

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

ALICE FELL

**PROPOSTA DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA DE
SERVIÇOS ESPECÍFICOS NO CANTEIRO DE OBRAS**

**São Leopoldo
2019**

ALICE FELL

**PROPOSTA DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA DE
SERVIÇOS ESPECÍFICOS NO CANTEIRO DE OBRAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Andrea Parisi Kern

São Leopoldo
2019

Dedico este trabalho aos meus pais,
que sempre foram muito presentes e me
deram apoio nas minhas decisões.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me dar forças nas horas de dificuldade.

Agradeço aos meus pais, Darci e Irene, que são minha base. Por acreditarem em mim, por darem todo o suporte necessário, pela preocupação e pelo apoio nas minhas decisões.

Ao meu namorado Régis, que está sempre ao meu lado, sendo paciente, preocupado e não medindo esforços para me ajudar.

À minha irmã, que sempre foi muito presente e sempre me compreendeu bem.

Ao Charles, que sempre esteve disposto a me ajudar e dar sugestões no desenvolvimento do trabalho e me deu um grande apoio no levantamento dos dados.

À minha orientadora, professora Andrea Parisi Kern, pelas sugestões e apoio ao longo do desenvolvimento do trabalho.

RESUMO

O planejamento e controle de produtividade de mão de obra não são práticas adotadas por uma grande parte das empresas do ramo da construção civil brasileira. Na maioria das empresas, o planejamento da produtividade não é considerado um processo gerencial. A mão de obra é recrutada apenas levando em conta a experiência de gestores de obra na execução das tarefas. A falta deste planejamento e a adoção de um novo método construtivo originou um atraso relevante nos serviços de concreto armado da primeira experiência desta construtora com estruturas mistas. Desta forma, este trabalho teve como objetivo o levantamento das tarefas *in loco* que englobam os serviços que apresentaram atrasos de acordo com o método construtivo adotado, levantamento das quantidades de serviços executados através dos projetos, levantamento das quantidades de horas-homem demandadas para execução de cada tarefa, fazendo um controle diário da mão de obra utilizada para o cumprimento das atividades e finalmente, o cálculo do indicador de produtividade próprio para cada serviço. Este trabalho tem como resultado a geração dos indicadores de produtividade nos serviços de bloco de coroamento, pilares, e vigas e laje de transição em concreto armado. Possuir um indicador de produtividade próprio, de acordo com o seu método construtivo, mão de obra disponível e particularidades de projeto, facilita o dimensionamento de equipes para o cumprimento das atividades de acordo com o cronograma imposto pela gestão da empresa.

Palavras-chave: Planejamento de mão de obra. Indicador de produtividade. Cronograma.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de sistema gerencial	19
Figura 2 - Modelo tradicional de conversão	23
Figura 3 - Modelo lean construction de produção	23
Figura 4 - Fórmula para aplicação do indicador RUP.....	26
Figura 5 - Fórmula RUP	26
Figura 6 - Cálculo do delta RUP	27
Figura 7 - Imagem do Google Maps.....	36
Figura 8 - Perspectiva do empreendimento	37
Figura 9 - Implantação do empreendimento.....	38
Figura 10 - Planta baixa pavimento tipo	39
Figura 11 - Projeto de formas de transição	43
Figura 12 - Fluxograma de etapas de execução de bloco de coroamento.....	46
Figura 13 - Fluxograma de etapas de execução de pilares.....	48
Figura 14 - Fluxograma de etapas de execução de vigas e laje de transição	50

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Bloco de coroamento pronto para a concretagem	47
Fotografia 2 - Pilares prontos para a concretagem	49
Fotografia 3 - Fundos de viga escorados	51
Fotografia 4 - Armadura das vigas de transição.....	51
Fotografia 5 - Travamento e escoramento das vigas	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Utilização de indicadores de produtividade	14
Gráfico 2 - Comparativo entre tipos de RUP	27
Gráfico 3 - Curva de Gauss genérica	28
Gráfico 4 - Importância relativa de impacto na produtividade em 2014.....	34
Gráfico 5 - Grau de oportunidade da mudança em função do tempo.....	35
Gráfico 6 - Comparativo do indicador encontrado com o TCPO e SINAPI.....	54
Gráfico 7 - Comparativo do indicador encontrado com o TCPO e SINAPI.....	57
Gráfico 8 - Comparativo do indicador encontrado com o TCPO e SINAPI.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Demanda usual por mão de obra em estruturas de concreto armado	29
Tabela 2 - Indicadores de produtividade para blocos de coroamento	30
Tabela 3 - Indicadores de produtividade para pilares.....	30
Tabela 4 - Indicadores de produtividade para vigas e laje de transição	31
Tabela 5 - Horas homem demandadas para a execução de bloco de coroamento ..	32
Tabela 6 - Quantidade de horas homem demandadas para a execução de pilares .	32
Tabela 7 - Horas homem demandadas para a execução de vigas e laje de transição ..	33
Tabela 8 - Horas trabalhadas em cada etapa da execução dos blocos de coroamento	53
Tabela 9 - Horas trabalhadas agrupadas conforme os indicadores de produtividade	53
Tabela 10 - Indicadores de produtividade para bloco de coroamento.....	54
Tabela 11 - Quantidade de horas trabalhadas em cada etapa da execução dos pilares .	55
Tabela 12 - Horas trabalhadas agrupadas de acordo com os indicadores de pilares....	56
Tabela 13 - Indicadores de produtividade para pilares.....	56
Tabela 14 - Horas trabalhadas nas etapas de execução das vigas e laje de transição....	58
Tabela 15 - Horas agrupadas de acordo com os indicadores de produtividade	59
Tabela 16 - Indicadores de produtividade para vigas e laje de transição	59

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAIXA	Caixa Econômica Federal
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil
DIEESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Hh	Horas homem
MS PROJECT	Microsoft Project
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PIB	Produto Interno Bruto
RUP	Razão Unitária de Produção
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCPO	Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.3 PROBLEMA	13
1.4 OBJETIVOS	16
1.4.1 Objetivo Geral	16
1.4.2 Objetivos Específicos	16
1.5 JUSTIFICATIVA	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 CONTROLE DE PRODUÇÃO.....	18
2.1.1 Construção Enxuta	22
2.1.2 Produtividade de Mão de Obra no Brasil e no Mundo	24
2.2 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE	24
2.2.1 Razão Unitária de Produção	25
2.2.2 Curvas de Produção	28
2.3 INDICADORES DE PRODUÇÃO EM CONCRETO ARMADO	29
2.3.1 Tabela de Composições de Preços para Orçamentos - TCPO	29
2.3.2 Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil	31
2.4 CONTROLE DE QUALIDADE DE SERVIÇOS E PLANEJAMENTO	33
3 METODOLOGIA	36
3.1 DESCRIÇÃO DA OBRA ESTUDADA	36
3.2 ETAPAS DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA	39
3.3 DADOS DE PROJETO E MÉTODO DE CÁLCULO	41
3.3.1 Bloco de Coroamento	41
3.3.2 Pilares	42
3.3.3 Vigas e Laje de Transição	42
4 RESULTADOS	45
4.1 ATIVIDADES ENVOLVIDAS NA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS	45
4.1.1 Bloco de coroamento	45
4.1.2 Pilares	47
4.1.3 Vigas e laje de transição	49
4.2 LEVANTAMENTO DE HORAS E INDICADORES DE PRODUTIVIDADE	52

4.2.1 Bloco de coroamento.....	52
4.2.2 Pilares.....	55
4.2.3 Vigas e laje de transição.....	58
5 CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS.....	63
APÊNDICE A - CONTROLE DE TRABALHADORES NA EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE COROAMENTO.....	66
APÊNDICE B - CONTROLE DE TRABALHADORES NA EXECUÇÃO DOS PILARES.....	67
APÊNDICE C - CONTROLE DE TRABALHADORES NA EXECUÇÃO DAS VIGAS E LAJE DE TRANSIÇÃO.....	68

1 INTRODUÇÃO

Mesmo sendo responsável por grande parte do produto interno bruto (PIB) mundial, o setor da construção civil vem sendo desafiado desde os anos 90 e trabalha fortemente para superar a crise financeira. A oscilação e a crise econômica que reduziram ou congelaram os preços do setor imobiliário e a necessidade de entregar um produto de maior qualidade com menor custo, fizeram com que as empresas procurassem reduzir os custos dos seus produtos. Com base nisto, as empresas buscam firmemente melhorar seu planejamento e controle de produção. (LIMMER, 1997 apud BERNARDES; MOREIRA, 2010).

Mattos (2010), também lista as dificuldades citadas acima e as relaciona à necessidade de busca de tecnologias e aperfeiçoamento dos seus procedimentos de gestão e controle nas empresas do setor da construção civil. Sem o uso de novas tecnologias, as empresas acabam perdendo eficácia nas suas atividades, que implica no descumprimento de prazos, aumento de custos, qualidade do produto final, diminuição dos lucros e resposta a investimentos.

O planejamento de uma obra em inúmeras vezes não é eficaz, pois o planejamento da produção não é considerado um processo gerencial. Na maioria das vezes, a quantificação de mão de obra não é feita da forma correta, mas sim embasada nas experiências e intuição dos gestores em quantificação de mão de obra. (LAUFER; TUCKER, 1987 apud BERNARDES; MOREIRA, 2010).

Para aperfeiçoar os controles de produção, é necessário que as empresas sofram mudanças estruturais e comportamentais, não apenas nos seus processos de produção, mas também na parte administrativa e organizacional da empresa, visando aprimorar processos e produto, e ainda assim, reduzir o custo do produto final. (ASSUMPÇÃO, 1996; TRIGUNARSYAH; ABIDIN, 1997 apud BERNARDES; MOREIRA, 2010).

1.1 TEMA

O desempenho e resultados em uma empresa do setor da construção civil estão extremamente ligados ao planejamento e controle de produção. Este recurso é pouco explorado em diversas situações. (BERNARDES; MOREIRA, 2010).

Estabelecer indicadores de qualidade e produtividade é tarefa essencial para uma empresa que busca julgar seu desempenho, e futuramente, seu avanço e melhorias com os controles de qualidade estabelecidos. (SCARDOELLI, 1994).

De acordo com Mattos (2010, p. 21),

”[...] planejar é garantir de certa maneira a perpetuidade da empresa pela capacidade que os gerentes ganham de dar respostas rápidas e certeiras por meio do monitoramento da evolução do empreendimento e do eventual redirecionamento estratégico.”

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O trabalho trata da criação de indicadores de produtividade para estruturas de concreto armado, abrangendo os blocos de coroamento, pilares e vigas com laje de transição, da construtora X¹, que se encontra na segunda experiência executando estruturas com sistema de transição. Os indicadores foram gerados através do levantamento de dados do número de colaboradores envolvidos e o tempo necessário para a execução das tarefas que englobam estes serviços.

1.3 PROBLEMA

Uma das causas para as falhas no planejamento de obra é o total direcionamento dos controles de obra para o controle de qualidade dos serviços e cumprimento de contratos, sem análise à produtividade. Em função disso, torna-se mais complicada a percepção de problemas no sistema de produção e as medidas corretivas necessárias. (BALLARD; HOWELL, 1997 apud BERNARDES; MOREIRA, 2010).

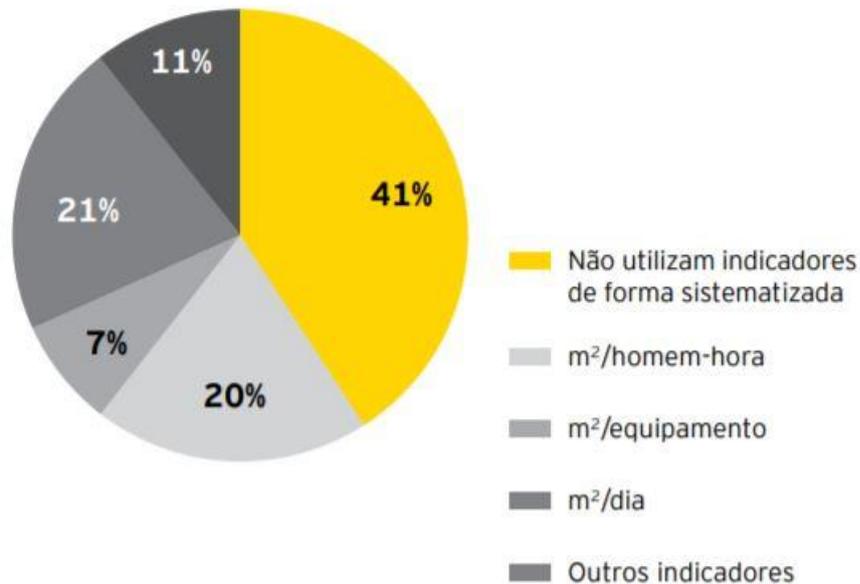
Estudos realizados, tanto no nosso país, quanto no exterior, evidenciam que as falhas no planejamento e controle são dois dos principais motivos para a baixa produtividade, elevado percentual de perda e deficiência na qualidade dos produtos entregues dentro da construção civil. (MATTOS, 2010).

Ao longo da execução de uma obra, o responsável se depara inúmeras vezes com restrição de recursos, sejam eles de mão de obra, insumos, ou ferramentas para a realização das atividades. Isto geralmente acontece quando o cronograma

¹ Dados reais da empresa, cuja identidade fica, a pedido, preservada.

apresenta duas atividades que devem ser executadas simultaneamente, mas o recurso oferecido não supre a necessidade. (MATTOS, 2010).

Gráfico 1 - Utilização de indicadores de produtividade



Fonte: Ferreira e Sancul (2014).

Segundo Ferreira e Sancul (2014), durante o levantamento dos dados do Gráfico 1 e entrevistas com gestores de obras, foram apontadas algumas dificuldades no uso de indicadores de produtividade, como o levantamento dos dados e o comparativo entre obras, pois cada obra possui características específicas, que alteram a produtividade das atividades, a terceirização dos serviços, que altera a mão de obra entre os empreendimentos. Os autores sugerem como alternativa para estes problemas o uso de metas específicas, assim é realizada a medição dos serviços e um acompanhamento integral, que demonstra perdas de produtividade e necessidade de intervenção.

