO	Serviços de pintura, instalação de portas, esquadrias e acabamentos. Necessidade de áreas de estocagem de materiais mais frágeis e susceptíveis a roubos e danos. Movimentação intensa de <i>bobcat</i> .
DESMOBILIZAÇÃO	Desmobilização das instalações concomitantemente à conclusão da pintura e limpeza fina. Grande saída de resíduos e materiais de estoque.

Fonte: Autor (2020).

Com as fases definidas na Tabela 4 e com a análise do cronograma da Tabela 3, foi possível observar seis períodos de interseção entre as etapas, de forma que esses períodos foram analisados para elaboração do projeto de cada fase do canteiro, uma vez que este foi planejado para reduzir tempo gasto com tarefas improdutivas, desperdícios e locomoção desnecessária de mão de obra. O dimensionamento de cada estrutura foi realizado conforme determina as normas regulamentadoras, considerando o efetivo máximo de cada etapa.

Fase 1 - 12/05/2018 a 20/09/2018 – Implantação

Fase 2 - 20/09/2018 a 10/12/2018 – Implantação e Estrutura

Fase 3 - 10/12/2018 a 14/02//2019 – Estrutura e Obra Bruta

Fase 4 - 14/02/2019 a 05/06/2019 – Estrutura, Obra bruta e Acabamento

Fase 5 - 05/06/2019 a 06/11/2019 – Obra Bruta, Acabamento e Desmobilização

Fase 6 - 06/11/2019 a 07/01/2020 – Acabamento e Desmobilização

4.3.1 Plano de necessidades para a fase 1

Na fase um os serviços executados foram: fundação, bloco de coroamento, radier, fiada falsa, instalações sanitárias do entorno e concreto magro, calçadas, ou seja, são serviços de movimentação de terra em que o efetivo é relativamente pequeno, quando considerado o porte da obra, há intenso trânsito de equipamentos pesados (trados, hélices, entre outros) e caminhões e pouco estoque de material. Para estas características foi elaborado o plano de necessidades conforme a Tabela 5.

Tabela 5 – Plano de necessidades para a fase 1

Efetivo máximo	Estruturas necessárias	Dimensionamento (m)
67 funcionários; 95% do efetivo do sexo masculino; 5% do sexo feminino.	WC e vestiário masculino	12,0x2,5
	WC e vestiário feminino	6,0x2,5
	Ambulatório	3x2,5
	Escritório	6,0x2,5
	Almoxarifado	12,0x2,5
	Refeitório	10,0x10,0
	Baia de tubos	12,0x5,0
	Baias de areia e brita	16,0x4,0
	Carpintaria	4,0x4,0
	Central de armação	14,0x4,0
	Ponto de hidratação	6,0x2,5
	Local para armazenamento de blocos	12,0x5,0

Fonte: Autor (2020).

4.3.2 Plano de necessidades para a fase 2

Na fase dois os serviços executados foram: instalações sanitárias do entorno e concreto magro, calçadas, estrutura da parede de concreto, estrutura da platibanda. Estes são caracterizados por serem serviços que exigem movimentação de terra (escavação e aterro para infraestrutura de redes), trânsito intenso de equipamentos pesados e caminhões devido à execução de estruturas

de concreto. O efetivo é crescente, há grande movimentação e estoque de escoramentos, blocos estruturais, fôrmas e peças que ocupam muito espaço. A principal movimentação está relacionada ao bombeamento de concreto, descarga e movimentação de aço. Para estas características foi elaborado o plano de necessidades conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Plano de necessidades para a fase 2

Efetivo máximo	Estruturas necessárias	Dimensionamento (m)
102 funcionários; 95% do efetivo do sexo masculino; 5% do sexo feminino.	WC e vestiário masculino	2 estruturas de dimensões 12,0x2,5 cada
	WC e vestiário feminino	6,0x5,0
	Ambulatório	3x2,5
	Escritório	12,0x2,5
	Almoxarifado	12,0x2,5
	Refeitório	10,0x10,0
	Baia de tubos	12,0x5,0
	Baias de areia e brita	16,0x4,0
	Carpintaria	4,0x4,0
	Central de armação	14,0x4,0
	Ponto de hidratação	6,0x2,5
	Local para arm. peças da forma	5,0x28,8
	Local para armazenamento de blocos	12,0x5,0

Fonte: Autor (2020).

