



COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS COM CONCRETO PRÉ-FABRICADO E CONCRETO CONVENCIONAL PARA EXECUÇÃO DE TÚNEIS PARA ARMAZENAGEM DE CEREAIS

KUNIYOSI, Mateus Carias¹;
RACHID, Ligia Eleodora Francovig²

RESUMO

O uso de materiais industrializados está mais presente na construção civil, tendo como alvo acelerar a execução, o controle organizacional da produção e elevação na qualidade do produto final. O objetivo deste artigo é comparar dois sistemas construtivos utilizados na execução de túneis para armazenagem de cereais, sendo utilizado o concreto convencional moldado *in loco* e o sistema construtivo concreto pré-fabricado. Neste artigo caracterizaram-se as etapas de cada método construtivo, levantamento da quantidade de operários utilizados e a respectiva quantidade de tempo de cada método de execução. Com a realização desse trabalho verificou-se que na utilização do pré-fabricado o número de pessoas foi menor, cerca de 7 operários, e o canteiro de obra foi organizado em relação à quantidade de materiais armazenados, assim, os operários para organização dos materiais e das ferramentas foi reduzido. A utilização do sistema de construção de túneis utilizando pré-fabricado se mostrou vantajoso, por apresentar quantidade reduzida de atividades realizadas, quantidade de operários, geração de resíduos, tamanho de canteiro de obra e, principalmente, a redução do tempo para disponibilidade do túnel 86,6% que é um dos fatores mais importantes nas obras de armazenamento de cereais.

Palavras-chave: Túnel. Concreto pré-fabricado. Concreto convencional.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil era vista como uma atividade defasada em relação aos outros processos industriais, os prazos de execução eram demorados e o controle da qualidade do produto era péssimo (EL DEBS, 2000). Atualmente, a indústria da construção civil vem se modernizando, embora de forma muito tímida, quando comparada com outros setores com quando utilização de equipamentos mecanizados, diferentes métodos construtivos e *softwares* avançados.

Por outro lado, a utilização de novos métodos pode melhorar a construção, como por exemplo, os elementos de concreto pré-fabricados que garantam rapidez na construção, o concreto de melhor qualidade, pois tem seus traços controlados, além de um controle em

laboratório completo. As peças do pré-fabricado são executadas fora do local onde são utilizadas, ou seja, normalmente são produzidas na indústria com a utilização de fôrmas metálicas e com controle de qualidade dos materiais e quantidades utilizadas (VAN ACKER, 2002).

A utilização do sistema construtivo pré-fabricado proporciona várias vantagens em relação ao sistema construtivo convencional. Essas vantagens são nas moldagens que são executadas de forma mecanizada, como a mistura e o lançamento em ambiente abrigado (VAN ACKER, 2002). Esse processo apresenta grande benefício para a construção, pois, as condições climáticas não interferem nas execuções dos elementos estruturais. Esse sistema também permite uma execução mais acelerada na obra, assim há diminuição da quantidade de mão de obra, do desperdício de material e redução de resíduos (VAN ACKER, 2002).

Por outro lado, tem-se o sistema construtivo convencional, que consiste em moldar a peças *in loco* utilizando de fôrmas geralmente de madeiras, isto é, tábuas ou chapas compensadas usando como reforço sarrafos e escoras para não alterar a forma e suportar os esforços durante a concretagem. Após a montagem das fôrmas são colocadas a armadura dentro das mesmas, para posterior lançamento do concreto, sendo necessário umedecê-la para a cura completa dos elementos estruturais e em torno de sete dias para desenformar os pilares, vigas lajes, entre outros.

De acordo com Porto (2010), a construção civil ainda utiliza sistemas construtivos muitos tradicionais e artesanais, e isto interfere na produtividade que, por sua vez, influenciam nos prazos de execução das edificações. O mesmo não acontece, por exemplo, utilizando pré-fabricados.

O pré-moldado é popular nos países de primeiro mundo, porém, no Brasil, o uso de elementos pré-moldados vem ganhando destaque na construção civil, portanto é importante que a disseminação seja realizada pelo profissional da construção, sendo que o uso do mesmo é benéfico para os clientes e as empresas executoras de obras, além de ser uma das formas mais sustentáveis de construir (PORTO, 2010)

Segundo Porto (2010), com o uso do pré-moldado, executam-se obras em curto prazo, com baixo custo de mão de obra e manutenção, além de reduzir perda de materiais, assim, a obra torna-se sustentável, barata, prática e eficiente, e o uso de diferentes tipos de estrutura pode gerar um melhor aproveitamento dos materiais (redução de desperdício).

Com isto posto, a Copacol - Cooperativa Agroindustrial Consolata, localizada na região Oeste do Paraná, está inovando na execução de um túnel para uma unidade de recebimento e

beneficiamento de cereais, com a utilização de elementos pré-moldados para substituir a construção convencional, ou seja, concreto armado moldado *in loco*.

A importância de se construir as unidades de recebimento e beneficiamento de cereais está relacionada a diversos fatores, entre eles o aumento da capacidade de colheita das máquinas com mais tecnologia, aumento de produtividade dos cereais em virtude da evolução genética das sementes, entre outros. Frente à essa situação, as unidades armazenadoras de cereais precisavam se preparar para receberem esses volumes e em menor tempo, pois o tempo está atrelado às colheitas dos grãos que ocorrem a cada seis meses. Desta forma para atender aos prazos impostos foi preciso executar as unidades com prazos extremamente reduzidos.

Os dados do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no primeiro semestre de 2018 o volume de produção de grãos foi de 169 milhões de toneladas, e a estimativa de colheita de 234,7 milhões de toneladas de grãos em 2019. A FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, reforça que a necessidade de armazenagem de uma nação deve ser igual a 1,2 vez a sua colheita por ano, assim, o Brasil tem um déficit de aproximadamente 112,64 milhões de capacidade estática para armazenagem.

O problema desta pesquisa foi: com o uso do pré-fabricado para execução do túnel, o tempo de execução seria menor do que o concreto convencional moldado *in loco*?

Desta forma este trabalho está limitado à comparação de dois sistemas construtivos, concreto pré-fabricado e concreto moldado *in loco*, para a execução de túnel para uma unidade de recebimento e beneficiamento de cereais de propriedade da Copacol-Cooperativa Agroindustrial Consolata. A realização desta pesquisa foi comparar a execução de um trecho do túnel com dimensões de 2,30x2,50x20,0 metros, pelo sistema moldado *in loco* e outro trecho com as mesmas dimensões com o sistema estruturas de concreto pré-fabricadas.

O objetivo geral deste trabalho foi comparar os sistemas construtivo, elementos pré-fabricados e concreto convencional moldado *in loco* de túneis em unidade armazenadoras de cereais da Copacol na cidade de Cascavel-PR. Nessa comparação não foram considerados o tempo e o número de funcionários para fabricação dos elementos pré-fabricados de concreto na indústria, uma vez que o túnel faz parte da base do silo armazenador que contempla outras tarefas anteriores como a construção de fundações, anéis e canaletas de aerações e que nesse período estava sendo executado as peças pré-fabricadas.