A duração de cada atividade compõe o dado numérico de tempo, onde a partir desta informação, é possível gerar o cronograma da obra. Durações de serviço mal planejadas podem comprometer o cronograma da obra. (MATTOS, 2010). Isto mostra a influência direta do planejamento em relação ao dimensionamento de equipe. Durações de serviços mal planejadas fazem que com a tarefa não seja cumprida no tempo determinado, apresentando a necessidade de contratação de mão de obra além do planejado para o cumprimento das atividades dentro do prazo,

gerando aumento de custos, entre outros problemas provenientes do atraso da execução dos serviços.

São considerados fatores de duração de serviços a experiência da equipe em realizar o tipo de serviço, o grau de conhecimento do serviço e o apoio logístico. (MATTOS, 2010)

As informações acima citadas demonstram alguns dos problemas que foram identificados *in loco*, ocasionando o descumprimento dos prazos estabelecidos. A construtora X tem todo o seu histórico executando obras de alvenaria estrutural. Nunca havia executado estruturas em concreto armado com o sistema viga/pilar. Sem utilizar base de dados de produtividade, foi proposto um cronograma para o cumprimento das atividades, porém, esta primeira experiência se prolongou por um período de tempo maior do que o planejado, levando um mês a mais do que o previsto para a obra ser executada.

Quando a sequência de atividades começou a apresentar atrasos, a construtora X cobrou do empreiteiro o aumento de efetivo, para o cumprimento das tarefas, mas em nenhum momento foi passado ao empreiteiro um número de efetivo para o cumprimento das mesmas.

Durante um período não considerado no cronograma, aconteceram alguns processos que Mattos (2010) afirma que devem ser levados em conta em um planejamento de obras:

- a) a familiarização com o método construtivo;
- b) adequação da alocação da mão de obra;
- c) ocorrência de incompatibilidades de projeto.

Como o empreendimento conta com dois edifícios iguais, a execução das estruturas de concreto armado do segundo tendem a serem cumpridas em um menor período de tempo, em relação ao primeiro edifício. Isto remete a curva de aprendizagem, citada por Mattos (2010).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral é propor indicadores de produtividade de mão de obra para fins de dimensionamento de equipe e planejamento de cronograma em estruturas de concreto armado da construtora X.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) identificar as etapas da execução dos serviços a serem estudados;
- b) levantar quantidade de colaboradores utilizados e o tempo demandado em cada frente de serviço;
- c) calcular os indicadores de produtividade para utilizar no planejamento da mão de obra de serviços em concreto armado da construtora X.

1.5 JUSTIFICATIVA

A construtora X, na maioria das suas obras, trabalhou com estruturas em alvenaria estrutural, limitadas a cinco pavimentos. Porém, o foco da empresa está mudando, onde os novos projetos e estudos adotam o sistema misto. A edificação conta com o pilotis em concreto armado, que futuramente será utilizado como garagem, construído a partir do sistema viga/pilar, e a partir do segundo pavimento, adota-se a alvenaria estrutural.

A execução dos elementos em concreto armado deste projeto que está sendo replicado, demandou um tempo muito maior do que o planejado no cronograma em sua primeira experiência. Por isso, neste trabalho, foi feita a coleta de dados de mão de obra utilizada para executar cada tarefa em função do tempo, na segunda obra que está em execução, que utiliza o mesmo projeto da primeira experiência.

A partir da coleta de dados e com acesso aos projetos para quantificar cada serviço, é possível gerar indicadores de produtividade específicos para a mão de obra disponível e para o método construtivo que a construtora X está utilizando. Estes indicadores possibilitarão dimensionar as equipes com base nesses indicadores, já que hoje isto não é feito. A primeira obra atrasou de acordo com o

cronograma na fase de concreto armado, e a segunda também já está demonstrando atrasos. Mesmo o problema sendo recorrente, nenhum tipo de dimensionamento de equipe foi realizado.

A mão de obra utilizada pela construtora X é terceirizada, mas a ideia é contrata-la para as futuras obras, que já estão em processo de aprovação nos órgãos competentes, e outras obras, em estudo de viabilidade, todas com o mesmo projeto de edificação.

As obras executadas pela construtora são todas subsidiadas pelo programa Minha Casa Minha Vida, então contam com um valor máximo de venda das unidades estipulado pela Caixa Econômica Federal. Este é mais um dos motivos para buscar ao máximo o cumprimento do cronograma e garantir o lucro, pois o atraso significa aumento dos custos diretos e indiretos.

A partir do indicador de produtividade da sua mão de obra será possível avaliar a necessidade de aumento da duração de cada serviço ou aumento do efetivo para o cumprimento de cada tarefa. Se a construtora X considerar necessário manter a duração da tarefa para as próximas obras que possuem um projeto semelhante, esta decisão deve ser tomada levando diversos fatores em conta: disponibilidade de mão de obra, disponibilidade de recursos, influência do aumento do período de cronograma nos custos, entre outros fatores.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo que segue apresenta as referências relacionadas ao assunto da dissertação deste trabalho de conclusão, abordando temas significativos para o entendimento deste trabalho.

2.1 CONTROLE DE PRODUÇÃO

O planejamento da produção se tornou uma necessidade dentro do setor da construção civil. Ele auxilia na compreensão dos objetivos de cada obra, tornando maiores as chances de atendê-los, ajuda na definição dos serviços, visando planejar e habilitar a mão de obra para realizá-los, proporciona uma referência inicial para fins de orçamento, cria padrões de controle de execução de obra, beneficia-se da experiência em obras anteriores para aprimorar os processos. (LAUFER, 1990 apud BERNARDES; MOREIRA, 2010).

A mão de obra tem um peso muito grande dentro do orçamento de um empreendimento. A otimização e controle da mesma são tarefas que garantem a viabilidade da construção e o sucesso do empreendimento. (GOLDMAN, 1997).

Através da transformação de recursos, considerado as entradas (esforços) nas saídas (produto final), entende-se o que é a produtividade. É possível obter um indicador de produtividade dividindo os esforços pelo produto obtido. (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL (CBIC), 2017).

O controle de produção abrange diversas atividades, iniciando com a previsão de mão de obra a partir do indicador RUP (razão unitária por produção), ideal para o planejamento de equipes e orçamento de mão de obra. Após isto, durante a obra, é feito o levantamento da mão de obra necessária para execução da tarefa. Conclui-se fazendo o comparativo da mão de obra prevista com a utilizada, gerando resultados para o planejamento de futuras obras. (SOUZA, 2001).

A fim de melhorar o controle de produção, as empresas do setor da construção civil buscam técnicas e métodos no setor industrial. Porém, muitas vezes, um método retirado do sistema industrial não se adapta muito bem às adversidades da construção civil, introduzindo um método inadequado para a situação, comprometendo a produção e eficiência do processo. (ASSUMPÇÃO, 1996, apud BERNARDES; MOREIRA, 2010).

Com a intenção de sempre aumentar a produtividade da mão de obra, que resulta diretamente na redução de custos, deve-se ter como objetivo o encurtamento do tempo de execução do serviço. Isto é possível a partir da criação de um padrão de execução das atividades, por exemplo, através de instruções de trabalho. Além disso, reduzir perdas e desperdícios de material e, por último, mas muito influente na construção civil, buscar a redução de retrabalhos. (LOTURCO, 2017).

A relação entre planejamento e controle de produção submete-se aos recursos disponibilizados para a execução dos serviços. Sendo assim, a mão de obra, insumos, ferramentas e equipamentos devem ser planejados com base no orçamento disponibilizado. (PEREIRA et al., 2004).

Conforme a Figura 1, a gerência é cargo de pessoas responsáveis pelas tomadas de decisões no decorrer do processo. Essas decisões são consideradas intervenções, que têm como responsabilidades principais: cumprir a tarefa no prazo e com os custos estabelecidos, dentro dos indicadores de qualidade e também aperfeiçoar o desempenho individual e da equipe. As intervenções são julgadas necessárias através de informações do processo, baseadas na coleta, processamento e avaliação destes dados. Este método forma um sistema gerencial de apoio à tomada de decisões. (OLIVEIRA, 1995).

Figura 1 - Modelo de sistema gerencial



Fonte: Sink e Tuttle (1993 apud OLIVEIRA, 1995).

Segundo Goldman (1997), o planejamento e controle dos serviços demandam a reflexão sobre os itens citados abaixo, que são etapas do planejamento da execução de serviços:

- a) materiais necessários na execução dos serviços;
- b) os equipamentos e ferramentas necessários para execução;
- c) o prazo de execução do serviço;
- d) considerações sobre a forma de execução da tarefa;
- e) a quantidade produzida do serviço;
- f) os custos correspondentes a cada insumo para realizar o serviço daquela maneira.

De acordo com Mattos (2010), a responsabilidade do setor de planejamento não chega ao fim com a elaboração do cronograma inicial de obra. O setor deve analisar periodicamente o avanço da obra, avaliando se as tarefas estão sendo cumpridas dentro do prazo, ou se existem divergências entre o previsto e o realizado.

Mattos (2010), também traz alguns itens que devem ser registrados para analisar o andamento do projeto:

- a) início planejado x início real da atividade;
- b) término planejado x término real da atividade;
- c) percentual concluído da atividade;
- d) duração remanescente, tempo que ainda se fará necessário para a conclusão da atividade;
- e) relação homens-horas consumidas na realização da atividade;
- f) estágio de entrega de materiais por parte de fornecedores.

O controle de produção está diretamente relacionado ao planejamento, pois o acompanhamento periódico, em tempo e hora, garante a possibilidade de análise do andamento do serviço. Esse acompanhamento direto faz com que os problemas ou etapas que estejam funcionando mal sejam eliminados em um curto período de tempo, garantindo que estes problemas não se estendam até o final do serviço, gerando resultados negativos. (GOLDMAN, 1997).

Conforme Goldman (1997), os seguintes itens devem ser avaliados no planejamento, decorrer e ao término da execução dos serviços:

- a) previsão do número de horas orçado por profissional que será necessário para a execução da tarefa;
- b) previsão de início, término e duração do serviço;
- c) quantidade de horas consumidas na execução;
- d) as datas de início e término reais da execução do serviço;
- e) o tempo efetivamente utilizado para a execução.

Segundo Costa et al (2013), dentre os diversos fatores que reduzem ou afetam a produção da mão de obra estão os seguintes itens:

- a) **características da estrutura:** a complexidade do sistema estrutural a ser construído influencia na produtividade da mão de obra;
- b) **mão de obra qualificada:** equipes especializadas e que já tenham executado este tipo de serviço em oportunidades anteriores à obra, tendem a ser mais produtivas;
- c) **equipe de produção comprometida:** baixa rotatividade de funcionários e comprometimento da equipe influencia na produção, visando o estudo e aprendizado de projeto, adequação ao tipo de estrutura;
- d) **insumos:** a falta de planejamento para solicitação de materiais, alta rotatividade dos materiais dentro do canteiro de obras, prejudicam a produtividade e em muitas vezes danificam os materiais.

Além dos fatores de influência citados acima, Loturco (2017) cita a satisfação da mão de obra, que influencia diretamente no desempenho diário dos colaboradores, método construtivo e processos de construção adotados, prática e assiduidade de planejamento, inspeção e controle do serviço e a estrutura organizacional da empresa.

De acordo com Sousa (2013), o conforto térmico do ambiente de trabalho também tem grande influência na produtividade da mão de obra. Ele afirma que em situações de estresse influenciadas pelo conforto térmico, o corpo humano responde alterando a intensidade com que o trabalhador exerce suas tarefas.

Quando uma técnica de controle de produção é retirada do setor industrial e não gera resultados positivos no setor da construção civil, significa que os princípios da técnica não foram suficientemente abstraídos e aplicados às particularidades e situações da construção civil. (KOSKELA, 1992).

2.1.1 Construção Enxuta

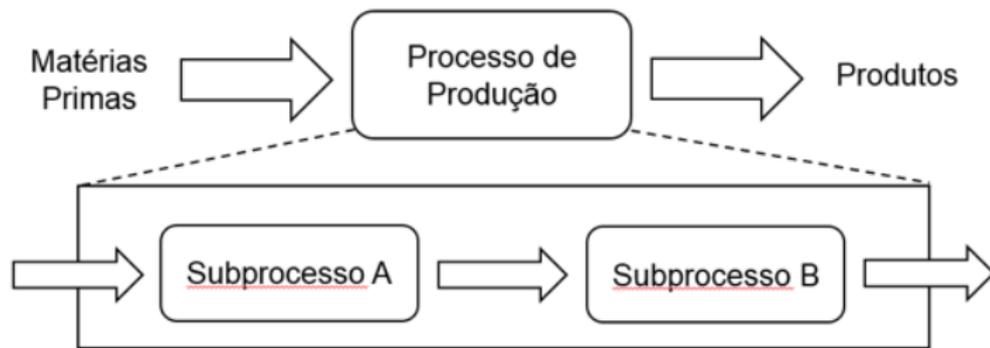
A construção enxuta, mais conhecida no setor como *lean construction* é um método que tem como objetivo reformular e aperfeiçoar o planejamento e controle da produção no setor da construção civil, moldando-se as particularidades deste segmento. (KOSKELA, 1992).

O método *Lean Construction* é apropriado para tarefas que possuem alta repetitividade, como grandes empreendimentos, conjuntos habitacionais ou edificações com diversos pavimentos tipo. A gestão da obra deve avaliar o fluxo de produção, analisando detalhadamente cada etapa do processo, a fim de reduzir períodos de espera, adequar processos de produção, comparar produtividade de funcionários, adequar ferramentas de trabalho, tudo voltado à redução de tarefas desnecessárias. (MATTOS, 2014).

Este método consiste na gestão de processos, buscando eliminar perdas e aumentar resultados. As mudanças implantadas no processo visam agregar valor ao mesmo. Reduzir gastos e processos desnecessários que envolvam mão de obra e produção, junto de um produto final de qualidade, em um menor período de tempo, são diretrizes básicas da construção enxuta. (TONIN; SCHAEFFER, 2013).