4.3.3 Plano de necessidades para a fase 3

Na fase três os serviços executados foram: estrutura da parede de concreto; estrutura da platibanda; instalações hidráulicas, de gás e SPDA, instalações elétricas e de comunicação, preparação de paredes e bases de shaft, gesso acartonado, pré-piso, impermeabilização e regularização para o laminado e assentamento de Piso e azulejo. Estes serviços caracterizam-se por demandar um efetivo crescente, grande movimentação e estoque de escoramentos, blocos estruturais, fôrmas e peças que ocupam muito espaço. A principal movimentação ainda está relacionada ao bombeamento de concreto, descarga e movimentação de aço. Devido ao acréscimo de serviços de obra bruta há grande demanda de espaço para estoque de argamassa, pisos e revestimentos, além dos materiais de instalações. Para estas características foi elaborado o plano de necessidades conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Plano de necessidades para a fase 3

Efetivo máximo	Estruturas necessárias	Dimensionamento (m)
142 funcionários; 95% do efetivo do sexo masculino; 5% do sexo feminino.	WC e vestiário feminino	2 estruturas de dimensões 12,0x2,5 cada
	WC e vestiário masculino	Container sanitário 6,0x5,0
	Ambulatório	Container 3x2,5
	Escritório	Container escritório 12,0x2,5
	Almoxarifado	Fechamento 12,0x5,0
	Refeitório	10,0x10,0
	Baia de tubos	12,0x5,0
	Baias de areia e brita	16,0x4,0
	Carpintaria	4,0x4,0
	Central de armação	14,0x4,0
	Ponto de hidratação	Container sanitário com bebedouro 6,0x2,5
	Local arm. Pisos e argamassa	10x10
	Local para arm. peças da forma	5,0x28,8
	Local para armazenamento de blocos	12,0x5,0

Fonte: Autor (2020).

4.3.4 Plano de necessidades para a fase 4

Na fase quatro os serviços executados foram: estrutura da parede de concreto; estrutura da platibanda; instalações hidráulicas, de gás e SPDA, instalações elétricas e de comunicação, preparação de paredes e bases de shaft, gesso acartonado, pré-piso, impermeabilização e regularização para o laminado, assentamento de piso e azulejo, rejuntamento, aplicação de selador e emassamento, 1ª demão de pintura, acabamento elétrico, de comunicação e do gás, limpeza grossa, assentamento de porta pronta, instalação de piso laminado, assentamento de bancada, instalação de louças e metais; 2ª demão de pintura, instalação de iluminação do hall e placas de sinalização, limpeza fina.

A fase 4 é caracterizada como a fase mais crítica da obra em relação a efetivo e movimentação de materiais, pois há, ainda, grande estoque de escoramentos, fôrmas e peças que ocupam espaço, e intensa movimentação relacionada ao bombeamento de concreto, descarga e movimentação de aço para execução da estrutura dos últimos blocos. Além disso, há grande demanda de espaço para estoque de pisos e revestimentos, argamassas, e também materiais de acabamento (pisos laminados, louças, bancadas, metais) que são muito susceptíveis a roubo. Para estas características foi elaborado o plano de necessidades conforme a Tabela 8.