Destaca-se que para o êxito deste trabalho acadêmico, os seguintes objetivos específicos foram propostos:

- a) Caracterizar a execução dos dois sistemas construtivos para execução de um túnel;

- b) Levantar a quantidade de operários utilizados para cada sistema construtivo;
- c) Verificar o tempo de execução para cada sistema construtivo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL MOLDADO *IN LOCO*

De acordo com Santiago (2010), sistemas convencionais de construção, são produzidos de forma demorada e precisam de uma grande quantidade de mão de obra. Tal método apresenta algumas características pouco vantajosas, como o grande desperdício de material utilizado, a falta de padronização da execução do trabalho, dificuldade na fiscalização e controle de qualidade dos serviços prestados, assim como a necessidade de uma boa organização no momento da execução.

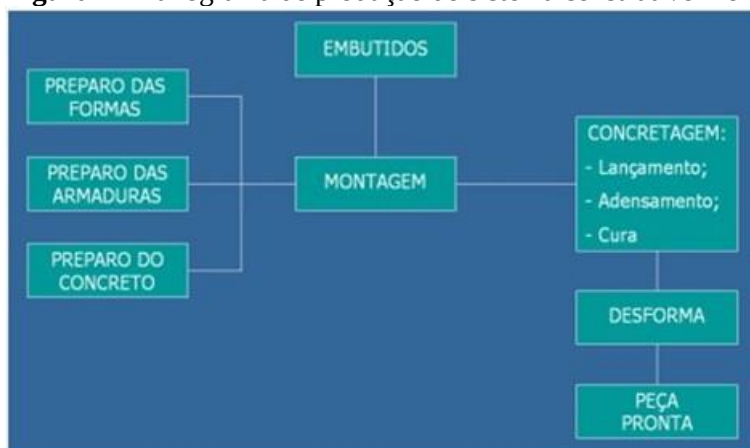
Hoje, no Brasil, o método construtivo mais usado nas construções é o sistema de concreto armado moldado *in loco*, que utilizam em pilares, vigas e lajes para infraestrutura e superestrutura da edificação e alvenaria com blocos cerâmicos para vedação (COSTA, 2013).

De acordo com Allen e Iano (2013), o concreto armado moldado *in loco* precisa utilizar fôrmas metálicas ou fôrmas de madeira, normalmente, feitas de compensados de madeira, plastificado ou resinado, onde este último é o mais empregado devido ao seu valor ser menor para moldagem das peças.

Essas fôrmas são montadas nos locais definitivos, sendo necessária a utilização de sarrafos de madeira para estruturação das fôrmas e também escoras para ter a rigidez necessária para suportar o peso do concreto e o adensamento. Dentro das fôrmas são colocadas as armaduras e dispositivos para garantir o cobrimento mínimo das armaduras, e, em seguida, o concreto é lançado, adensado e espera-se em torno de sete dias para a remoção parcial das fôrmas e 28 dias para retirada total das fôrmas quando o concreto atinge a sua resistência integral (ALLEN e IANO, 2013).

Segundo Melhado (1998), para se obter as peças projetadas e com a qualidade determinada na construção de elementos de concreto convencional, é necessário seguir um esquema básico de produção, que se inicia com o preparo das fôrmas, armaduras, colocação das tubulações embutidas para finalmente concretar e, ainda, tem-se o tempo de espera para se obter o elemento estrutural pronto, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma de produção do sistema construtivo moldado *in loco*



Fonte: Melhado (1998).

Para se atingir a resistência determinada em projeto são necessários vinte e oito dias após seu lançamento, assim como o escoramento em toda estrutura é muito importante, devido ao peso próprio das peças. Caso a desforma seja feita antes desse período, poderão ocorrer deformações das peças (COSTA, 2013). Isso leva um tempo que deve ser considerado na execução de uma obra.

Os autores Allen e Iano (2013), mencionam que este método ainda é muito utilizado devido à rapidez e à facilidade de alterações de projetos, sendo bastante flexível, e as fôrmas são reutilizáveis, podendo ser montadas e desmontadas a qualquer momento. Atualmente existem máquinas automatizadas que pré-fabricam e montam as armaduras, sendo este mais um dos motivos pelo qual o concreto moldado *in loco* ainda está entre os preferidos pelas construtoras, arquitetos e engenheiros.

Sintetizando, o sistema construtivo convencional moldado *in loco* é um método geralmente manual, utilizam-se muitos funcionários de diversas especialidades como: pedreiro, serventes, carpinteiros, armadores, entre outros profissionais, e como a mão de obra no Brasil é barata e abundante, a automação e a industrialização ainda não são muito atraentes, há a existência de construtoras com culturas ultrapassadas, falta de atualização e especialização em tecnologias mais avançadas (AMORIM, 2017).

2.2 O SISTEMA CONSTRUTIVO COM PRÉ-FABRICADOS

De acordo com a definição da NBR 9062 (ABNT, 2017), um elemento pré-moldado é executado em uma indústria, em instalações permanentes de empresas destinadas para esse propósito, que estejam dentro das especificações da norma.

Existem diversas vantagens ao produzir elementos pré-fabricados ao invés de moldagem *in loco*. As produções de elementos pré-fabricados são realizadas na indústria em um local coberto que protege os funcionários de intempéries como chuva, ventos, frio, calor e do sol, os quais são os maiores causadores de atraso em uma obra. As operações são mecanizadas como a mistura, o lançamento e a movimentações das peças, que geralmente são pesadas. Como o controle da matéria prima e dos processos é mais rigoroso, e as instalações são mais adequadas, consegue-se elementos com maior qualidade que necessitam de menos intervenção manual no acabamento (ALLEN e IANO, 2013).

Segundo El Debs (2000), a montagem de uma estrutura com peças pré-fabricadas depende, impreterivelmente, de equipamentos como guias, caminhão com muncck e guindastes. A escolha correta destes equipamentos depende do tamanho, peso, local da montagem para instalar o equipamento, pois, quanto mais longe o equipamento estiver do local de colocação, maior será a capacidade do equipamento.

Na execução do projeto, o projetista deve determinar qual o sistema construtivo a utilizar ponderando as vantagens, as desvantagens e a existência de mão de obra qualificada e especializada para fabricação, montagem e verificar a necessidade do projeto, que podem solicitar peças grandes e pesadas, exigindo transportes especiais, o que acarretará no aumento do custo do projeto, tornando inviável o uso do sistema pré-fabricado (MAYOR, 2012).

As peças pré-fabricadas necessitam de equipamentos para movimentação em função do seu elevado peso, o que pode levar a uma ordem de grandeza superior às limitações, em geral, são necessárias no mínimo dois equipamentos em obra, um para descarga e um para sua montagem (SULZBACH, 2015).

Mas, deve-se levar em conta que a produção é fora do canteiro de obras, há uma otimização do mesmo, ou seja, redução de empregados e do cronograma de obras, maior organização e limpeza, eliminação ou redução da utilização de fôrmas e cimbramentos na obra (SIRTOLI, 2015).

Atualmente nas obras precisa-se ajustar qualidade, preço e prazo de entrega. Além das vantagens e desvantagens do sistema construtivo a ser adotado e o custo total estimado (MATTOS, 2006).

2.3 ORÇAMENTAÇÃO

Segundo Mattos (2006), é o processo de determinação do orçamento, uma estimativa de custos, e é basicamente um exercício de previsão de quanto vai custar a obra. Geralmente a

determinação de um orçamento é a somatória dos custos diretos (mão de obra de operários, material e equipamentos) e custos indiretos (equipes de supervisão e apoio, despesas gerais do canteiro de obras, taxas etc.), e, finalmente, somando-se os impostos e lucro desejado.