O modelo de conversão é considerado o modelo tradicional de produção da construção civil, como mostra a Figura 2. A produção é realizada através de subprocessos que produzem produtos intermediários, que juntos, formam o produto final, a construção em si. (KOSKELA, 1992).

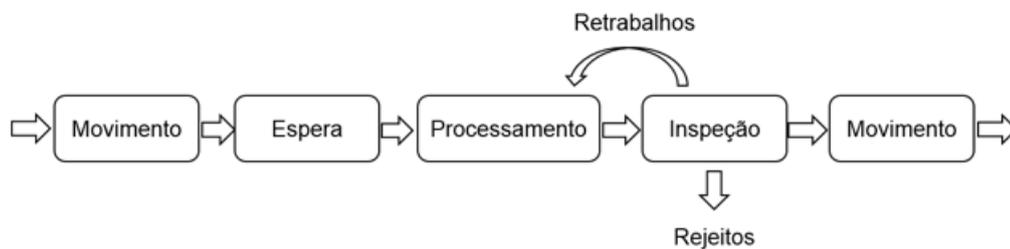
Figura 2 - Modelo tradicional de conversão



Fonte: Koskela (1992).

O método *lean construction* utiliza duas atividades no seu processo produtivo, atividades de conversão e de fluxo. As atividades de conversão incorporam valor ao processo, mas a gestão das atividades de fluxo é indispensável para alcançar o aumento da eficiência dos processos de produção. (KOSKELA, 1992).

Figura 3 - Modelo lean construction de produção



Fonte: Adaptada de Koskela (1992).

Segundo Womack (2004), o tempo no modelo *lean* é gasto em dois tipos de atividades: de transformação e as de não transformação. As atividades de não transformação não agregam valor ao produto final, ou seja, quanto menos destas atividades forem usadas, melhor.

Etapas do processo como movimento, espera e inspeção, são consideradas atividades de não transformação, sendo classificadas como atividades de fluxo. As etapas de processamento e conversão são consideradas atividades de transformação, classificadas como atividades de conversão, que incorporam valor ao produto final. (KOSKELA, 1992).

2.1.2 Produtividade de Mão de Obra no Brasil e no Mundo

Os indicadores de produtividade brasileiros são consideravelmente baixos, se comparados a de outros países. Segundo Scardoelli (1994), isto provém de problemas de gestão, mau planejamento das atividades auxiliares ao serviço que precisam ser executadas, circulação demasiada dos materiais dentro do canteiro de obra, falta de ferramentas necessárias para a execução das tarefas. Um estudo avaliou no ano de 2009 a rotatividade de mão de obra no mercado de trabalho e aponta uma taxa de 37% no nosso país, onde o setor da construção civil é responsável por 86% deste valor. (DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICO (DIEESE), 2011).

Segundo Alves (2017), o trabalhador da construção civil brasileiro produz apenas 25% do que produz um trabalhador do mesmo setor nos Estados Unidos. Diz também que este não é um problema exclusivo do Brasil, mas que a produtividade na construção civil mundial está passando por uma grande crise.

A produtividade no setor vem caindo em diversos países que são referência em estudos e inovação em muitos setores para o restante do mundo. Nos Estados Unidos, a produtividade caiu pela metade no final da década de 1960. Na Alemanha e no Japão, a produtividade manteve-se estabilizada. Na França e na Itália, ela caiu 25%. Com exceção da China que está investindo em tecnologias construtivas, e estas estão gerando resultados, demonstrando um crescimento na produtividade no setor da construção civil de 7% nos últimos levantamentos. (ALVES, 2017).

2.2 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

Segundo o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP) (1991 apud OLIVEIRA, 1995), um indicador deve compreender os seguintes requisitos: seletividade, estar relacionado a partes essenciais do processo, simplicidade, fácil entendimento de todos, baixo custo, para que os benefícios não sejam comparados ao seu custo, acessibilidade de informação, representatividade, estabilidade, para se tornar rotina ao longo do tempo, rastreabilidade de dados e abordagem experimental, testando a ferramenta previamente.

Conforme Goldman (1997), quando se deseja medir a quantidade produzida por serviço, se faz necessário um profissional capacitado para cumprir as tarefas citadas abaixo:

- a) desenvolver e preencher a planilha de controle por compartimentos.
Exemplo: apartamentos, pavimentos, torres, outros;
- b) ter um bom relacionamento com a equipe administrativa e de produção.
Exemplo: mestre, engenheiro, encarregado, almoxarife e operários;
- c) acompanhar periodicamente os serviços, apontando os serviços executados de tal forma que, ao fim do mesmo, estes apontamentos possam ser transformados nas quantidades executadas reais do serviço. Na maior parte dos controles, além de informar os serviços executados, o profissional necessita apontar o operário que executou a tarefa e a data de execução;
- d) ser claro e objetivo nos apontamentos, pois eles serão fundamentais para a avaliação dos resultados dos serviços.

A duração de uma tarefa é inversamente proporcional ao tamanho da equipe. A duração do serviço é uma variável que depende do tamanho da equipe e do número de horas trabalhadas, mas a quantidade de trabalho sempre permanecerá a mesma. (MATTOS, 2010). Quando o número de trabalhadores da equipe aumenta, conseqüentemente a duração da atividade diminui, chamado de *trade-off*, que é considerado o jogo entre efetivo e prazo. (LIMMER, 1997, apud MATTOS, 2010).

De acordo com a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) (2012), deve-se levar em consideração o entorno da tarefa e as condições de trabalho ao calcular a produtividade da mão de obra. O profissional executa o trabalho, mas na maioria das vezes precisa de um ajudante direto e um indireto, que devem ser levados em conta no cálculo da produtividade.

2.2.1 Razão Unitária de Produção

Um indicador muito utilizado no setor da construção civil é o indicador da Razão Unitária de Produção (RUP). Ele é utilizado para mensurar a produtividade da mão de obra. Através de um valor base para cada tipo de serviço (RUP base), uma

determinada equipe com carga horária definida (homem-hora) e a quantidade de serviço a ser executado (seja em metro quadrado, metro cúbico ou quilo), obtém-se o período que levará para executar este serviço. (FERREIRA, 2015).

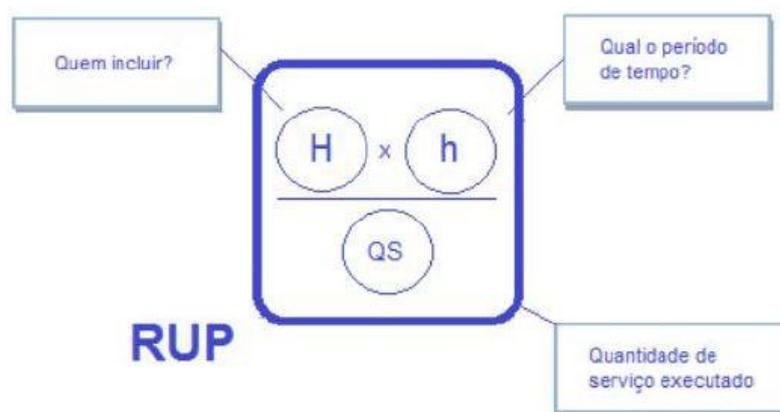
Produtividade é considerada a taxa de produção de um trabalho ou equipe, ou seja, é a quantidade de serviço produzida, por homem-hora. Este indicador é chamado de Razão Unitária de Produção (RUP): quanto menor o valor deste indicador, maior a produtividade. (MATTOS, 2010). As fórmulas da Figura 4 e 5 foram utilizadas para o cálculo dos indicadores de produtividade deste trabalho.

Figura 4 - Fórmula para aplicação do indicador RUP

$$RUP = \frac{Hh}{QS}, \text{ onde: } \begin{array}{l} Hh = \text{Homens-hora despendidos;} \\ QS = \text{quantidade de serviço realizado.} \end{array}$$

Fonte: CBIC (2017, p. 17).

Figura 5 - Fórmula RUP



Fonte: Dantas (2011).

Segundo Souza (2001), este indicador pode ser utilizado em diferentes tipos de períodos, seja em dia, hora, semana. Isto facilita e se adequa à realidade de cada tipo de planejamento e gestão de obra. Ele também esclarece que a produtividade pode sofrer variações dentro de uma mesma obra, dependendo da produtividade de um trabalhador para o outro, condições climáticas, ou entre obras diferentes, onde a forma de execução, o grau de complexidade e as condições de trabalho podem causar essa variabilidade.

Para calcular a produtividade através da RUP é necessário utilizar as horas de serviço e o tempo real de trabalho, incluindo o tempo onde o serviço foi improdutivo. (CBIC, 2017).

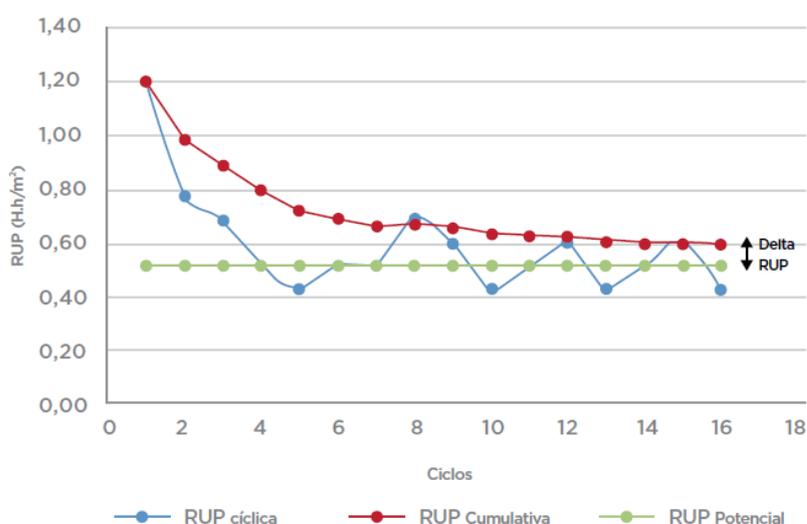
Segundo CBIC (2017), existem dois tipos de RUP, a cumulativa e a potencial. A cumulativa, como o próprio nome diz, leva em consideração a quantidade de serviço executado com a equipe, em um determinado período de tempo, podendo assim, analisar a produtividade do serviço em sua totalidade, eliminando a influência das variações de produção extremas de determinado dia, por exemplo, uma chuva torrencial. Já a RUP potencial é o cálculo da mediana entre RUPs de um período de serviço, sob a RUP cumulativa. A partir da obtenção da RUP cumulativa e a potencial é possível obter o delta RUP, conforme Figura 6. O mesmo exemplifica a distância entre a produtividade da mão de obra encontrada para a potencialmente alcançável.

Figura 6 - Cálculo do delta RUP

$$\Delta RUP = \frac{RUP_{cum} - RUP_{pot}}{RUP_{cum}} \times 100$$

Fonte: CBIC (2017, p. 19).

Gráfico 2 - Comparativo entre tipos de RUP



Fonte: CBIC (2017, p. 19).

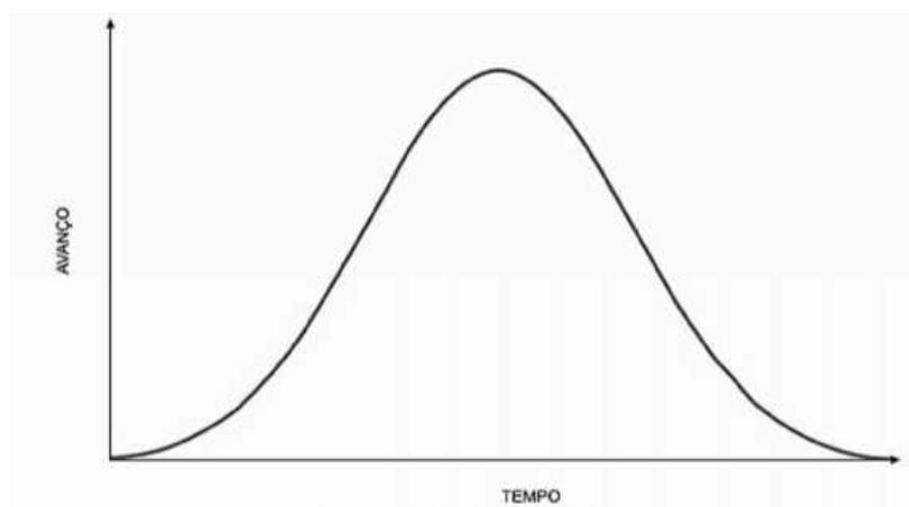
Mattos (2010) utiliza o indicador RUP para definir a duração dos serviços, utilizando a relação recurso-duração para definir a quantidade de operários a partir de uma duração que atenda melhor cada caso e compreenda as limitações de recursos propostas pela empresa.

2.2.2 Curvas de Produção

A curva de produção é considerada um instrumento fundamental para o cálculo da produtividade da mão de obra no setor da construção civil. Ela se destaca perante os gráficos de barras, que fornecem informações limitadas, pois eles não demonstram a velocidade da produção que está sendo avaliada. (HALPIN, 1998).

As curvas de produção, conforme o Gráfico 3, auxiliam na soma da produção de serviços distintos, pois faz referência a um parâmetro comum de todos os serviços: trabalho homem-hora ou custo. (MATTOS, 2010).

Gráfico 3 - Curva de Gauss genérica



Fonte: Mattos (2010, p. 257).

Segundo Halpin (1998), o pico máximo da produção da mão de obra ocorre na metade da execução total do serviço em obra, pois tanto no início, quanto no término, as atividades contam com uma quantidade de trabalhadores reduzida.

Mattos (2010) também relaciona o pico de trabalho a metade da execução dos serviços. Ele também lembra que isto remete ao andamento de uma obra, que segue o ritmo lento-rápido-lento.

As curvas de produção ajudam a avaliar o andamento da obra e indicam a produtividade de determinado serviço. (HALPIN, 1998).