Tabela 8 – Plano de necessidades para a fase 4

Efetivo máximo	Estruturas necessárias	Dimensionamento (m)
200 funcionários; 95% do efetivo do sexo masculino; 5% do sexo feminino.	WC e vestiário feminino	2 Containers sanitários 12,0x2,5 e 1 de 6,0x2,5
	WC e vestiário masculino	Container sanitário 6,0x5,0
	Ambulatório	Container 3x2,5
	Escritório	Container escritório 12,0x2,5
	Almoxarifado	Fechamento 12,0x5,0
	Refeitório	10,0x10,0
	Baia de tubos	12,0x5,0
	Carpintaria	4,0x4,0
	Central de armação	14,0x4,0
	Local Arm. Peças da forma	5,0x28,8
	Local arm.piso laminado e mat. Pintura	10,0x10,0
	Local arm. Pisos e argamassa	10,0x10,0
	Local arm. Louças e bancadas	10,0x10,0
	Local arm. Portas	6,0x13,10
	Ponto de hidratação	Container sanitário com bebedouro 6,0x2,5

Fonte: Autor (2020).

4.3.5 Plano de necessidades para a fase 5

Os serviços em andamento nesta fase foram: serviços de instalações hidráulicas , de gás e SPDA, instalações elétricas e de comunicação, preparação de paredes e bases de *shaft*, gesso acartonado, pré-piso, impermeabilização e regularização para o laminado, assentamento de piso e azulejo, rejuntamento; aplicação de selador e emassamento, 1ª demão de pintura, execução de acabamentos elétrico, de comunicação e gás, limpeza grossa, assentamento de porta pronta, instalação de piso laminado, assentamento de bancada, instalação de louças e metais, 2ª demão de pintura, iluminação de hall e colocação de placas de sinalização e limpeza fina e vistoria com os clientes.

Desta forma, esta fase é caracterizada por ainda haver um grande efetivo, cuja redução já se inicia, necessidade de áreas de estocagem de materiais mais frágeis e susceptíveis a roubos e danos, movimentação intensa de mini trator para transporte destes materiais . Para estas características foi elaborado o plano de necessidades conforme a Tabela 9.

Tabela 9 – Plano de necessidades para a fase 5

Efetivo máximo	Estruturas necessárias	Dimensionamento (m)
192 funcionários; 90% do efetivo do sexo masculino; 10% do sexo feminino.	WC e vestiário feminino	2 Containers sanitários 12,0x2,5 e 1 de 6,0x2,5
	WC e vestiário masculino	Container sanitário 6,0x5,0
	Ambulatório	Container 3x2,5
	Escritório	Container escritório 12,0x2,5
	Almoxarifado	Fechamento 12,0x5,0
	Refeitório	10,0x10,0
	Baia de tubos	12,0x5,0
	Local arm.piso laminado e mat. Pintura	10,0x10,0
	Local arm. Pisos e argamassa	10,0x10,0
	Local arm. Louças e bancadas	10,0x10,0
	Local arm. Portas	6,0x13,10
	Ponto de hidratação	Container sanitário com bebedouro 6,0x2,5

Fonte: Autor (2020).

4.3.6 Plano de necessidades para a fase 6

Nesta fase os serviços em execução foram: rejuntamento, aplicação de selador e emassamento, 1ª demão de pintura, execução de acabamentos elétricos, de comunicação e gás, limpeza grossa, assentamento de porta pronta, instalação de piso laminado, assentamento de bancadas, instalação de louças e metais, 2ª demão de pintura, instalação de iluminação de hall e placas de sinalização, limpeza fina e vistoria com os clientes. Nesta fase, houve reduções na mão de obra efetiva e da movimentação de materiais no canteiro. O estoque, por sua vez, também é reduzido e há estruturas apenas para armazenamento dos materiais de acabamento dos últimos blocos a serem finalizados. Para estas características foi elaborado o plano de necessidades conforme a Tabela 10.

Tabela 10 – Plano de necessidades para a fase 6

Efetivo máximo	Estruturas necessárias	Dimensionamento (m)
66 funionários; 90% do efetivo do sexo masculino;10% do sexo feminino.	WC e vestiário feminino	Container sanitário 12,0x2,5
	WC e vestiário masculino	Container sanitário 6,0x5,0
	Ambulatório	Container 3x2,5
	Escritório	Container escritório 12,0x2,5
	Almoxarifado	Container 12,0x6,0
	Refeitório	10,0x10,0
	Local arm.piso laminado e mat. Pintura	10,0x10,0
	Local arm. Louças e bancadas	10,0x10,0
	Local arm. Portas	6,0x13,10
	Ponto de hidratação	Container sanitário com bebedouro 6,0x2,5

Fonte: Autor (2020).