Para determinação de um orçamento devem estar embutidos os seguintes itens:

- Mão de obra: deve ser considerada a produtividade das equipes, normalmente é calculada a produção horária, bem como os encargos sociais e trabalhistas sobre a mão de obra;
- Material: o preço do insumo deve ser cotado durante a orçamentação, que pode sofrer alterações durante a execução da obra, não se esquecendo dos impostos que carregam os valores dos materiais;
- Perda: o índice de perda e desperdício são arbitrados para cada insumo;
- Aproveitamento: alguns materiais em obras podem ser reaproveitados, portanto, também deverá ser considerado;
- Equipamento: o custo do equipamento normalmente é calculado em horas de trabalho considerando a sua produtividade, seja ela alugada, ou de aquisição própria;
- Custos indiretos: são os salários e encargos sociais das equipes técnicas, administrativas e de apoio;
- Despesas gerais: despesas como água, luz, telefone, transporte, seguros etc.;
- Imprevistos: é necessário incluir no orçamento um pequeno percentual de valor para os custos esquecidos, retrabalho e eventuais incidentes.

Para realização de um orçamento com mínimo de oscilação, deve-se ter em mãos projetos executivos para realização do levantamento correto dos serviços que devem ser realizados, pois a orçamentação consiste em um trabalho técnico e específico e executado por profissionais capacitados (MATTOS, 2006).

Segundo Goldman (2004), para o empreendedor, ao estudar determinado projeto, uma das primeiras informações que ele deseja obter é o orçamento da obra para tomar decisões, uma vez que o projeto estudado pode ser viável ou não, seja um empreendimento com fins lucrativos ou não. Muitas empresas fazem o orçamento baseado em projetos arquitetônicos em fase de anteprojeto com projetos complementares ainda por fazer, incorrendo em muitas incertezas. Diante destas incertezas opta-se em fazer o orçamento por estimativas.

2.4 LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS

Segundo Mattos (2006), para um levantamento de quantitativos mais assertivo deve-se ter em mãos um projeto bem elaborado com detalhes e cortes da obra. É uma etapa onde

demanda leitura de projeto, cálculos de áreas e volumes, consultas de tabelas de engenharia, tabulação de números, etc. Os quantitativos dos principais serviços e materiais utilizados nas obras são:

- Fôrma de madeira: neste caso é necessário ter um projeto de fôrmas para estimar com segurança o quantitativo de todos esses elementos. Se for fôrma metálica, deve ser considerado o aluguel, ou se for própria, deve ser considerada a depreciação;

- Armação: com o projeto estrutural que geralmente traz uma lista de ferros que contêm os respectivos comprimentos, bitola e quantidades;

- Concreto: calculam-se os volumes das fôrmas e, dependendo do tipo do concreto a ser utilizado, usa-se uma determinada tabela para saber os componentes para produzir o concreto.

-Segundo Goldman (2004), para o levantamento de quantitativo de materiais é necessário, entre outros, a seguinte documentação referente ao empreendimento:

- Projeto arquitetônico completo;
- Projeto de cálculo estrutural;
- Projeto de instalações;
- Projetos especiais e complementares;
- Memorial descritivo das especificações técnicas e de acabamento da obra.

Para o levantamento de quantitativos de materiais é utilizado o sistema de composição que é dividido por tipo de serviço, e que cada composição tem ou possui um fator multiplicador para cada material utilizado por unidade de medida (GOLDMAN, 2004).

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO E LOCAL DA PESQUISA

O levantamento dos dados e das informações foi pesquisa *in loco* e análise de documentos: diário de obra e planilha eletrônica do *Excel* com quantidades de funcionários e horas trabalhadas, sendo fornecidos pela empresa construtora e o setor da engenharia da Copacol.

A Copacol planejou a arquitetura da unidade de recebimento e beneficiamento de cereais e a construtora executou a obra, sendo que os túneis que dão acesso à retirada de produtos dos silos foram realizados com estrutura de concreto pré-fabricado.

A unidade de recebimento e beneficiamento de cereais está localizada na PR-180 no Km-380, no Rio Melissa, no município de Cascavel, Paraná. Foi iniciada em setembro de 2018,

com tempo de execução de 7 meses. Atualmente, a obra se encontra finalizada. Por ser uma obra de recebimento de cereais, a data de término estava vinculada com a colheita de milho safrinha, as primeiras entregas de milho na Unidade Melissa estavam previstas para o dia 24 de maio 2019.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE RECEBIMENTO E BENEFICIAMENTO DE CEREAIS

A unidade de recebimento e beneficiamento é de propriedade da Copacol (Cooperativa Agroindustrial Consolata) que está localizada no Rio Melissa, no município de Cascavel-PR, em um terreno com 98.123,74m² e a área total construída de 7150,24m². A unidade possui escritório administrativo, vestiário, refeitório, armazém de insumos, casas de máquinas, silos armazenadores, moegas para milho e soja, moegas de cavaco e uma subestação.

Para a execução dessa unidade foram utilizados 90 funcionários com cargas horárias de 8 horas diárias de trabalho, sendo 33 funcionários trabalhando nas execuções civis da obra, 29 funcionários nas execuções e montagens mecânicas, 26 pessoas na parte elétrica e automação e 8 funcionários na parte metálica.

Para a execução do túnel, que é o objeto desse trabalho, executado no sistema modelado *in loco* foi utilizado em média 4 funcionários por dia e a construção do túnel usando elementos pré-fabricados a média foi de 3 funcionários por dia.

O túnel foi construído sob os silos armazenadores que têm 80 metros de comprimento, dos quais 20 metros foram construídos com sistema de concreto armado moldado *in loco* e o restante, 60 metros, foi executado com concreto armado pré-fabricado. Conforme ilustrado nas Figura 02, em corte em planta baixa.

Figura 02: Planta em corte do túnel.



Legenda: ■ Sistema moldado *in loco*. ■ Sistema pré-fabricado (objeto de estudo). ■ Sistema pré-fabricado (não objeto de estudo).

Fonte: Autor (2020).

A parte do túnel destacada em verde foi construída no sistema convencional, concreto *in loco* a dimensão 2,30 x 2,50 x 20 metros e em azul com as mesmas dimensões porém com sistemas pré-fabricado que foi o objeto de comparações deste trabalho e o restante em vermelho também foi construído em pré-fabricado, mas não foi considerado no estudo.

3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados e informações foi realizado um levantamento do projeto arquitetônico, diários de obra e uma planilha elaborada no *Excel*, com o registro da quantidade de pedreiros, serventes e horas trabalhadas, que se encontram no Apêndice A e Apêndice B.

De posse desses documentos, foram cumpridos os seguintes pontos:

- Caracterização da execução dos dois sistemas construtivos;
- Levantamento da quantidade de operários utilizados para cada sistema construtivo;
- Levantamento do tempo de execução para cada sistema construtivo.

Também se coletou a relação de equipamentos que foram utilizados para o transporte e montagem das peças pré-fabricadas e os equipamentos para a execução do concreto armado moldado *in loco*.