2.3 INDICADORES DE PRODUÇÃO EM CONCRETO ARMADO

Nos subtítulos que seguem são abordadas duas bases de dados utilizadas no levantamento de mão de obra para execução de atividades do setor da construção civil.

2.3.1 Tabela de Composições de Preços para Orçamentos - TCPO

Os indicadores de produtividade de serviços podem ser encontrados em diferentes bancos de dados (publicações e/ou softwares de orçamentos). Uma importante base de dados é a Tabela de Composições e Preços de Orçamentos (TCPO), desenvolvida pela PINI que é uma entidade produtora de informação e atualização profissional na área da construção civil, reconhecida como uma das principais editora e desenvolvedora brasileira de revistas e softwares do setor.

A execução de serviços em concreto armado é baseada em três etapas: armação, formas e concretagem. A partir do conhecimento da demanda dos três serviços, inicia-se o trabalho de mensurar as equipes para o cumprimento dos prazos. O serviço de formas é mensurado por metro quadrado, a armação em quilogramas e a concretagem em metro cúbico. (TCPO, 2012).

A Tabela 1 apresenta os consumos medianos de mão de obra por etapa de serviço em concreto armado, tanto em metro cúbico de estrutura, quando em metro quadrado de construção proposta por TCPO (2012).

Tabela 1 - Demanda usual por mão de obra em estruturas de concreto armado

Demanda por mão de obra para a execução da estrutura		
Serviço	Por m³ de estrutura	Por m² de construção
Fôrmas	5,36	1,34
Armação	4,68	1,1
Concretagem	1,65	0,4
Estrutura como um todo	11,69	2,84

Fonte: Adaptada do TCPO (2012, p. 78).

Além deste indicador de produtividade genérico, a TCPO da Pini também aborda indicadores mais específicos para cada tipo de serviço. Abaixo, estão relacionados indicadores que mais se aproximam dos sistemas utilizados neste trabalho.

Tabela 2 - Indicadores de produtividade para blocos de coroamento

Código	Descrição	Total Hh
04.003.000001.ser	Concreto - aplicação e adensamento com vibrador de imersão com motor elétrico - m ³	6,150
05.001.__.ser	Armadura de aço CA-50, fornecimento e montagem (aço adquirido cortado e dobrado) - kg	0,085
05.005.000023.ser/ 05.005.000031.ser	Fabricação e montagem de fôrma para estruturas de concreto com chapa compensada resinada e=12mm - m ²	1,947

Fonte: Adaptada do TCPO (2012).

Tabela 3 - Indicadores de produtividade para pilares

Código	Descrição	Total Hh
05.001.000005.ser	Armadura de aço CA-50, fornecimento e montagem (aço adquirido cortado e dobrado) - kg	0,085
05.004.000099.ser	Concreto - aplicação e adensamento com vibrador de imersão com motor elétrico - m ³	6,150
05.005.000114.ser	Fabricação de fôrma para pilares, com tábuas e sarrafos - m ²	2,119
05.005.000117.ser/ 05.005.000121.ser	Montagem e desmontagem de fôrma para pilares, com tábuas e sarrafos - m ²	1,166

Fonte: Adaptada do TCPO (2012).

Nas etapas de formas, além de mão de obra para a execução dos painéis, a TCPO considera a mão de obra para fabricação dos contraventamentos e travamentos. Porém, os pilares e as vigas executadas em obra possuem travamento metálico, diferenciando os sistemas construtivos.

Tabela 4 - Indicadores de produtividade para vigas e laje de transição

Código	Descrição	Total Hh
05.001-000006.ser	Armadura de aço CA-50, fornecimento e montagem (aço adquirido cortado e dobrado) - kg	0,25
05.004.000099.ser	Concreto - aplicação e adensamento com vibrador de imersão com motor elétrico - m ³	6,150
05.005.000045.ser	Fabricação de fôrma para vigas, com chapa compensada plastificada, e=12mm - m ²	1,500
05.005.000049.ser	Montagem de fôrma para vigas, com chapa compensada plastificada, e=12mm - m ²	0,693

Fonte: Adaptada do TCPO (2012).

As quantidades de horas-homem das Tabelas 2, 3 e 4 foram utilizadas no comparativo com os indicadores de produtividade desenvolvidos neste trabalho.

2.3.2 Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) é uma base de dados com composições de preços unitários de serviços no âmbito da construção civil. O sistema é regulado pela Caixa Econômica Federal (CAIXA) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). É de responsabilidade da CAIXA as informações relacionadas à área técnica de engenharia e o processamento dos dados. Já o IBGE realiza a pesquisa mensal de preço e geração dos índices. (MELO FILHO, 2016).

O SINAPI é considerado fonte oficial de referência de preço e custos de composições de serviços pelo Decreto 7983/2013. Ele institui normas e parâmetros para concepção do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos públicos. (CAIXA, 2019).

As Tabelas 5, 6 e 7 demonstram os valores totais de horas homem (Hh) demandados para a execução dos serviços englobados neste trabalho conforme o SINAPI.

Tabela 5 - Horas homem demandadas para a execução de bloco de coroamento

Código	Descrição	Profis-sional	Ajudante	Total Hh
96557	Concretagem de blocos de coroamento e vigas baldrames, Fck 30 MPa, com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento. Af_06/2017 (M³)	0,363	0,544	0,9070
96537	Fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para bloco de coroamento, em chapa de madeira compensada resinada, e=17 mm, 2 utilizações. Af_06/2017 (M²)	2,574	0,954	3,5280
96547	Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50 de 12,5 mm - montagem. Af_06/2017 (KG)	0,068	0,022	0,0900

Fonte: Adaptada do SINAPI (2019).

Tabela 6 - Quantidade de horas homem demandadas para a execução de pilares

Código	Descrição	Profis-sional	Ajudante	Total Hh
92720	Concretagem de pilares, Fck= 25 MPa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares menor ou igual a 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento af_12/2015 (M³)	0,3980	1,1920	1,5900
92763	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 12,5 mm - montagem. Af_12/2015 (KG)	0,0386	0,0063	0,0449
92269	Fabricação de fôrma para pilares e estruturas similares, em madeira serrada, e=25 mm. Af_12/2015 (M²)	0,6750	0,1350	0,8100
92410	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares com área média das seções menor ou igual a 0,25m², pé-direito simples, em madeira serrada, 2 utilizações. Af_12/2015 (M²)	3,0210	0,5540	3,5750

Fonte: Adaptada do SINAPI (2019).

Tabela 7 - Horas homem demandadas para a execução de vigas e laje de transição

Código	Descrição	Profis- sional	Ajudante	Total Hh
92726	Concretagem de vigas e lajes, Fck=20MPa, para lajes maciças ou nervuradas com uso de bomba em edificação com área média de lajes maior que 20 m ² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015 (M ³)	0,5970	0,5860	1,1830
92763	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço CA-50 de 12,5mm - montagem. Af_12/2015 (KG)	0,0386	0,0063	0,0449
92266	Fabricação de fôrma para vigas, em chapa de madeira compensada plastificada, e=18 mm. Af_12/2015 (M ²)	1,1110	0,2220	1,3330
92452	Montagem e desmontagem de fôrma de viga, escoramento metálico, pé-direiro simples, em chapa de madeira resinada, 2 utilizações. Af_12/2015 (M ²)	1,7690	0,3240	2,0930

Fonte: Adaptada do SINAPI (2019).

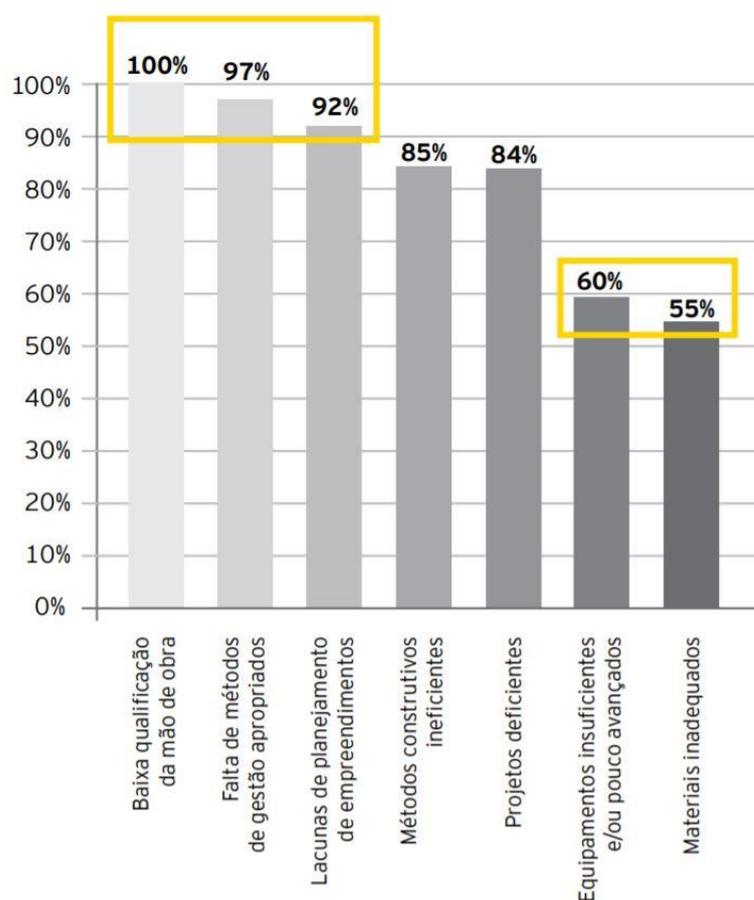
2.4 CONTROLE DE QUALIDADE DE SERVIÇOS E PLANEJAMENTO

Ter o indicador de conformidade de serviço é imprescindível para uma empresa que deseja aumentar e melhorar a sua gestão de qualidade. Estes indicadores fornecem os dados necessários à gestão da empresa que busca tomar medidas para melhorar a qualidade e produtividade. (SCARDOELLI, 1994).

O controle de serviços, da mesma forma que o planejamento, é muito importante para garantir uma entrega de empreendimento de sucesso. Ele demanda de um profissional a capacidade para enxergar certos detalhes que possam acarretar problemas futuros, ou quando não tiver este conhecimento, a busca informações técnicas para garantir um controle de serviços eficaz. Antes de iniciar a execução do serviço, o mesmo deve ser planejado, analisando as formas de execução e os itens de inspeção para que o serviço entregue atenda os padrões de qualidade. Em diversos casos que não há esta atenção na determinação de itens de inspeção, os conferentes acabam dando importância para coisas que não tem grande impacto e deixando de lado itens essenciais para o bom resultado dos serviços. (GOLDMAN, 1997).

Mattos (2010) traz como benefícios do planejamento o conhecimento integral da obra. Através do estudo do projeto são detectadas as situações desfavoráveis e que merecem atenção, assim, altera-se processos e a forma de execução para reduzir a chance de ocorrência de problemas. O estudo do projeto também gera decisões rápidas, onde o planejamento, com antecedência tem grande influência, fazendo com que o responsável tenha uma base confiável para a tomada de decisões.

Gráfico 4 - Importância relativa de impacto na produtividade em 2014

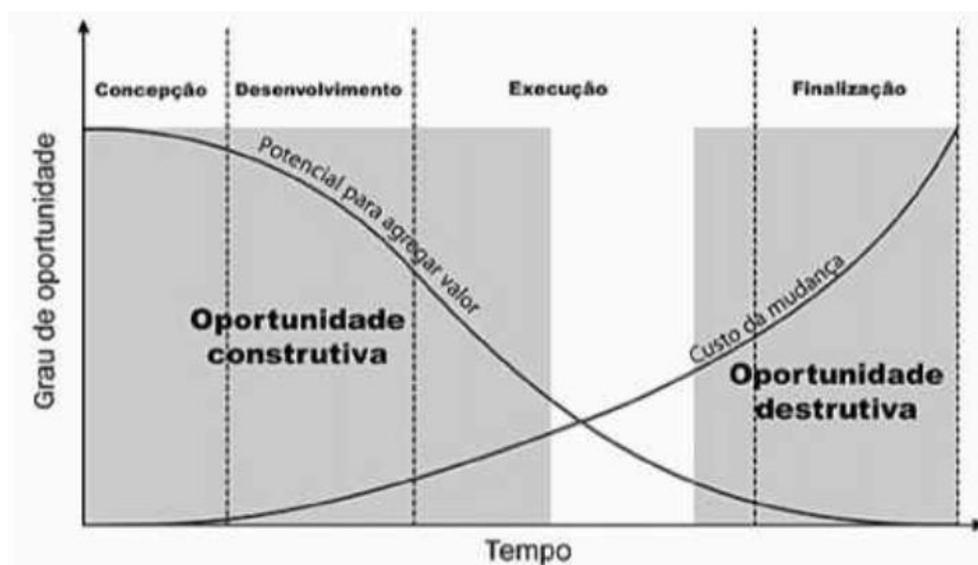


Fonte: Ferreira e Sancul (2014).

Mattos (2010) também fala do envolvimento com o orçamento, analisando a quantidade de mão de obra e insumos orçados, verificando a fidedignidade do planejamento dos mesmos e reduzindo as chances de aumento de custos durante a obra. Considera indispensável ter uma linha base para comparar o planejamento previsto com o realizado e tomar as medidas necessárias para reverter situações críticas, criação de um padrão, para garantir o entendimento de toda a equipe a

respeito do serviço a ser executado, criação de metas, documentação e rastreabilidade, criando um histórico para a obra através de diários de obra, seja exemplificando a falta de materiais por falha de entregas, falta de mão de obra por parte do empreiteiro, que justificam o atraso de obra, e por último, mas não menos importante, o profissionalismo.

Gráfico 5 - Grau de oportunidade da mudança em função do tempo



Fonte: Mattos (2010, p. 22).

Um gestor da construção civil precisa fazer a alocação de recursos, que é a separação dos insumos pertinentes às atividades. Esta alocação é feita por categorias: mão de obra, material, equipamentos, etc. A alocação pode ser qualitativa, exemplificando o que é necessário, ou quantitativa, contando com as quantidades de cada recurso. (MATTOS, 2010).