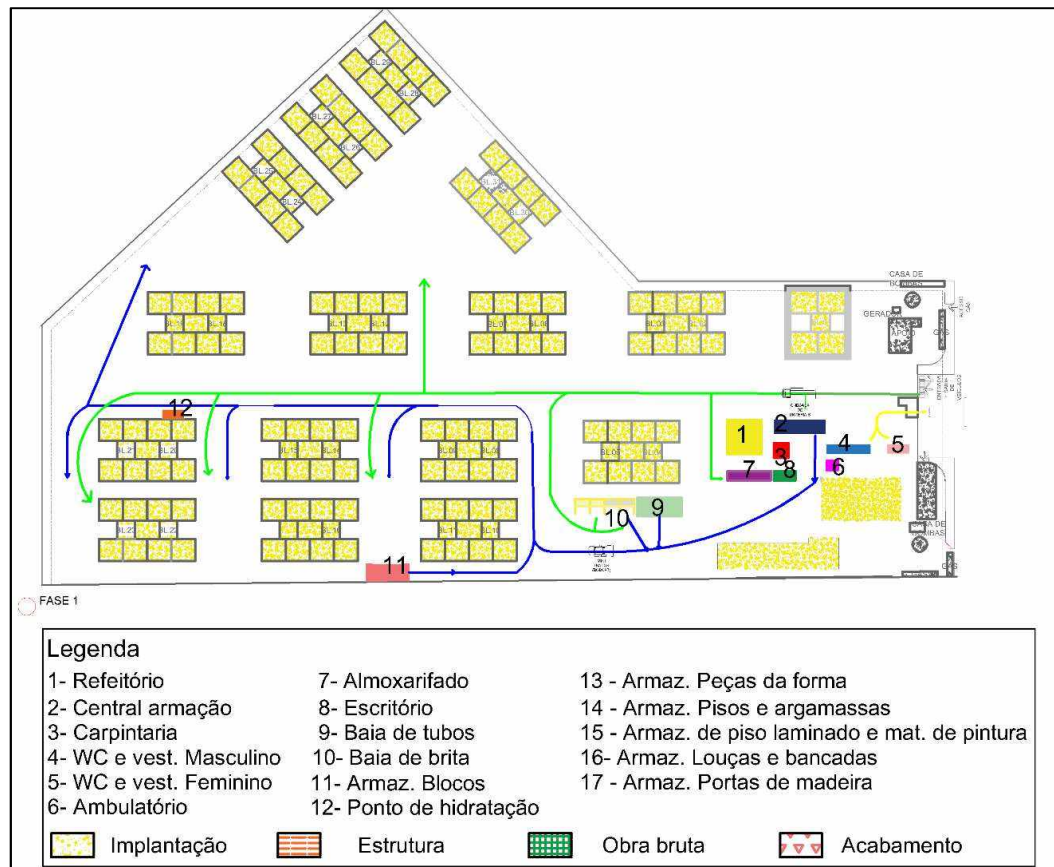
.4.4 Análise da distribuição proposta e dos fluxos para as estruturas e áreas de vivência

Para todas as fases buscou-se realizar o menor número de alterações possível e também reduzir ao máximo o cruzamento e interferência entre os fluxos. Foi feita uma análise das locações das principais estruturas e dos fluxos que compõem a movimentação de materiais entre elas. Ressalta-se que, para fins de dimensionamento das áreas de armazenamento, considerou-se que os materiais de acabamento chegam em lotes para instalação em três blocos. Representou-se no projeto de cada fase com linhas da cor verde o fluxo de entrada de materiais, como: concreto, areia, brita, aço, tubulações, dentre outros materiais que chegam com frequência para reposição de estoque ou execução de serviços. A movimentação interna de materiais em direção às áreas de serviço, por sua vez, foi representada por linha azul.