Para os levantamentos de dados e informações houve a colaboração do engenheiro residente e do mestre de obra, como, tabelas do tempo gasto em cada tarefa, fornecimentos dos quantitativos de materiais utilizados nas construções de fôrmas, escoras, as taxas de aços e concretos utilizados, o que auxiliou de forma relevante o detalhamento dos processos executivos dos dois sistemas construtivos.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram tabulados em uma planilha eletrônica *Excel* para as comparações das quantidades de funcionários, mão de obra e os prazos de execução de cada um dos sistemas construtivos que é o objetivo geral deste trabalho. Não foram consideradas a inspeção dos canteiros de obras para determinar as vantagens e desvantagens dos dois sistemas construtivos. Nessa comparação foi considerado o tempo da obra no campo, não considerando o tempo e o número de funcionários para fabricação dos elementos pré-fabricados de concreto na indústria.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O objeto deste trabalho foi a Unidade de Recebimento e Beneficiamento de Cereais de propriedade da Copacol, especificamente na execução do túnel que une os silos para armazenagem dos cereais.

Para o levantamento dos dados e informações foram realizadas visitas técnicas com registro de imagens e reuniões com o engenheiro residente e mestre de obra para esclarecimentos das dúvidas dos dois sistemas construtivos utilizados na execução do túnel.

4.1 TÚNEL DA OBRA

O comprimento total do túnel foi de 80 (oitenta) metros, sendo que vinte metros foram executados no sistema concreto armado moldado *in loco* e no restante foram empregados os elementos de concreto pré-fabricado. Para execução desta obra o prazo de entrega foi ponto preponderante para decidir pelo uso do sistema pré-fabricado.

A movimentação de terra foi o serviço comum para os dois sistemas construtivos. Para escavação da vala do túnel foram usados uma retroescavadeira hidráulica e um caminhão para transporte do material a uma distância de 400 metros. A profundidade da escavação foi de 2,50 metros e para cada 10 metros do túnel consumiu-se em média 8 horas de trabalho. Na compactação e nivelamento da vala empregaram-se duas pessoas durante o tempo de 8 horas para os mesmos 10 metros.

4.1.1 Execução do sistema construtivo concreto armado moldado *in loco*

A locação do túnel foi iniciada com a demarcação da cortina de estacas nas duas paredes para contenção, visto que a profundidade é de 2,50 metros, e também para garantir a segurança dos operários no caso de desmoronamento. As estacas foram perfuradas com medidas de profundidade que variam entre 13 e 15 metros e o diâmetro de 25 centímetros, usando concreto e armadura.

Após esta etapa, iniciou-se a escavação mecânica, apresentada na Figura 3, a qual foi realizada com retroescavadeira e um caminhão para o transporte da terra retirada da escavação do túnel.

Figura 03: Escavação mecânica.



Fonte: Autor (2020).

Esta atividade de escavação mecânica foi executada a cada dez metros. Em seguida eram nivelados as paredes e o piso, manualmente, com uso de cavadeiras e enxadas e a compactação do fundo da vala com compactador mecânico como mostrado na Figura 4. A abertura foi de 2,60 metros sendo 30 cm a mais do que a dimensão do projeto que era de 2,00 metros. Este aumento na largura do túnel foi necessário para que se executasse a fôrma de chapa compensada plastificada, com reaproveitamento 2 vezes.

Figura 04: Nivelamento e compactação do fundo da vala.



Fonte: Autor (2020).

Como medida de segurança, para evitar o desmoronamento das paredes e para que o concreto não ficasse em contato direto com o solo, foi executado chapisco nas paredes laterais do túnel entre as estacas da cortina, que pode ser visualizado na Figura 05.

Figura 05: Chapisco nas paredes da valeta do túnel.



Fonte: Autor (2020).

Para execução do piso foi distribuída pedra britada para lastro com espessura aproximada de 5 centímetros. A Construtora optou por não usar lonas plásticas como vedação à água do solo que caminha por capilaridade no piso, sendo empregado um aditivo impermeabilizante no concreto. Este impermeabilizante é uma mistura de cimento Portland, sílica e diversas substâncias químicas ativas que adicionado ao concreto, agem com a umidade do concreto fresco, e há uma formação cristalina insolúvel nos poros do concreto tornando permanentemente selado contra penetração da água ou substâncias agressivas de qualquer direção. Antes da aplicação do concreto foi colocada uma malha de aço em duas camadas e separadas por espaçadores plásticos, realizando o taliscamento do piso para o lançamento do concreto, que foi nivelado, desempenado e alisado, e na Figura 06 está ilustrado o piso do túnel acabado.

Figura 06: Piso do túnel acabado.



Fonte: Autor (2020).

Após três dias da concretagem, as fôrmas laterais das paredes do túnel foram montadas e inseridas as armaduras, que podem ser observadas na Figura 07. Para o travamento das fôrmas foram utilizados contraventamentos com tábuas de 10 centímetros.

Figura 07: Fôrmas laterais do túnel.



Fonte: Autor (2020).

Na Figura 08 consta a próxima etapa que foi a montagem das fôrmas da laje do túnel e as armaduras com espaçadores plásticos. Para suporte das fôrmas, armaduras e concreto utilizaram-se escoras metálicas.

Figura 08: Montagens das fôrmas e colocações das armaduras.



Fonte: Autor (2020).

A concretagem das paredes e laje (teto) foi simultânea atendendo às boas práticas de execução que são: taliscamento da laje com desempenamento com réguas de alumínio para garantir o nivelamento e a espessura do laje, adensamento do concreto para evitar as falhas no concreto com o uso de motor e mangotes com vibradores, e, na Figura 9, foi apresentada esta atividade. Após o início da pega do concreto foi utilizada a niveladora mecânica para alisamento e acabamento da laje do túnel.

Figura 09: Concretagem da lateral e da laje (teto) do túnel.



Fonte: Autor (2020).

No Apêndice B, foram apresentadas as tarefas executadas, equipes utilizadas e o tempo gasto para execução de 10 metros de túnel no sistema concreto convencional, sendo que as atividades se repetem nos outros 10 metros, pois o comprimento total do túnel para este sistema foi de 20 metros.

4.1.2 Execução dos elementos pré-fabricados

As etapas iniciais para o sistema de concreto pré-fabricado são semelhantes ao sistema construtivo de concreto moldado *in loco*, ou seja, a locação, o nivelamento e a compactação da base (piso), diferenciando somente a escavação, pois, a largura no pré-fabricado é de 30 centímetros maior, porém, os funcionários e o tempo gasto não foram alterados. A execução da montagem do túnel com concreto pré-fabricado foi realizada em 3 (três) partes, isto é, de vinte em vinte metros.

Para garantir um perfeito nivelamento, tanto horizontal como vertical, foi utilizado nível a laser. Após o nivelamento e a compactação da base do túnel foram assentadas as peças

pré-fabricadas, as quais são contempladas as paredes, bases (piso) e lajes (teto) do túnel. Para a colocação dos elementos pré-fabricados foi utilizado um guindaste, conforme a Figura 10.

Figura 10: Montagem do túnel pré-fabricado.



Fonte: Autor (2020).

As peças pré-fabricadas foram projetadas com encaixe macho e fêmea para se conseguir uma boa vedação entre as peças. Na Figura 11 estão apresentadas as peças pré-fabricadas. A dimensão de cada peça foi 2,30 m x 2,00 m x 2,50 m e pesava 7.200 kg cada uma, e haviam ganchos na direção da largura para prender as faixas de içamento.

Figura 11: Encaixe macho e fêmea das peças do túnel.



Fonte: Autor (2020).