Em diversas situações, o planejador depara-se com a escassez de algum recurso, onde a quantidade do recurso necessária para o cumprimento da atividade é muito maior do que a disponível. Nestes casos, Mattos (2010), enxerga como a única alternativa o aumento da duração de projeto. Ele também considera muito importante uma margem de segurança na duração do projeto, para que ela comporte algumas ocorrências como a citada acima.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são abordados assuntos em relação à apresentação do empreendimento em estudo e os métodos de aplicação da pesquisa deste trabalho de conclusão de curso.

3.1 DESCRIÇÃO DA OBRA ESTUDADA

Os indicadores de produtividade que serão gerados ao final deste trabalho são provenientes de dados levantados de um empreendimento em construção da construtora X. Os dados reais da empresa, cuja identidade fica, a pedido, preservada, localizado na cidade de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul.

Figura 7 - Imagem do Google Maps



Fonte: Novo Hamburgo... (2019).

A construtora X, responsável pela execução deste empreendimento tem sede na cidade de São Leopoldo e está há mais de 36 anos no mercado da construção civil do Vale dos Sinos, já entregou mais de cinco mil unidades habitacionais. Atua na construção, comercialização e incorporação de imóveis financiados pelo Programa Minha Casa Minha Vida, sendo certificada desde 2004 no PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat.

A Figura 8 mostra uma perspectiva do empreendimento no bairro. É possível observar a proximidade do residencial da estação de trem, fator muito utilizado pelo comercial da empresa visando a venda das unidades.

Figura 8 - Perspectiva do empreendimento

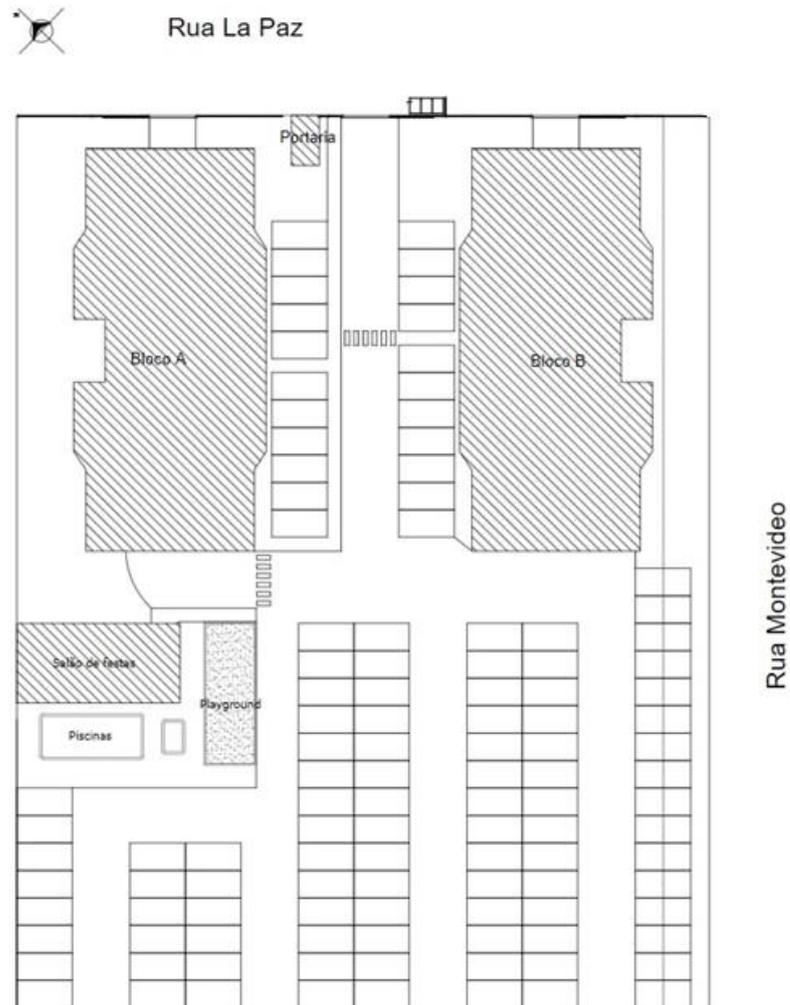


Fonte: Construtora X.

O empreendimento é composto por duas torres, cada uma composta por dez pavimentos, sendo um deles o pilotis, usado como garagem. São nove apartamentos por andar, totalizando 162 apartamentos.

A Figura 9 mostra a implantação do empreendimento. Além das duas torres, são 162 vagas de garagem, portaria, salão de festas, piscina, playground que compõem o condomínio. Destas 162 unidades, 18 apartamentos são de um dormitório e 144 são de dois dormitórios. Cada torre possui dois elevadores.

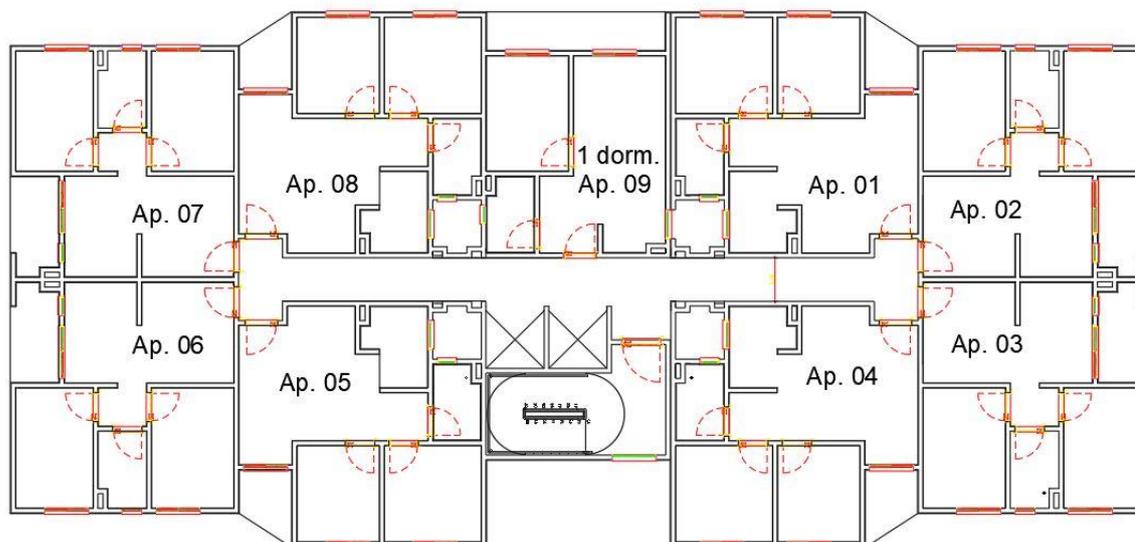
Figura 9 - Implantação do empreendimento



Fonte: Construtora X.

O pavimento térreo de cada torre é constituído pelo hall de entrada e as vagas de garagem cobertas dos últimos três pavimentos de cada bloco. As demais vagas de estacionamento não são cobertas e encontram-se no restante da área englobada pelo condomínio fechado. Todos os pavimentos tipo são iguais, compostos por oito apartamentos de dois dormitórios e um apartamento de um dormitório (Figura 10).

Figura 10 - Planta baixa pavimento tipo



Fonte: Construtora X.

Todo o cronograma de execução dos serviços previsto para a obra inicia pela torre B, e depois passa para a torre A, ou seja, os serviços foram executados primeiramente na torre B, para dar início na torre A (bloco de coroamento, pilares).

3.2 ETAPAS DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A seguir são apresentadas as etapas de realização da pesquisa deste trabalho.

- Identificação das etapas da execução dos serviços estudados:

A primeira etapa na realização do trabalho consistiu na identificação das etapas críticas a serem analisadas, que geraram atrasos e demandaram um tempo maior de execução do que o previsto. Os serviços abaixo relacionados tiveram seus indicadores calculados ao longo deste trabalho. São as atividades que sucedem a execução da hélice contínua até o serviço anterior ao início da alvenaria, ou seja:

- a) execução de bloco de coroamento (preparação das estacas, formas, armadura e concretagem);
- b) execução de pilar (formas, armadura, concretagem e desforma);

- c) execução de vigas e laje de transição (formas das vigas e laje de transição, armadura, concretagem).

- Levantamento da quantidade de colaboradores utilizados e o tempo demandado em cada frente de serviço:

Esta etapa foi realizada a partir do levantamento de dados da quantidade de mão de obra utilizada para o cumprimento de cada tarefa.

A ideia inicial deste trabalho era fazer o levantamento destes dados através dos diários de obras, rastreabilidades e demais registros na primeira experiência da construtora X com o sistema misto, sendo que esta gerou um atraso considerável ao cronograma da obra.

Na tentativa de levantar esses dados, foi visto que não seriam gerados indicadores de produtividade precisos, que realmente fossem ajudar no planejamento de futuras obras com o mesmo sistema construtivo.

A partir disso, antes de iniciar a segunda obra, que é a obra estudada neste trabalho, planilhas para preenchimento diário em obra foram criadas, de acordo com cada serviço, subdividido em etapas, para coleta da quantidade de colaboradores envolvidos e a respectiva quantidade de horas trabalhadas em cada etapa do serviço.

Os dados para cálculo dos indicadores de produtividade foram coletados para a torre A e para a torre B, separadamente, a fim de gerar um indicador de produtividade para cada uma das torres e posteriormente, um indicador de produtividade médio.

A responsável pelo preenchimento diário da planilha era a auxiliar de engenharia da obra. A planilha utilizada para o preenchimento encontra-se nos apêndices deste trabalho. Ao final de cada semana, a autora deste trabalho recebia a mesma atualizada via e-mail.

- Indicadores de produtividade para utilizar no planejamento da mão de obra de serviços em concreto armado de uma construtora:

Com o levantamento mencionado no item anterior, foi realizado o cálculo da produtividade da mão de obra que a construtora X utilizou para cumprir as tarefas. Conforme apontado nas bibliografias estudadas, este cálculo foi feito através da relação homem-hora utilizada pela quantidade de serviço executada. Esta

quantidade de serviço executada estará apresentada em metro quadrado, metro cúbico ou quilos.

3.3 DADOS DE PROJETO E MÉTODO DE CÁLCULO

A seguir são apresentados os dados de projeto levantados para utilizar no cálculo dos indicadores de produtividade de blocos de coroamento, pilares e vigas e o método de cálculo utilizado.

3.3.1 Bloco de Coroamento

Cada torre possui 61 blocos de coroamento e 73 estacas, distribuídas entre blocos de coroamento simples e duplos (contemplam duas estacas). São 148,91 m² de forma de chapa de compensado resinado fenólico, 3159 kg de aço CA-50 cortado e dobrado pelo fornecedor e 31,93 m³ de concreto.

Os indicadores do serviço de bloco de coroamento foram gerados através das equações que seguem, juntamente com a quantidade de horas despendidas para executar os serviços e a quantidade de serviço executado. Para o cálculo dos indicadores de produtividade foi utilizado a RUP cumulativa, de acordo com a Figura 4.

- Preparação das estacas:

$$RUP = \frac{\text{horas homem}}{\text{número de estacas}}$$

- Formas:

$$RUP = \frac{\text{horas homem}}{\text{m}^2 \text{ de forma}}$$

- Armadura:

$$RUP = \frac{\text{horas homem}}{\text{kg de aço}}$$

- Concretagem:

$$RUP = \frac{\text{horas homem}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

3.3.2 Pilares

Cada torre possui 61 pilares de seções variadas, 4749 kg de aço CA-50 e CA-60, cortado e dobrado industrialmente. São 26,60 m³ de concreto 30 MPa, aplicados com o auxílio da bomba lança. Além disso, são 265,49 m² de forma, considerando as tábuas de pinus em contato com o concreto nas quatro faces dos pilares.

Estas etapas de execução foram agrupadas a fim de gerar quatro indicadores de produtividade para esta atividade: fabricação das formas, formas, armadura e concretagem.

Os valores de indicadores de produtividade obtidos são provenientes das seguintes equações:

- Fabricação das formas e formas:

$$RUP = \frac{\text{horas homem}}{\text{m}^2 \text{ de forma}}$$

- Armadura:

$$RUP = \frac{\text{horas homem}}{\text{kg de aço}}$$

- Concretagem:

$$RUP = \frac{\text{horas homem}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

3.3.3 Vigas e Laje de Transição

Nos quantitativos deste item, foram somadas as quantidades encontradas nas lajes e nas vigas, a fim de gerar apenas um indicador de produtividade, pois esses elementos são executados simultaneamente. Por exemplo, a concretagem das vigas é realizada junto da laje. As formas das vigas são montadas junto com o assoalho da laje.