A análise feita neste estudo foi essencialmente gráfica de forma que, para ser considerado eficiente, o *layout* proposto para cada fase deve apresentar o menor número possível de cruzamentos entre os fluxos de movimentação interna (linha azul) de máquinas ou veículos no canteiro e movimentação de máquinas ou veículos externos (linha verde).

- Fase 1

Figura 6 – Fase 1 do canteiro de obras



Fonte: Autor (2020).

Buscou-se manter as áreas de vivência o mais próximo da entrada da obra, de forma que os funcionários possam realizar o mínimo deslocamento possível entre a guarita e os vestiários, onde irão se trocar para o início do expediente. O refeitório, por sua vez, manteve-se também próximo à entrada da obra para facilitar o armazenamento das refeições, porém foi alocado a uma distância segura dos sanitários para evitar contaminações, conforme recomendado pelas normas regulamentadoras. Também próximo da guarita foi alocado o almoxarifado, pois desta forma, os operários não precisam se deslocarem por longas distâncias para pegar as ferramentas ao início do expediente. Como nesta etapa todos os blocos estão realizando serviços que necessitam de aço e estruturas de madeira, optou-se por facilitar a descarga de aço e madeira locando a central de armação e a carpintaria próximos da entrada da obra. Um ponto de hidratação dotado de sanitários foi locado próximo ao centro do canteiro para evitar grandes deslocamentos dos funcionários em direção às instalações sanitárias.

Outras estruturas como baias de brita e areia e baia de tubos foram locadas em espaços mais amplos que permitam manobras do mini trator, responsável pela movimentação de materiais dentro do canteiro.

Na fase 1, de implantação, devido à movimentação de concreto e armação dentro do canteiro para concretagem das fundações, alguns fluxos se cruzam, entretanto devido ao espaço disponível, estes cruzamentos podem ser facilmente contornados, de forma que não irá prejudicar o trânsito de pessoas, nem de material.

- Fase 2

Figura 7 – Fase 2 do canteiro de obras



Fonte: Autor (2020).

Na fase 2, o canteiro possui os serviços de estrutura sendo realizados simultaneamente aos serviços de implantação. Dos serviços de estrutura surgiu a necessidade de espaço para armazenamento das fôrmas metálicas das paredes de concreto. Este espaço foi definido ao lado do bloco em que a estrutura está sendo executada, o que facilita a locomoção das peças e reduz tempo de produção e montagem das fôrmas. Também devido ao acréscimo dos serviços de estrutura à esta fase foram alterados os locais da central de armação e da carpintaria para reduzir

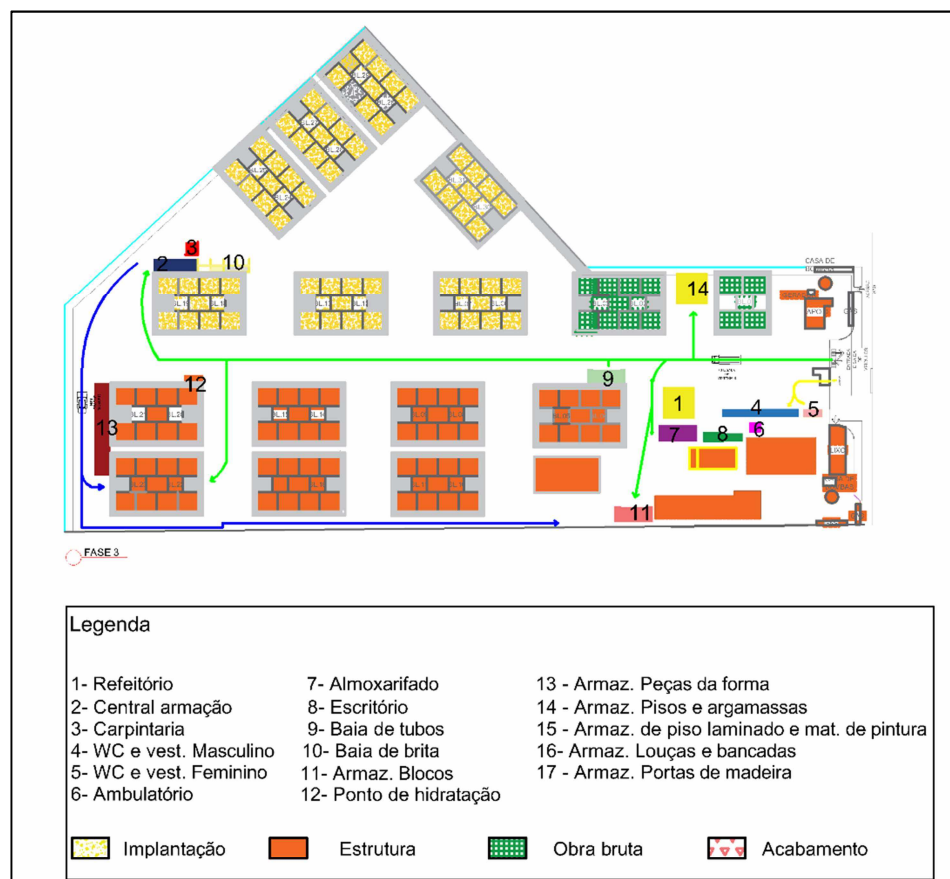
tempo de transporte e movimentação de grandes distâncias do aço e de materiais de madeira que forem necessários até o local em que a fôrma está sendo montada.