Para união das peças pré-fabricadas foi empregado um selante a base de isocianato para junta de concreto pré-fabricado com a finalidade de impedir infiltrações de água, sendo realizado após a montagem das peças. Na Figura 12 foram mostradas as peças pré-fabricadas montadas.

Figura 12: Túnel – lance de 20 metros - montado.



Fonte: Autor (2020).

No Apêndice C, constam as tarefas executadas, equipes utilizadas e o tempo gasto para execução de 20 metros de túnel. No sistema pré-fabricado, essas atividades foram executadas em três etapas de 20 metros cada uma, cujo comprimento total foi de 60 metros.

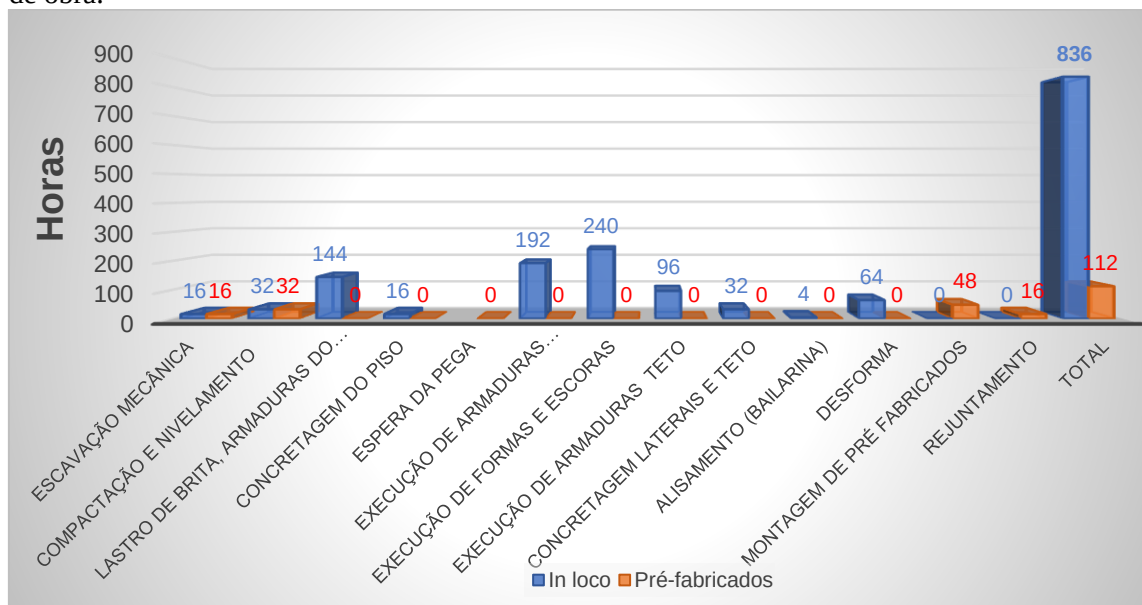
4.2 COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Nesta seção foram comparadas as quantidades executadas de cada atividade, tempo de duração e o número de pessoas que executaram 20 metros de túnel em cada sistema construtivo, ou seja, concreto armado moldado *in loco* e elementos pré-fabricados.

4.2.1 Tempo de execução e número de operários para as atividades

No gráfico da Figura 13 foram apresentadas as atividades e seus respectivos períodos de duração, em horas, para cada um dos sistemas construtivos.

Figura 13: Comparativo de tempo de execução do concreto convencional x pré-fabricado no canteiro de obra.



Fonte: Autor (2020).

Para o sistema com concreto convencional, estão descritas as atividades que foram necessárias para realizar 20 metros de túnel, porém foram realizadas em duas etapas de 10 metros. As atividades, o tempo de execução, e os operários para realização deste sistema construtivo constam no Apêndice A.

O lastro de brita, armadura e taliscamento do piso foram realizados por três pessoas durante três dias de 8 horas diárias, sendo preparados 10 metros de túnel. A concretagem da base foi realizada com quatro pessoas, durante 4 horas, sendo aplicado concreto usinado bombeado.

As armaduras das paredes foram realizadas por três pessoas durante 4 dias, e as tarefas foram: perfuração das paredes das estacas com furadeiras elétricas para colocação do aço com adesivo fixador tipo *compound* para fixar a tela soldada nervurada Q196. A separação entre as telas fez uso de espaçadores plásticos, para garantir o cobrimento mínimo entre o concreto e a armadura.

A montagem das fôrmas das paredes foi para a face externa. As fôrmas das paredes laterais, da laje do túnel e o escoramento foram executadas com três pessoas durante cinco dias, em 8 horas diárias de trabalho. As armaduras da laje foram montadas por dois armadores, durante três dias de 8 horas de trabalho e o material utilizado foram as telas nervuradas e treliça nervurada.

A concretagem das paredes e da laje foram executadas com concreto usinado, simultaneamente, por quatro pessoas durante 4 horas de trabalho, e as tarefas foram: lançamento, desempenamento, adensamento e nivelamento. Após o início da pega foi utilizada a alisadora mecânica, para o alisamento, realizado por uma pessoa em quatro horas.

O tempo de espera para cura do concreto foi entre 7 e 8 dias. Para iniciar a desforma e a duração desta atividade foi de dois dias com 8 horas de trabalho executada por dois operários. O número de operários foi para executar 10 metros de túnel, considerando o reaproveitamento das formas.

O tempo total para execução de 20 metros de túnel foi de 42 dias, como pode-se observar no cronograma da Figura 15. Isso foi decorrente da simultaneidade das atividades, ou seja, escavações, compactação e nivelamento, lastro de brita, armadura do piso e taliscamento, concretagem do piso, armaduras, fôrmas, escoramento das paredes e a desforma, como mostrado no Apêndice B. Para a primeira etapa o tempo foi de 26 dias, e com as sobreposições das atividades mencionadas anteriormente totalizaram-se 42 dias.

Tabela 01: Cronograma de execução de 20 metros de túnel.

CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO		Func.	Dias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42		
Escavação mecânica		1	2	1	1																																									
Compactação e Nivelamento		2	2	2	2																																									
Lastro de brita, armaduras do piso e taliscamento.		3	6			3	3	3	3	3																																				
Concretagem do piso		4	1					4																																						
Espera da pega			2																																											
Execução de armaduras laterais		3	8								3	3	3	3	3	3	3	3	3																											
Execução de formas e escoras		3	10									3	3	3	3	3	3	3																												
Execução de armaduras teto		2	6													2	2	2																												
Concretagem		4	1																4																											
Alisamento (Bailarina)		1	1																	1																										
Desforma		2	4																																											
QUANT. DE OPERÁRIOS		-	-	1	3	5	3	3	7	3	3	7	3	6	6	6	8	8	5	4	1	0	0	0	0	0	0	2	5	3	3	5	5	2	4	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2
Execução do primeiro lance de 10 metros																																														
Execução do segundo lance de 10 metros																																														
DIAS																																														
CONCRETO PRÉ-FABRICADO				1	2	3	4	5	6	7	8																																			
Escavação mecânica		1	2	1	1																																									
Compactação e Nivelamento		2	2	2	2																																									
Montagem de pré-fabricado		3	2			3	3																																							
Rejuntamento		1	2					1	1																																					
QUANT. DE OPERÁRIOS		-	-	1	3	5	4	1																																						

Fonte: Autor (2020).