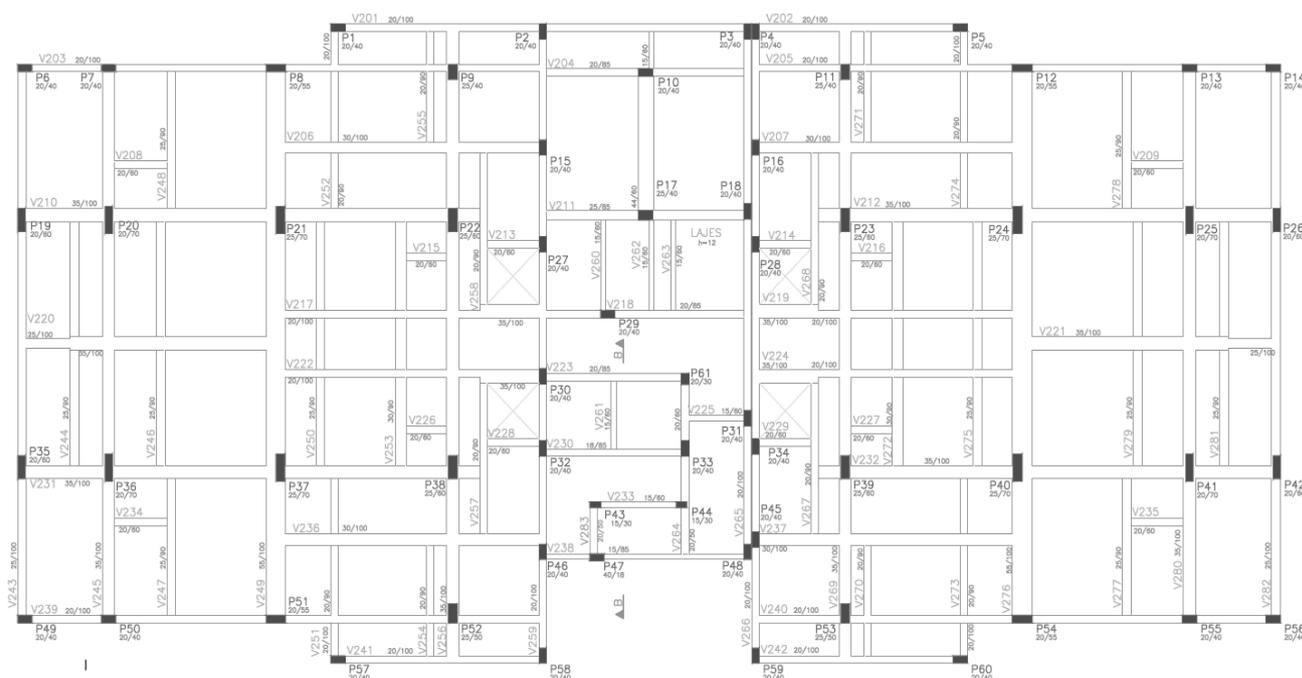
As laterais de vigas foram fabricadas para a torre B e reaproveitadas na torre A. Já as formas de fundo de viga e fundo de laje não foram reaproveitadas, pois o responsável técnico pelo projeto estrutural prevê 28 dias de cura escorada após a concretagem dos elementos estruturais, o que torna inviável a espera pela cura para

dar andamento aos serviços na outra torre. A desforma dos elementos foi desconsiderada neste trabalho.

As formas de vigas e fundo de laje foram executadas em chapa de compensado resinado plastificado 12 milímetros. O barroteamento e escoramento utilizado são de peças metálicas.

As lajes e vigas totalizam 23.735 quilos de aço CA-50 cortado e dobrado industrialmente, 1372,20 metros quadrados de chapa de forma e 176,40 metros cúbicos de concreto de 30 MPa. No indicador de produtividade de confecção de painéis da torre A, foram considerados 504,73 m² de forma, pois só foram confeccionados os fundos de viga e de laje, os painéis laterais foram reaproveitados.

Figura 11 - Projeto de formas de transição



Fonte: Construtora X.

Os valores de indicadores de produtividade obtidos são provenientes das seguintes operações:

- Fabricação das formas e formas:

$$RUP = \frac{\text{horas homem}}{\text{m}^2 \text{ de forma}}$$

- Armadura:

$$RUP = \frac{\text{horas homem}}{\text{kg de aço}}$$

- Concretagem:

$$RUP = \frac{\text{horas homem}}{\text{m}^3 \text{ de concreto}}$$

4 RESULTADOS

Esse capítulo apresenta e analisa os resultados obtidos quanto aos levantamentos de dados e indicadores de produtividade para a execução de blocos de coroamento, pilares, vigas e lajes de transição.

4.1 ATIVIDADES ENVOLVIDAS NA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

A seguir, estão discriminadas as atividades que englobam os serviços de bloco de coroamento, pilares e vigas e laje de transição.

4.1.1 Bloco de coroamento

O serviço de bloco de coroamento baseia-se nas seguintes etapas observadas *in loco*:

- a) escavação mecanizada em torno da estaca (quantidade de horas máquina levantadas, mas não consideradas no presente trabalho);
- b) arrasamento da estaca até a cota de nível de projeto;
- c) confecção das formas;
- d) confecção da armadura;
- e) posicionamento das formas de acordo com o gabarito;
- f) limpeza da superfície da estaca e colocação de brita;
- g) colocação da armadura dentro das formas;
- h) locação do arranque do pilar;
- i) concretagem.

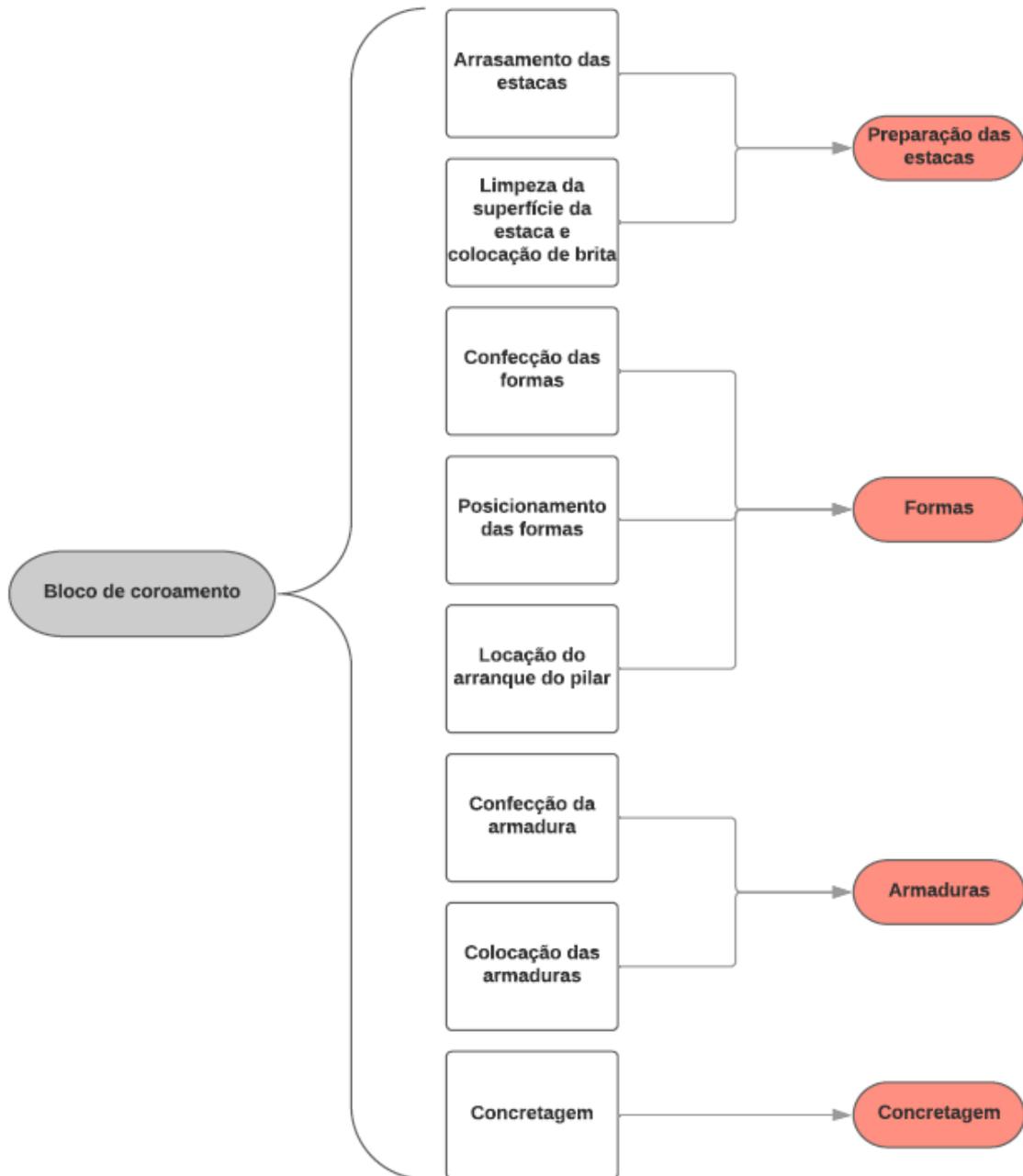
As formas dos blocos ficam enterradas, não sendo necessário a desforma das mesmas.

Os blocos de coroamento foram concretados com o auxílio de bomba estacionária ou bomba lança, dependendo da disponibilidade da concreteira.

Estas etapas foram agrupadas a fim de gerar quatro indicadores dentro da etapa de execução de bloco de coroamento: preparação das estacas (de acordo

com o número de blocos), formas (metro quadrado), armadura (quilos) e, por fim, concretagem (metros cúbicos).

Figura 12 - Fluxograma de etapas de execução de bloco de coroamento



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 1 - Bloco de coroamento pronto para a concretagem



Fonte: Autoria própria.

4.1.2 Pilares

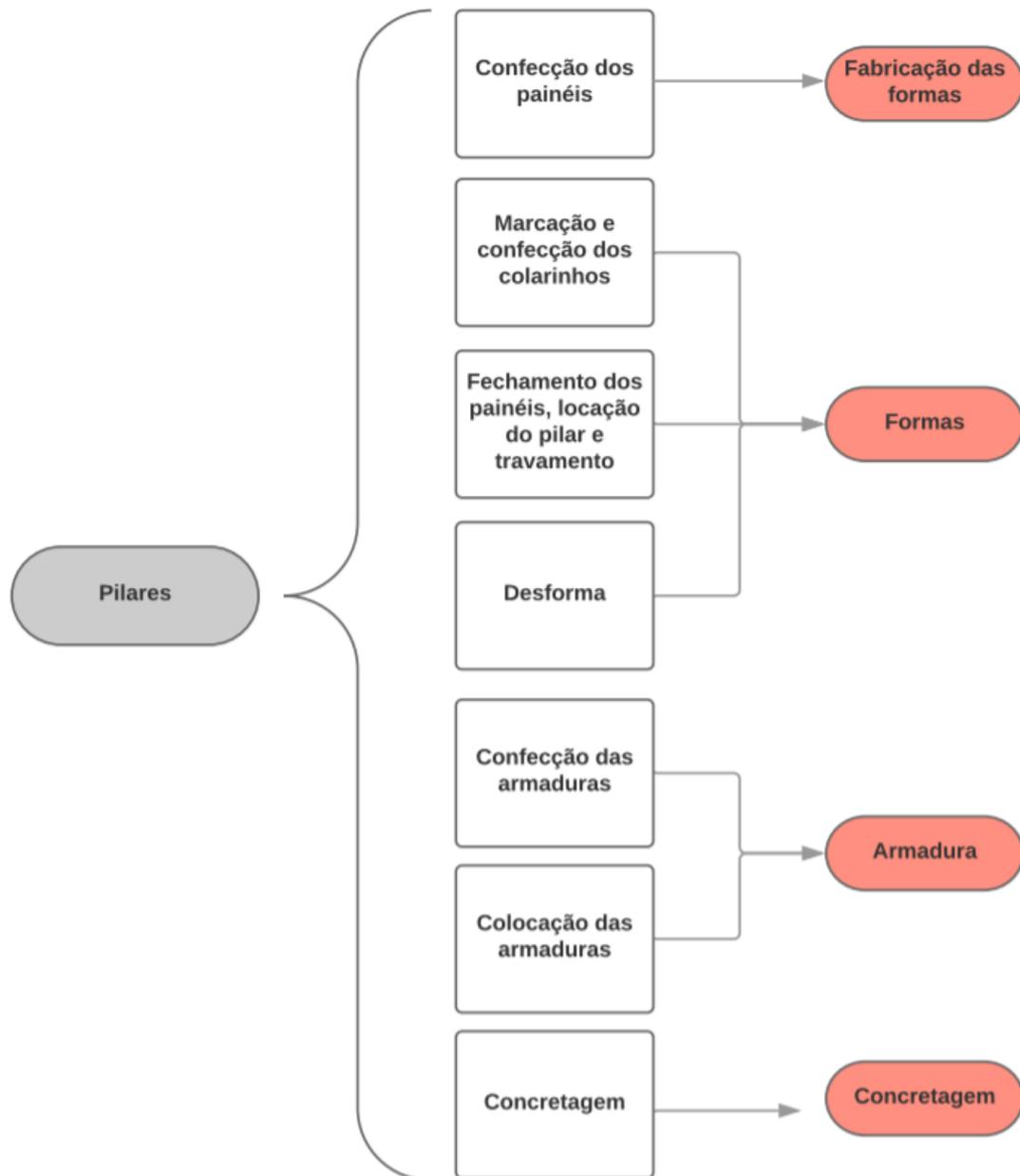
As formas de pilares foram confeccionadas para a execução dos pilares da torre B e reaproveitadas na torre A. Foram utilizadas tábua de pinus para a confecção dos painéis, travamento dos pilares com peças metálicas e a concretagem dos pilares foi executada com o auxílio da bomba lança.

A execução de pilares baseia-se nas seguintes etapas observadas *in loco*:

- a) marcação e confecção dos colarinhos na base do pilar (sobre o bloco de coroamento);
- b) confecção dos painéis;
- c) confecção das armaduras;
- d) colocação das armaduras;

- e) limpeza da superfície do bloco de coroamento (base do pilar);
- f) fechamento dos painéis, locação do pilar e travamento;
- g) concretagem;
- h) desforma.

Figura 13 - Fluxograma de etapas de execução de pilares



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 2 - Pilares prontos para a concretagem



Fonte: Autoria própria.