Outras estruturas cujos locais foram alterados são as baías de areia e brita e também a baía de tubos. Estas alterações ocorreram devido ao fato de que estes materiais são necessários nos blocos em etapa de implantação, por isso o fluxo deve ser facilitado neste sentido.

Nesta etapa, o setor administrativo também sofre aumento de efetivo, de forma que se propôs uma ampliação para o escritório. Não há cruzamento de fluxos nesta fase, de forma que se pode considerar que o *layout* proposto permite boas movimentações.

- Fase 3

Figura 8 – Fase 3 do canteiro de obras



Fonte: Autor (2020).

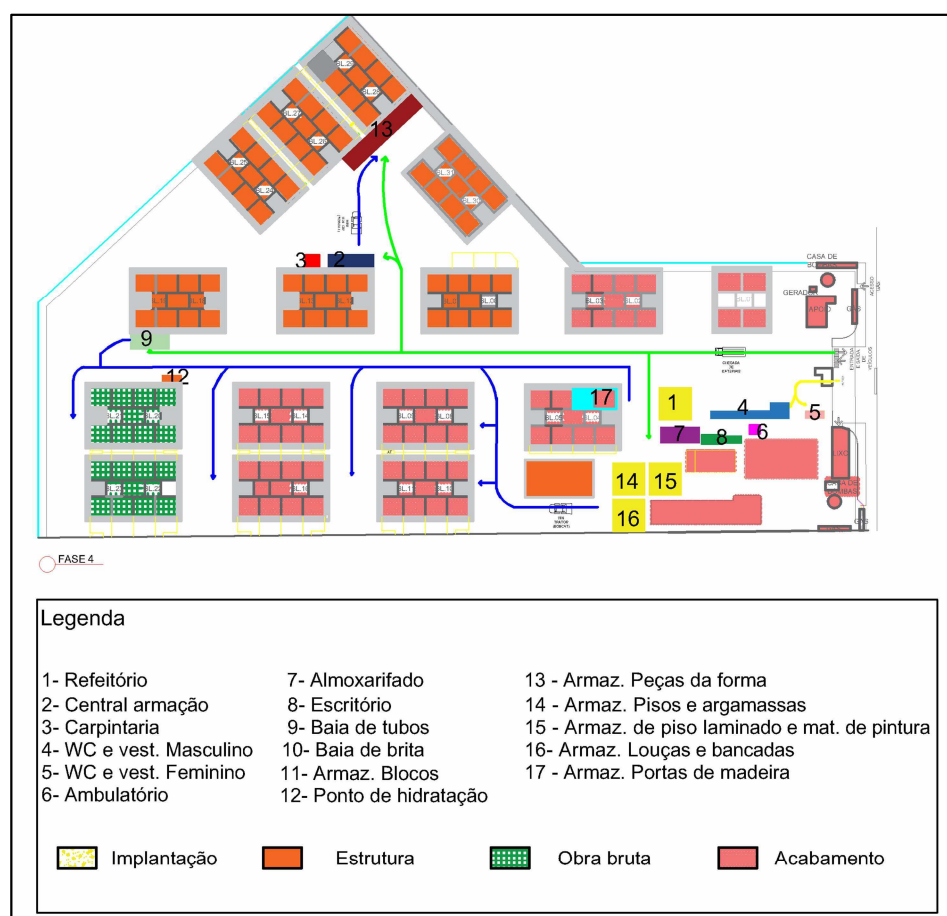
Na fase 3, os serviços de implantação terão sido finalizados, entretanto se iniciarão os serviços de obra bruta, que requerem além das estruturas existentes, um local para armazenamento de pisos, revestimentos e argamassa. Nesta fase a etapa de obra bruta estará sendo realizada ainda no módulo 1, de forma que os materiais necessários para esta etapa foram alocados mais próximos dos blocos que compõem este módulo.