No pré-fabricado foram executadas três etapas de 20 metros cada uma, com o tempo total de 5 dias para cada etapa. Para colocação e montagem das peças pré-fabricadas foram utilizados um guindaste com operador e duas pessoas para direcionar as peças para o assentamento, em dois dias de 8 horas diárias, as peças eram assentadas, aplicado o selante nas juntas de ligação, e o serviço foi realizado por uma pessoa durante dois dias em 8 horas diárias.

Destaca-se que para o pré-fabricado considerou-se o tempo da montagem do túnel, não sendo considerada a fabricação dos elementos pré-fabricados na indústria.

No Quadro 01, foram apresentados as atividades e o tempo de duração para cada um dos sistemas construtivos, pode-se visualizar que em algumas atividades constam NA, cujo significado é não se aplicam.

Quadro 01: Comparação entre os tempos de execução das atividades – 20 metros de túnel.

Atividades	Tempo de execução (dia)	
	Sistema Convencional	Sistema Pré-Fabricado
Escavação mecânica	2	2
Compactação e nivelamento	2	2
Lastro de brita, armaduras do piso e taliscamento	6	NA
Concretagem do piso	0,5	NA
Espera da pega	2	NA
Execução de armaduras laterais	8	NA
Execução de formas e escoras	10	NA
Execução de armaduras teto	6	NA
Concretagem	1	NA
Alisamento mecânico (Bailarina)	0,5	NA
Desforma	4	NA
Montagem de pré-fabricados	NA	2
Rejuntamento	NA	2

Fonte: Autor (2020).

As atividades escavação mecânica, compactação e nivelamento, são comuns para os dois sistemas construtivos.

No Quadro 02 constam as quantidades de operários que realizaram as atividades para cada um dos sistemas construtivos.

Quadro 02: Quantidades de operários - 20 metros de túnel.

Atividades	Quantidade de operários	
	Sistema Convencional	Sistema Pré-Fabricado
Escavação mecânica	1	1
Compactação e nivelamento	2	2
Lastro de brita, armaduras do piso e taliscamento	3	NA
Concretagem do piso	4	NA
Espera da pega	-	NA
Execução de armaduras laterais	3	NA
Execução de fôrmas e escoras	3	NA
Execução de armaduras teto	2	NA
Concretagem	4	NA
Alistamento (Bailarina)	1	NA
Desforma	2	NA
Montagem de pré-fabricados	NA	3
Rejuntamento	NA	1

Fonte: Autor (2020).

A escavação mecânica, compactação e nivelamento foram executadas com 3 funcionários, sendo estas comuns aos dois sistemas.

Nota-se no cronograma da Figura 15 que, durante o tempo de 42 dias, foram trabalhados 28 dias, pois, 14 dias foi tempo de esperada para a cura do concreto convencional, assim, a média foi de 4 operários, enquanto para o pré-fabricado para 5 dias foi de 3 funcionários.

O tempo de execução de 20 metros de túnel com elementos pré-fabricados foi de 5 (cinco) dias, enquanto para concreto convencional foi em torno de 42 dias, para fazer o mesmo comprimento.

Uma publicação no portal da Votorantim Cimentos (2013), menciona que a utilização de peças produzidas de concreto pré-fabricado, o tempo de conclusão de um túnel de 36 m de comprimento no trevo do Caxambu, rodovia Engenheiro Constâncio Cintra, que liga Jundiá a Itatiba (interior de São Paulo), foi reduzido de 230 para 60 dias. O túnel com 13 metros de largura e 9 metros de altura, composto por 49 peças de 20 toneladas cada uma, foi construído com tecnologia europeia trazida ao Brasil pela construtora Norberto Odebrecht. Dadas as devidas proporções a redução de tempo nesta obra foi de 70%.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O comparativo de dados referente aos prazos de execução de túneis armazenadores de cereais foi executado para dois modelos construtivos, concreto moldado *in loco*, e pré-fabricados, realizado em uma unidade de recebimento de cereais de propriedade da Copacol localizado no município de Cascavel.

Com o levantamento de dados de homens, horas, e tempo de execução das atividades, verificou-se que a diferença entre os dois sistemas quando se compara o pré-moldado com o concreto convencional, o número de atividades é 25% menor.

Levando em consideração que o fator mais importante é o tempo de disponibilização do túnel, no sistema construtivo usando pré-fabricado é 86,60%, mais rápido do que o moldado *in loco*.

Este projeto tinha um prazo desafiador para execução e com o uso de pré-fabricado esse desafio pôde ser cumprido com bastante sucesso. Atualmente, há uma exigência para que as obras sejam executadas cada vez mais rápido, e o uso de pré-fabricado possibilitou o atendimento a este requisito.

O uso do sistema construtivo concreto moldado *in loco* para realização dos 20 metros iniciais comprovou que há uma demanda maior por profissionais de diversas categorias.

A decisão pelo uso de um sistema construtivo deve ser estudada e planejada, levando em consideração as vantagens e desvantagens de cada sistema, os prazos a serem cumpridos, condições do solo, número de profissionais para executar as atividades e também a especificidade de cada obra.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS. Capacidade de armazenagem agrícola fica em 169 milhões de toneladas no 1º semestre de 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/22946-capacidade-de-armazenagem-agricola-fica-em-169-milhoes-de-toneladas-no-1-semester-de-2018>. Acesso em 15 agosto, 2019.

ALLEN, E.; IANO, J. **Fundamentos da Engenharia de Edificações: Materiais e Métodos**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

TELES, A.A. Estudo comparativo entre métodos construtivos de concreto moldado *in loco* e concreto pré-fabricado, por meio da plataforma BIM. 2017. Monografia (Projeto Final) Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia e Ambiental

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

_____. **NBR 9062 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

COSTA, M.C. de F. **A Industrialização da construção habitacional através do sistema construtivo paredes de concreto fabricadas *in loco***. 2013. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais Belo horizonte, Belo Horizonte.

EL DEBS, M.K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. 2ed. São Paulo: Oficina de texto, 2000.

FIMACO. A evolução da armazenagem de grãos no Brasil: saiba mais. Disponível em: > acesso em 15 agosto, 2019.

FRANCE PRESSE. Crescimento populacional da China desacelera apesar de fim da política do filho único. G1

Disponível em <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2019/01/21/crescimento-populacional-da-china-desacelera-apesar-de-fim-da-politica-do-filho-unico.ghtml> acesso em 15 agosto, 2019.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4 ed. São Paulo: Pini, 2004.

MATTOS, A. D. **Como Preparar Orçamentos de Obras**. São Paulo: Pini, 2006.

MELHADO, S. B.; BARROS, M. M. S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. São Paulo. Projeto EPUSP/SENAI, 1998.

MAYOR, W. R. **Sistema Construtivo Modular**. 2012. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais Belo horizonte, Belo Horizonte.

POIRTO, S. Revista Concreto e Construções. Pré-moldados de concreto: soluções sustentáveis e competitivas para obras habitacionais, esportivas e de infraestrutura. Ed. 59. São Paulo. Disponível: http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_59.pdf. Acesso em 27 junho, 2020

SIRTOLI, A. S. C. S. **Industrialização da Construção Civil, Sistemas Pré-Fabricados de Concreto e suas Aplicações**. 2015. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria.

VASCONCELOS, A. C. **O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. Volume III. São Paulo: Studio Nobel, 2002.