4.1.3 Vigas e laje de transição

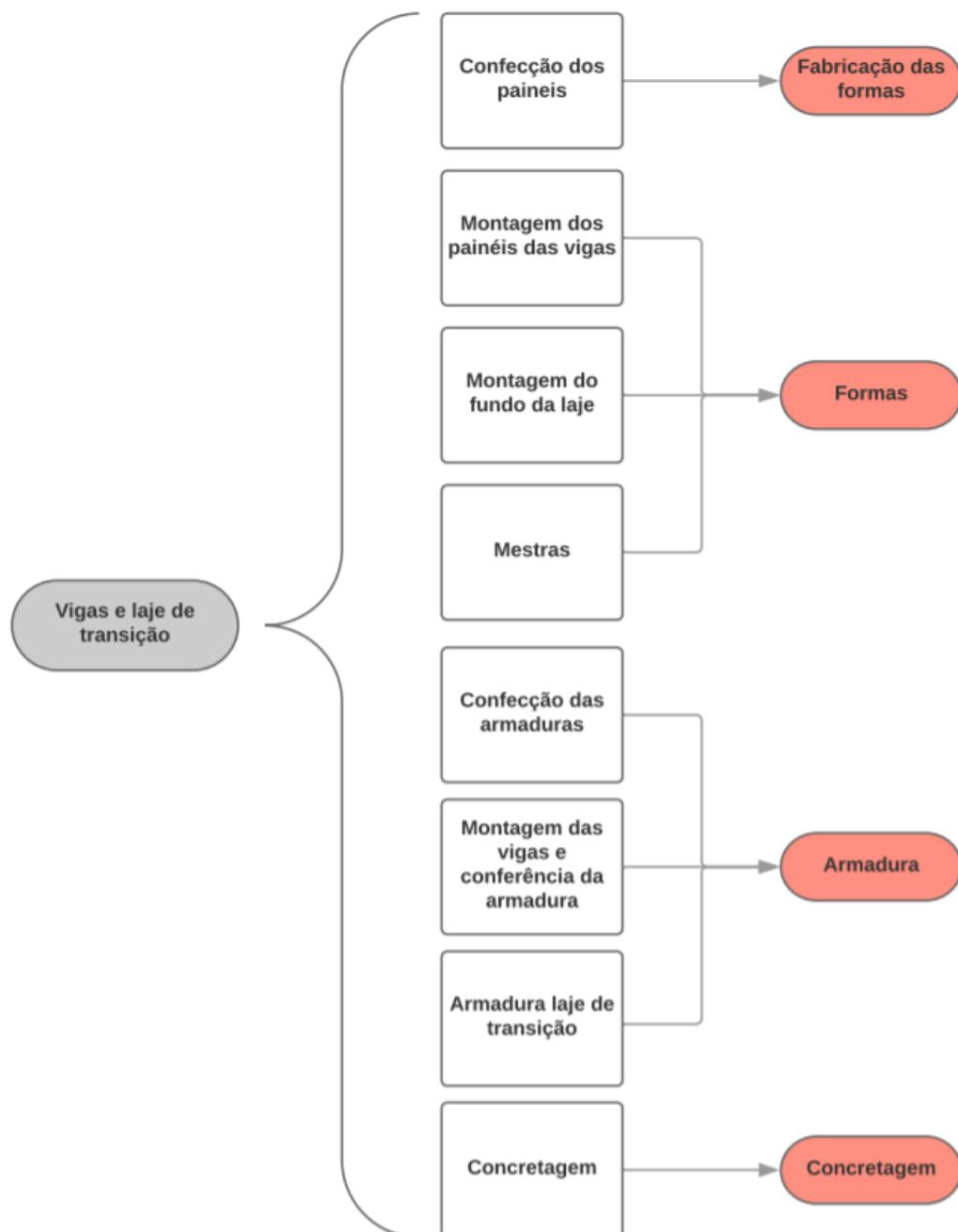
A execução das vigas e laje de transição baseia-se nas seguintes etapas observadas *in loco*:

- a) fabricação dos painéis laterais das vigas;
- b) posicionamento dos fundos de viga conforme projeto de escoramento metálico;
- c) montagem dos painéis laterais das vigas;
- d) montagem do fundo das lajes conforme projeto de escoramento metálico;
- e) fabricação da armadura das vigas na bancada do ferreiro;
- f) montagem das vigas sobre a forma e colocação das barras de reforço;

- g) colocação da armadura da laje;
- h) esperas elétricas e hidráulicas;
- i) concretagem;
- j) desforma.

Estas etapas de execução foram agrupadas a fim de gerar quatro indicadores de produtividade para esta atividade: fabricação de formas, formas, armadura e concretagem, conforme Fluxograma 14:

Figura 14 - Fluxograma de etapas de execução de vigas e laje de transição



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 3 - Fundos de viga escorados



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 4 - Armadura das vigas de transição



Fonte: Autoria própria.

Fotografia 5 - Travamento e escoramento das vigas



Fonte: Autoria própria.

4.2 LEVANTAMENTO DE HORAS E INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

A seguir são discriminadas as horas utilizadas para executar cada tarefa e os indicadores de produtividade calculados neste trabalho

4.2.1 Bloco de coroamento

A seguir, a Tabela 8 apresenta a quantidade de horas que cada serviço envolvido na execução de blocos de coroamento demandou para ser executado em cada uma das duas torres analisadas. A Tabela 9 agrupa os dados fornecidos na tabela 8. As horas demandadas para a execução de cada serviço da etapa de bloco de coroamento foram inseridas no indicador de produtividade correspondente, conforme agrupamento realizado no fluxograma da Figura 12.

Tabela 8 - Horas trabalhadas em cada etapa da execução dos blocos de coroamento

Etapa	Torre B (horas)	Torre A (horas)
Arrasamento das estacas	144	153
Limpeza das estacas/colocação de brita	36	31,5
Locação do colarinho do pilar	90	126
Fabricação das formas	81	81
Posicionamento das formas	153	162
Confecção das armaduras	135	126
Colocação das armaduras nas formas	54	63
Concretagem	54	67,5

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9 - Horas trabalhadas agrupadas conforme os indicadores de produtividade

Serviço	Torre B (horas)	Torre A (horas)
Preparação das estacas	180	184,5
Formas	324	369
Armadura	189	189
Concretagem	54	67,5

Fonte: Autoria própria.

A partir das informações da Tabela 9, é possível observar que a quantidade de horas necessárias para realizar algumas etapas do serviço foi maior na torre A do que na torre B. Este resultado vai contra os conceitos abordados neste trabalho, que abordam itens como a familiarização com o projeto, visto que a torre B foi a primeira a ser executada e na sequência, a torre A.

Porém, ao avaliar as condições de trabalho, esta diferença pode ser justificada pelo fato de que durante a execução da torre A, houve pancadas de chuva ao longo dos dias, o que dificultou bastante o trabalho, visto que todo o aterro em torno das estacas é escavado para executar as formas dos blocos de coroamento, gerando muito barro e dificultando a mobilidade durante a execução do serviço.

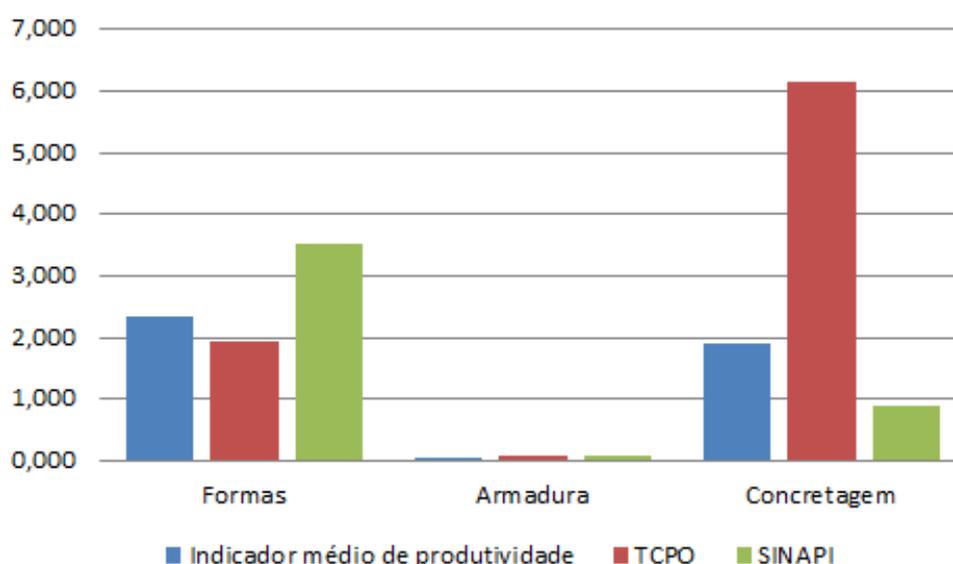
Na Tabela 10 é possível comparar os indicadores de produtividade das duas torres do empreendimento. Além deste comparativo interno, é possível confrontar os dados com as duas bases de dados estudadas neste trabalho, muito utilizadas na construção civil, o TCPO e o SINAPI.

Tabela 10 - Indicadores de produtividade para bloco de coroamento

Indicadores de produtividade	Unidade	Torre B	Torre A	Indicador médio de produtividade	TCPO	SINAPI
Preparação das estacas	HH/estaca	2,857	2,929	2,893	-	-
Formas	HH/m ² forma	2,176	2,478	2,327	1,947	3,528
Armadura	HH/kg aço	0,060	0,060	0,060	0,085	0,090
Concretagem	HH/m ³ concreto	1,691	2,114	1,903	6,150	0,907

Fonte: Autoria própria.

Gráfico 6 - Comparativo do indicador encontrado com o TCPO e SINAPI



Fonte: Autoria própria.

Para realizar a comparação apresentada na Tabela 10, foi feita a soma de horas de profissional e ajudante da TCPO e do SINAPI, pois na obra em questão nem sempre foi trabalhado com ajudante, variou de acordo com a mão de obra disponível, desta forma, foi calculado um indicador de produtividade único. O Gráfico 6 auxilia na compreensão das considerações feitas a seguir.

Não foi encontrado nenhum item nas duas bases de dados estudadas que fosse possível realizar o comparativo com o indicador de preparação das estacas.

O SINAPI mostra uma quantidade maior de horas homem necessária para a execução das formas. Porém, o mesmo considera a desforma do bloco de coroamento, etapa que não aconteceu em obra, visto que as formas ficaram enterradas.

Já o TCPO demonstra um valor menor do que o resultante deste trabalho e o mesmo não leva em consideração a desforma. Esta diferença pode ser proveniente de particularidades de projeto, condições de trabalho diferentes das encontradas na base de dados, entre outros fatores. Isto mostra a importância da concepção de um indicador de produtividade próprio, de acordo com o método construtivo da empresa.

O indicador de produtividade de armadura calculado neste trabalho é menor, se comparado com o TCPO e o SINAPI. Porém, ao coletar as informações nas bases de dados, foi arbitrado o uso da bitola média de aço de 12,5 milímetros, visto que o projeto contempla o uso de diversas bitolas, o que pode ser uma das causas da diferença encontrada.

O TCPO mostra uma demanda de horas-homem para concretagem duas vezes maior à utilizada na execução da obra estudada. Este valor da base de dados se mantém para os demais serviços que terão seus resultados demonstrados neste trabalho. Já o SINAPI, mostra uma produtividade de mão de obra maior do que a encontrada neste trabalho. Esta base de dados considera o tempo improdutivo, para iniciar e finalizar o serviço, mas mesmo assim demonstra que a produção da mão de obra estudada está abaixo da base de dados.

4.2.2 Pilares

A seguir, a Tabela 11 apresenta a quantidade de horas que cada serviço envolvido na execução dos pilares demandou para ser executado em cada uma das torres do empreendimento.

Tabela 11 - Quantidade de horas trabalhadas em cada etapa da execução dos pilares

Etapa	B (horas)	A (horas)
Fabricação dos painéis dos pilares	135	0
Marcação e confecção dos colarinhos	54	58,5
Fechamento dos painéis, locação do pilar e travamento	234	256,5
Desforma	45	31,5
Colocação da armadura	72	45
Confecção da armadura	162	153
Concretagem	45	54

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 12 agrupa os dados fornecidos na Tabela 11. As horas destinadas à execução de cada serviço da etapa de pilares foram inseridas no indicador de produtividade correspondente, conforme agrupamento realizado no fluxograma de pilares, Figura 13.

Tabela 12 - Horas trabalhadas agrupadas de acordo com os indicadores de pilares

Serviço	B (horas)	A (horas)
Fabricação das formas	135	0
Formas	333	346,5
Armadura	234	198
Concretagem	45	54

Fonte: Autoria própria.

Ao avaliar as duas tabelas acima, é possível observar a fabricação das formas com indicador igual a zero para torre A, isso se deve ao reaproveitamento das formas que foram confeccionadas para a torre B, ou seja, não houve fabricação de painéis na torre A, apenas pequenas reformas e a montagem dos mesmos.

As etapas de fechamento dos painéis, locação do pilar e travamento estenderam-se mais na torre A. Segundo a equipe de obra, isso se deve à necessidade de reformas nas formas dos pilares.

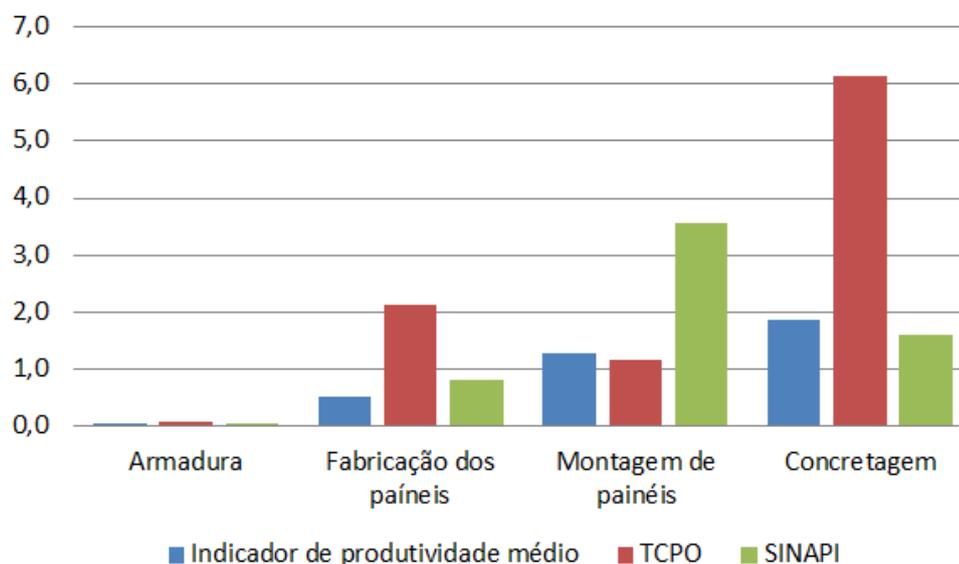
Tabela 13 - Indicadores de produtividade para pilares

Indicador de produtividade	Unidade	Torre B	Torre A	Indicador de produtividade médio	TCPO	SINAPI
Armadura	HH/kg	0,0493	0,0417	0,0455	0,085	0,045
Fabricação dos painéis	HH/m ²	0,5085	0	-	2,119	0,810
Montagem de painéis	HH/m ²	1,2543	1,3051	1,2797	1,166	3,575
Concretagem	HH/m ³	1,6917	2,0301	1,8609	6,150	1,590

Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 7 auxilia na compreensão e discussão dos resultados encontrados quando comparados ao TCPO e ao SINAPI.