Outra alteração realizada foi do local da baía de areia e brita, locada mais próxima dos blocos em que ocorre a etapa de estrutura. Além disso, propôs-se também, devido ao consequente avanço da obra, que por sua vez, proporciona aumento de estoque, um aumento da estrutura do almoxarifado para comportar todos os materiais necessários.

Não há cruzamento de fluxos nesta fase, de forma que se pode considerar que o *layout* proposto permite boas movimentações.

- Fase 4

Figura 9 – Fase 4 do canteiro de obras



Fonte: Autor (2020).

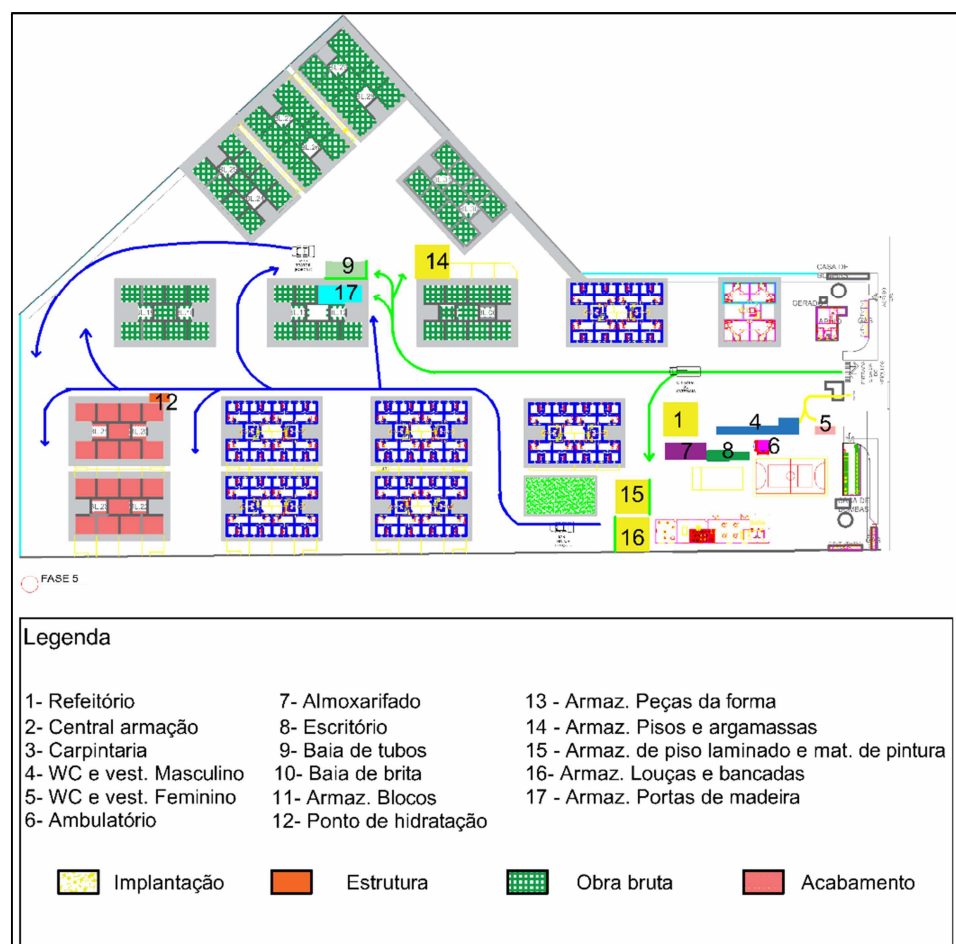
A fase 4 é caracterizada como fase crítica, pois possuirá grande diversidade de serviços sendo executados (estrutura, obra bruta e acabamento) e também o maior número de funcionários, além disso, materiais mais sensíveis e susceptíveis a furtos deverão ser estocados. Devido ao aumento de efetivo, também deverá ocorrer uma ampliação do WC e vestiários do sexo masculino. Já serão dispensáveis também as baias de areia e brita.