VOTORANTIM, Cimentos. Concreto pré-fabricado agiliza construção de túnel em SP. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/negocios/concreto-pre-fabricado-agiliza-construcao-de-tunel-em-sp>. Acesso em 27 junho, 2020

Apêndice A – Planilha de comparativa da construtora.

 Comparativo de construção de túnel em pré fabricados e concretagem in loco									
Levantamento para cada 20 metros de túnel (Concretagem in loco)					Levantamento a cada 20 metros de túnel(Pré fabricados)				
Serviços	Nº de pessoas	rº de horas/ pessoa	Dias	Total de horas	Serviços	Nº de pessoas	rº de horas/ pessoa	Dias	Total Horas
Escavação mecânica	1	8	2	16	Escavação mecânica	1	8	2	16
Compactação e Nivelamento	2	8	2	32	Compactação e Nivelamento	2	8	2	32
Lastro de brita, armaduras do piso e taliscamento.	3	8	6	144	Montagem de pré fabricados	3	8	2	48
Concretagem do piso	4	8	0,5	16	Rejuntamento	1	8	2	16
Espera da pega	-	-	2	-					
Execução de armaduras laterais	3	8	8	192	Total	7	32	8	112
Execução de formas e escoras	3	8	10	240					
Execução de armaduras teto	2	8	6	96					
Concretagem	4	8	1	32					
Alisamento (Bainha)	1	8	0,5	4					
Desforma	2	8	4	64					
Total	25	80	42	836					

Apêndice B – Diário de obra com tarefas, diárias e horários.

Túnel construído no modelo concretado <i>IN LOCO</i>					
1ª parte 10 metros					
Obra: Melissa					
1-Atividade: fabricação de forma				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Everaldo	08/11/2018	08/11/2018	07:30	12:00	
Everaldo	08/11/2018	08/11/2018	13:15	17:45	
João da Cruz	08/11/2018	08/11/2018	07:30	12:00	
João da Cruz	08/11/2018	08/11/2018	13:15	17:45	
Ivaildo	08/11/2018	08/11/2018	07:30	12:00	
Ivaildo	08/11/2018	08/11/2018	13:15	17:45	
Everaldo	09/11/2018	09/11/2018	07:30	12:00	
Everaldo	09/11/2018	09/11/2018	13:15	17:45	
João da Cruz	09/11/2018	09/11/2018	07:30	12:00	
João da Cruz	09/11/2018	09/11/2018	13:15	17:45	
Ivaildo	09/11/2018	09/11/2018	07:30	12:00	
Ivaildo	09/11/2018	09/11/2018	13:15	17:45	

Obra: Melissa					
2-Atividade: Escavação mecânica do túnel				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Fernando	09/11/2018	09/11/2018	07:30	12:00	Uso de retroescavadeira e caminhão.
Fernando	09/11/2018	09/11/2018	13:15	17:45	

Obra: Melissa					
3-Atividade: Compactação e nivelamento.				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Osvaldo	10/11/2018	10/11/2018	07:30	12:00	
Osvaldo	10/11/2018	10/11/2018	13:15	17:45	
Aparecido	10/11/2018	10/11/2018	07:30	12:00	
Aparecido	10/11/2018	10/11/2018	13:15	17:45	

Apêndice B – Diário de obra com tarefas, diárias e horários. (continuação)

Obra: Melissa					
4-Atividade: Colocação do lastro de brita, montagem da armadura e taliscamento do piso do túnel				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Lucas	12/11/2018	12/11/2018	07:30	12:00	
Lucas	12/11/2018	12/11/2018	13:15	17:45	
Jose Helington	12/11/2018	12/11/2018	07:30	12:00	
Jose Helington	12/11/2018	12/11/2018	13:15	17:45	
Jony	12/11/2018	12/11/2018	07:30	12:00	
Jony	12/11/2018	12/11/2018	13:15	17:45	
Lucas	13/11/2018	13/11/2018	07:30	12:00	
Lucas	13/11/2018	13/11/2018	13:15	17:45	
Jose Helington	13/11/2018	13/11/2018	07:30	12:00	
Jose Helington	13/11/2018	13/11/2018	13:15	17:45	
Jony	13/11/2018	13/11/2018	07:30	12:00	
Jony	13/11/2018	13/11/2018	13:15	17:45	
Lucas	16/11/2018	14/11/2018	07:30	12:00	
Lucas	16/11/2018	14/11/2018	13:15	17:45	
Jose Helington	16/11/2018	14/11/2018	07:30	12:00	
Jose Helington	16/11/2018	14/11/2018	13:15	17:45	
Jony	16/11/2018	14/11/2018	07:30	12:00	
Jony	16/11/2018	14/11/2018	13:15	17:45	

Obra: Melissa					
5-Atividade: Concretagem do piso do túnel				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Lucas	17/11/2018	17/11/2018	07:30	10:30	
Jose Helington	17/11/2018	17/11/2018	07:30	10:30	
Jony	17/11/2018	17/11/2018	07:30	10:30	
Henrique	17/11/2018	17/11/2018	07:30	10:30	

Apêndice B – Diário de obra com tarefas, diárias e horários. (continuação)

Obra: Melissa					
6-Atividade: Execução de armaduras laterais				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Everaldo	19/11/2018	19/11/2018	07:30	12:00	
Everaldo	19/11/2018	19/11/2018	13:15	17:45	
Maicon	19/11/2018	19/11/2018	07:30	12:00	
Maicon	19/11/2018	19/11/2018	13:15	17:45	
Luan	19/11/2018	19/11/2018	07:30	12:00	
Luan	19/11/2018	19/11/2018	13:15	17:45	
Everaldo	20/11/2018	20/11/2018	07:30	12:00	
Everaldo	20/11/2018	20/11/2018	13:15	17:45	
Maicon	20/11/2018	20/11/2018	07:30	12:00	
Maicon	20/11/2018	20/11/2018	13:15	17:45	
Luan	20/11/2018	20/11/2018	07:30	12:00	
Luan	20/11/2018	20/11/2018	13:15	17:45	
Everaldo	21/11/2018	21/11/2018	07:30	12:00	
Everaldo	21/11/2018	21/11/2018	13:15	17:45	
Maicon	21/11/2018	21/11/2018	07:30	12:00	
Maicon	21/11/2018	21/11/2018	13:15	17:45	
Luan	21/11/2018	21/11/2018	07:30	12:00	
Luan	21/11/2018	21/11/2018	13:15	17:45	
Everaldo	22/11/2018	22/11/2018	07:30	12:00	
Everaldo	22/11/2018	22/11/2018	13:15	17:45	
Maicon	22/11/2018	22/11/2018	07:30	12:00	
Maicon	22/11/2018	22/11/2018	13:15	17:45	
Luan	22/11/2018	22/11/2018	07:30	12:00	
Luan	22/11/2018	22/11/2018	13:15	17:45	

Apêndice B – Diário de obra com tarefas, diárias e horários. (continuação)

Obra: Melissa					
7-Atividade: Montagens das formas e escoras				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Everaldo	23/11/2018	23/11/2018	07:30	12:00	
Everaldo	23/11/2018	23/11/2018	13:15	17:45	
João da Cruz	23/11/2018	23/11/2018	07:30	12:00	
João da Cruz	23/11/2018	23/11/2018	13:15	17:45	
Ivaldo	23/11/2018	23/11/2018	07:30	12:00	
Ivaldo	23/11/2018	23/11/2018	13:15	17:45	
Everaldo	26/11/2018	26/11/2018	07:30	12:00	
Everaldo	26/11/2018	26/11/2018	13:15	17:45	
João da Cruz	26/11/2018	26/11/2018	07:30	12:00	
João da Cruz	26/11/2018	26/11/2018	13:15	17:45	
Ivaldo	26/11/2018	26/11/2018	07:30	12:00	
Ivaldo	26/11/2018	26/11/2018	13:15	17:45	
Everaldo	27/11/2018	27/11/2018	07:30	12:00	
Everaldo	27/11/2018	27/11/2018	13:15	17:45	
João da Cruz	27/11/2018	27/11/2018	07:30	12:00	
João da Cruz	27/11/2018	27/11/2018	13:15	17:45	
Ivaldo	27/11/2018	27/11/2018	07:30	12:00	
Ivaldo	27/11/2018	27/11/2018	13:15	17:45	
Everaldo	28/11/2018	28/11/2018	07:30	12:00	
Everaldo	28/11/2018	28/11/2018	13:15	17:45	
João da Cruz	28/11/2018	28/11/2018	07:30	12:00	
João da Cruz	28/11/2018	28/11/2018	13:15	17:45	
Ivaldo	28/11/2018	28/11/2018	07:30	12:00	
Ivaldo	28/11/2018	28/11/2018	13:15	17:45	
Everaldo	29/11/2018	29/11/2018	07:30	12:00	
Everaldo	29/11/2018	29/11/2018	13:15	17:45	
João da Cruz	29/11/2018	29/11/2018	07:30	12:00	
João da Cruz	29/11/2018	29/11/2018	13:15	17:45	
Ivaldo	29/11/2018	29/11/2018	07:30	12:00	
Ivaldo	29/11/2018	29/11/2018	13:15	17:45	

Apêndice B – Diário de obra com tarefas, diárias e horários. (continuação)

Obra: Melissa					
8-Atividade: Execução de armaduras do teto				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Everaldo	30/11/2018	30/11/2018	07:30	12:00	
Everaldo	30/11/2018	30/11/2018	13:15	17:45	
Maicon	30/11/2018	30/11/2018	07:30	12:00	
Maicon	30/11/2018	30/11/2018	13:15	17:45	
Everaldo	01/12/2018	01/12/2018	07:30	12:00	
Everaldo	01/12/2018	01/12/2018	13:15	17:45	
Maicon	01/12/2018	01/12/2018	07:30	12:00	
Maicon	01/12/2018	01/12/2018	13:15	17:45	
Everaldo	03/12/2018	03/12/2018	07:30	12:00	
Everaldo	03/12/2018	03/12/2018	13:15	17:45	
Maicon	03/12/2018	03/12/2018	07:30	12:00	
Maicon	03/12/2018	03/12/2018	13:15	17:45	

Obra: Melissa					
9-Atividade: Concretagem do túnel.				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Lucas	04/12/2018	04/12/2018	07:30	12:00	
Jose Helington	04/12/2018	04/12/2018	07:30	12:00	
Jony	04/12/2018	04/12/2018	07:30	12:00	
Henrique	04/12/2018	04/12/2018	07:30	12:00	

Obra: Melissa					
10-Atividade: Alisamento (Bailarina)				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Helton	04/12/2018	04/12/2018	16:00	18:00	

Obra: Melissa					
11-Atividade: Desforma				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
João da Cruz	10/12/2018	10/12/2018	07:30	12:00	
João da Cruz	10/12/2018	10/12/2018	13:15	17:45	
Ivaildo	10/12/2018	10/12/2018	07:30	12:00	
Ivaildo	10/12/2018	10/12/2018	13:15	17:45	
João da Cruz	11/12/2018	11/12/2018	07:30	12:00	
João da Cruz	11/12/2018	11/12/2018	13:15	17:45	
Ivaildo	11/12/2018	11/12/2018	07:30	12:00	
Ivaildo	11/12/2018	11/12/2018	13:15	17:45	

Obs.: Nesse Apêndice B (Sistema Concreto Convencional), foram apresentadas as atividades de 1 a 11 para uma etapa de 10 metros de túnel, sendo realizadas duas etapas de 10 metros, totalizando 20 metros de túnel.

Apêndice C – Diário de obra com tarefas, diárias e horários do pré-fabricado.

pendente e

Diário de obra com tarefas, datas e horários do pré fabricado.

1ª parte 20 metros

Obra: Melissa					
1-Atividade: Escavação mecânica do túnel				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Fernando	07/01/2019	07/01/2019	07:30	12:00	Uso de retroescavadeira e caminhão.
Fernando	07/01/2019	07/01/2019	13:15	17:45	
Fernando	08/01/2019	08/01/2019	07:30	12:00	Uso de retroescavadeira e caminhão.
Fernando	08/01/2019	08/01/2019	13:15	17:45	

Obra: Melissa					
2-Atividade: Compactação e nivelamento.				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Osvaldo	09/01/2019	09/01/2019	07:30	12:00	
Osvaldo	09/01/2019	09/01/2019	13:15	17:45	
Aparecido	09/01/2019	09/01/2019	07:30	12:00	
Aparecido	09/01/2019	09/01/2019	13:15	17:45	
Osvaldo	10/01/2019	10/01/2019	07:30	12:00	
Osvaldo	10/01/2019	10/01/2019	13:15	17:45	
Aparecido	10/01/2019	10/01/2019	07:30	12:00	
Aparecido	10/01/2019	10/01/2019	13:15	17:45	

Obra: Melissa					
3-Atividade: Montagens dos pré fabricados				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Sandro	15/01/2019	15/01/2019	07:30	12:00	Uso de Guindaste na montagens e caminhões para transporte.
Sandro	15/01/2019	15/01/2019	13:15	17:45	
Irineu	15/01/2019	15/01/2019	07:30	12:00	
Irineu	15/01/2019	15/01/2019	13:15	17:45	
Osmar	15/01/2019	15/01/2019	07:30	12:00	
Osmar	15/01/2019	15/01/2019	13:15	17:45	
Sandro	16/01/2019	16/01/2019	07:30	12:00	
Sandro	16/01/2019	16/01/2019	13:15	17:45	
Irineu	16/01/2019	16/01/2019	07:30	12:00	
Irineu	16/01/2019	16/01/2019	13:15	17:45	
Osmar	16/01/2019	16/01/2019	07:30	12:00	
Osmar	16/01/2019	16/01/2019	13:15	17:45	

Apêndice C – Diário de obra com tarefas, diárias e horários do pré-fabricado. (continuação)

Obra: Melissa					
4-Atividade: Rejuntamentos				Quantidade:	
Equipe	Tempo de Início (dia)	Tempo de término (dia)	Horário Início	Horário término	Ocorrência
Pedro	17/01/2019	17/01/2019	07:30	12:00	
Pedro	17/01/2019	17/01/2019	13:15	17:45	
Pedro	18/01/2019	18/01/2019	07:30	12:00	
Pedro	18/01/2019	18/01/2019	13:15	17:45	

Obs.: Nesse Apêndice C (Sistema Pré-fabricado), foram apresentadas as atividades de 1 a 4 para uma etapa de 20 metros de túnel, sendo realizadas três etapas de 20 metros, totalizando 60 metros de túnel.