Na fase 4, iniciaram-se os serviços de acabamento, que requerem locais de armazenamento para os seguintes materiais: louças, bancadas, portas, materiais de pintura e piso laminado. Propôs-se armazenamento destes materiais, exceto das portas em espaços amplos de 10x10 m para facilitar chegada dos lotes. As portas devem ser armazenadas dentro de dois apartamentos. Para otimizar os fluxos e facilitar o controle de liberação do almoxarife estes estoques estão localizados próximos aos módulos 1,2 e 3 nos quais serão utilizados primeiro.

Não há cruzamento de fluxos nesta fase, de forma que se pode considerar que o *layout* proposto permite boas movimentações.

- Fase 5

Figura 10 – Fase 5 do canteiro de obras



Fonte: Autor (2020).

Na fase 5 a etapa de desmobilização se inicia, com as vistorias dos clientes nos apartamentos finalizados. Devido ao avanço dos serviços de acabamento altera-se o local de armazenamento das portas e da baia de tubos para facilitar os fluxos nas direções em que os materiais serão utilizados. Estruturas dispensáveis devido à finalização da etapa de estrutura nesta fase são:

5. CONCLUSÃO

Um canteiro de obras deve funcionar de maneira que as movimentações sofram o mínimo possível de interferência. Deste modo, é necessário que a obra possua planejamento e a organização necessária para que a logística de movimentação de materiais e pessoas ocorra da forma mais eficiente possível, evitando desperdícios, perda de produtividade e fluxos desnecessários.

A divisão da obra em fases cujas respectivas características principais auxiliaram na elaboração dos planos de necessidade para cada uma destas fases. Com isto e com o efetivo máximo para cada fase foi possível dimensionar as estruturas e, posteriormente, alocá-las nos locais mais estratégicos para a movimentação. Em seguida, fez-se uma análise gráfica do *layout* proposto para cada fase.

Pôde-se concluir com os projetos apresentados que foi possível, e mais eficiente, a alocação das áreas de vivência e trabalho dentro do canteiro, para o caso estudado, uma vez que a obra em questão possuía espaço suficiente para a logística necessária para os fluxos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12284: Área de vivência em canteiros de obras**. Rio de Janeiro: ABNT, 1991. 12p.

FERREIRA, E. A. M.; FRANCO, L. S. **Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios**. USP. São Paulo: 1998, BT/PCC/210.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **NR18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília: 2020.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **NR24: Condições Sanitárias e de Conforto nos locais de trabalho**. Brasília: 1993

NABACK, G. L. S. **Planejamento de canteiro de obras**. Poço de Caldas – MG: Pontifícia universidade católica de Minas Gerais, 2008

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **Planejamento de canteiro de obras e gestão de processos**. Porto Alegre: Recomendações Técnicas HABITARE, v.3, 2006.

SOUZA, U. E. L.; FRANCO, L. S. **Definição do Layout do canteiro de obras**. USP. São Paulo: 1997, BT/PCC/177