Gráfico 7 - Comparativo do indicador encontrado com o TCPO e SINAPI



Fonte: Autoria própria.

O indicador de produtividade de armaduras calculado neste trabalho se igualou ao fornecido pelo SINAPI e ficou abaixo do fornecido pela TCPO.

A fabricação dos painéis dos pilares demandou menos horas homem do que o previsto pelas duas bases de dados, mesmo as características das composições sendo exatamente iguais.

A montagem de painéis e demais etapas incluídas neste indicador ficou semelhante ao indicador da TCPO e consideravelmente abaixo do número de horas homem fornecido pelo SINAPI. É importante ressaltar que as duas bases de dados consideram o travamento e escoramento dos pilares em madeira, o que demandaria um tempo maior de execução do que o escoramento metálico utilizado em obra. Levando isto em conta, a produtividade encontrada neste trabalho é menor do que a fornecida pela TCPO, pois o método construtivo de travamento e escoramento dos pilares é diferente.

O indicador de produtividade de concretagem da torre A ficou acima do indicador de produtividade da torre B, pois foi realizada uma concretagem a mais na torre A. A equipe responsável pelas formas não conseguiu concluir seus serviços em tempo hábil para a data de concretagem programada com a concreteira. Isto demanda não só o tempo de concretagem, mas também o tempo improdutivo, de inicialização, deslocamentos e finalização da etapa.

A produtividade de concretagem resultante da obra ficou abaixo da prevista pelo SINAPI. Já em relação à TCPO, a produtividade resultante ficou duas vezes menor em relação à fornecida pela base de dados, mesmo fato visto no indicador de produtividade de concretagem de bloco de coroamento.

4.2.3 Vigas e laje de transição

A Tabela 14 apresenta a quantidade de horas que cada serviço envolvido na execução das vigas e laje de transição demandou para ser concluído em cada uma das torres do empreendimento. A diferença entre as horas demandadas na confecção dos painéis das duas torres deve-se ao reaproveitamento de formas dos painéis laterais das vigas. Ou seja, para a torre A, só foram confeccionados os painéis de fundo de viga e fundo de laje.

É perceptível que todos os serviços demandaram um tempo maior de execução na torre B, que foi a primeira a ser executada, em comparação com a execução da torre A. Isto remete à curva de aprendizagem, adaptação ao projeto e processos de iniciação dos serviços.

Tabela 14 - Horas trabalhadas nas etapas de execução das vigas e laje de transição

Etapa	Torre B (horas)	Torre A (horas)
Confecção dos painéis	630	180
Montagem dos painéis de vigas	1192	1125
Montagem do fundo de laje	635	630
Mestras	36	36
Confecção da armadura	361	346,5
Montagem da armadura das vigas	741	711
Armadura da laje de transição	207	182
Concretagem	189	177

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 15 agrupa os dados fornecidos na Tabela 14 para a geração dos indicadores de produtividade. O agrupamento das quantidades de homem hora de cada atividade foi realizado de acordo com o esquema do fluxograma da Figura 14.

Tabela 15 - Horas agrupadas de acordo com os indicadores de produtividade

Serviço	Torre B (horas)	Torre A (horas)
Confeção dos painéis	630	210
Formas	1863	1791
Armadura	1309	1239,5
Concretagem	189	177

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 16 mostra os indicadores de produtividade de vigas e laje de transição gerados neste trabalho.

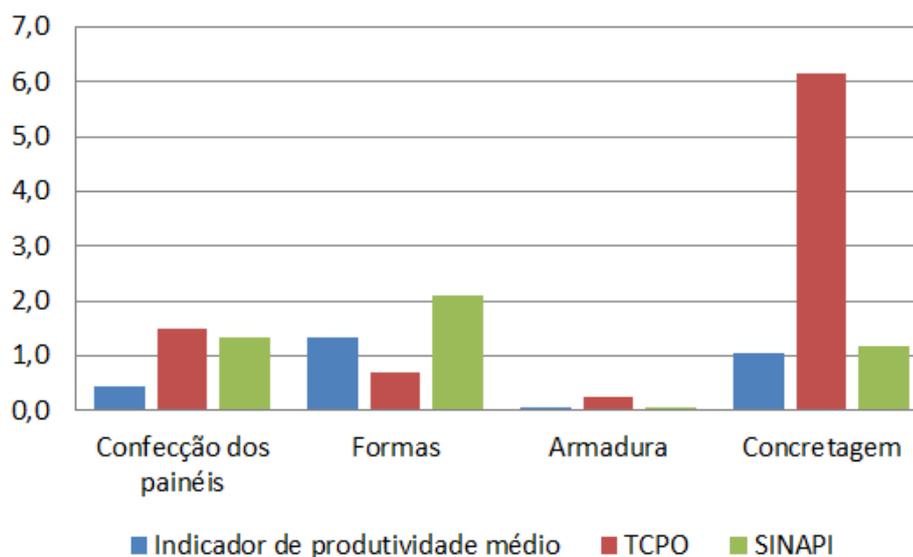
Tabela 16 - Indicadores de produtividade para vigas e laje de transição

Indicadores de produtividade	Unidade	Torre B	Torre A	Indicador de produtividade médio	TCPO	SINAPI
Confeção dos painéis	HH/m ²	0,4591	0,4161	0,4376	1,500	1,3330
Formas	HH/m ²	*1,3577	*1,3052	1,3314	**0,693	***2,0930
Armadura	HH/kg	0,0552	0,0522	0,0537	0,250	0,0449
Concretagem	HH/m ³	1,0714	1,0034	1,0374	6,150	1,1830

* considera cimbramento, não considera desforma; ** não considera cimbramento e desforma; *** considera cimbramento e desforma.

Fonte: Autoria própria.

Gráfico 8 - Comparativo do indicador encontrado com o TCPO e SINAPI



Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 8 auxilia no comparativo dos resultados médios encontrados neste trabalho com as duas bases de dados, TCPO e SINAPI.

O valor do indicador de produtividade encontrado para confecção de painéis é 70% menor, se comparado com os valores disponibilizados pelas duas bases de dados utilizadas no trabalho.

No indicador de produtividade das formas há diferenças dos métodos construtivos utilizados para os demonstrados pelas bases de dados. O valor disponibilizado pelo TCPO considera somente a montagem dos painéis. Já o SINAPI considera a montagem das formas com cimbramento metálico, mais a desforma dos painéis.

Dentre as tarefas citadas, o levantamento deste trabalho leva em conta a montagem das formas com a montagem do cimbramento e não considera a desmontagem do escoramento metálico e a desforma dos painéis, pois não houve tempo hábil para contabilizar os mesmos, visto que o projetista estrutural exigiu que a estrutura fosse mantida totalmente escorada por 28 dias após a concretagem.

Para o indicador de armadura, a produtividade dos trabalhadores da obra ficou abaixo da disponibilizada pelo SINAPI. Em comparação com o TCPO, a produtividade dos armadores foi quatro vezes menor do que a indicada pela base de dados.

O resultado encontrado para o indicador de produtividade de concretagem ficou semelhante ao disponibilizado pelo SINAPI e com uma relevante diferença ao indicador de produtividade fornecido pelo TCPO.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho voltou-se à geração de indicadores de produtividade de serviços em concreto armado, tendo em vista o atraso de prazo relevante de uma construtora na sua primeira experiência com elementos em concreto armado moldado no local, a partir de dados levantados na segunda obra que adotou o mesmo projeto da obra anterior.

Para identificar as etapas de execução de cada serviço em concreto armado foi necessário conhecer o método construtivo adotado na obra, os materiais utilizados e seus reaproveitamentos e acompanhar a execução da obra.

A identificação das etapas de execução dos serviços foi essencial para o bom desenvolvimento do trabalho. A partir dela foi possível agrupar os serviços e determinar os indicadores que seriam gerados futuramente. Também foi possível gerar as planilhas de levantamento de dados, que foram divididas nos três serviços principais, e englobaram as etapas de execução identificadas neste trabalho.

O levantamento da quantidade de colaboradores utilizados em cada frente de serviço foi realizado utilizando os dados preenchidos pela obra nas planilhas geradas pela autora deste trabalho. O trabalho em conjunto com a equipe de engenharia da obra foi imprescindível para o desenvolvimento do trabalho. No decorrer do trabalho, foi definido que as horas de profissional e ajudante seriam somadas, gerando um único indicador de produtividade, pois em diversas vezes, a mesma tarefa não era executada com a mesma quantidade de colaboradores.

Antes de ser possível gerar os indicadores de produtividade, foi necessária a quantificação dos serviços estudados neste trabalho. Esta quantificação foi realizada a partir dos projetos do empreendimento, levantando a quantidade de elementos, quantidade de aço, madeira e concreto utilizados.

Tendo em mãos o levantamento das horas-homem utilizadas e a quantificação de serviço, foi possível gerar os indicadores de produtividade específicos para a obra. Além disso, foi feito um comparativo com bases de dados utilizadas na construção civil brasileira, mas que em algumas situações, diferem do método construtivo utilizado na obra. Isso se deve ao fato de que as bases de dados possuem indicadores de produtividade para os métodos construtivos mais usuais, onde por vezes não eram semelhantes ao sistema construtivo adotado pela construtora.

Mesmo quando o método construtivo das bases de dados era exatamente o mesmo utilizado neste trabalho, alguns indicadores de produtividade tiveram uma grande diferença no comparativo. Em alguns casos o indicador resultante do trabalho se assemelhou ao TCPO, em outras situações se aproximou mais do SINAPI.

Sendo assim, conclui-se que mensurar os indicadores de produtividade para cada serviço de acordo com as particularidades de projeto traz diversos benefícios para o planejamento de obras. A partir do indicador de produtividade gerado neste trabalho, a construtora poderá dimensionar as equipes para cumprir as atividades dentro do cronograma da obra, evitando atrasos e descumprimento de prazo para a direção da empresa, CAIXA e o cliente final.

Como sugestão à construtora, tem-se a criação de indicadores de produtividade para os demais serviços das suas obras. Ter conhecimento do tempo que a mão de obra leva para executar as atividades de acordo com o projeto facilita o dimensionamento das equipes e o controle sobre a mão de obra que o empreiteiro dispõe em obra para executar as atividades, diminuindo as chances de atrasos desnecessários.

REFERÊNCIAS

ALVES, Nadine. **Produtividade na construção civil: a crise vai muito além do Brasil.** [S.l.], 1 set. 2017. Disponível em: <<https://constructapp.io/pt/produtividade-na-construcao-civil-crise/>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

BERNARDES, Silva; MOREIRA, Maurício. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil.** Rio de Janeiro: LTC, 2010.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.** Relatórios de insumos e composições: sumário de publicações: sumário de publicações e documentação do SINAPI: armação para estruturas de concreto armado. Brasília, 2017a. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_LOTE1_ARMACAO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO_V007.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2019.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.** Relatórios de insumos e composições: sumário de publicações: sumário de publicações e documentação do SINAPI: concretagem para estruturas de concreto armado. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_LOTE1_CONCRETAGEM ESTRUTURA CONCRETO ARMADO_V001.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2019.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.** Relatórios de insumos e composições: sumário de publicações: sumário de publicações e documentação do SINAPI: fôrmas para estruturas de concreto armado. Brasília, 2017b. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_LOTE1_FORMAS ESTRUTURA CONCRETO ARMADO_V008.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2019.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.** Relatórios de insumos e composições: sumário de publicações: sumário de publicações e documentação do SINAPI: fundações rasas (blocos, sapatas, vigas baldrame). Brasília, 2017c. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_LOTE1_BLOCO_SAPATA_VIGA_BALDRAME_v002.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2019.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC. **Manual básico de indicadores de produtividade na construção civil:** Relatório completo. Brasília: Cbic, 2017. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Manual_Basico_de_Indicadores_de_Produtividade_na_Construcao_Civil_Relatorio_Completo_2017.pdf>. Acesso em: 17 out. 2018.

COSTA, Daiane Bastos et al. **Indicadores de produtividade e perdas para processos à base de cimento**: Caderno de resultados. 1 ed. Salvador: GETEC/MEAU/UFBA, 2013. Disponível em: <<http://www.comunidade-da-construcao.com.br/upload/ativos/351/anexo/caderno-re.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2018.

DANTAS, José Diego Formigas. **Produtividade da mão de obra - estudo de caso: métodos e tempos na indústria da construção civil no subsetor de edificações na cidade de João Pessoa**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia civil)-Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011. Disponível em: <http://150.165.162.5/coordenacoes/ccgec/images/arquivos/TCC/TCC_-_Jos_Diego_Formiga_Dantas.pdf>. Acesso em: 12 out. 2018.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS, DIEESE. **Rotatividade e flexibilidade no mercado de trabalho**. São Paulo: DIEESE, 2011. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/livro/2011/livroRotatividade11.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2018.

FERREIRA, André Viola; SANCUL, Eduardo. **Estudo sobre produtividade na construção civil**: desafios e tendências no Brasil. São Paulo: Ernest & Young, 2014. Disponível em: <[https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Estudo_Produtividade_na_Construcao_Civil/\\$FILE/Estudo_Real_Estate.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Estudo_Produtividade_na_Construcao_Civil/$FILE/Estudo_Real_Estate.pdf)>. Acesso em: 02 dez. 2018.

FERREIRA, Bruno. **R.U.P. – Razão Unitária de Produção na Construção Civil**. [S.l.], 06 nov. 2015. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/rup-raz%C3%A3o-unit%C3%A1ria-de-produ%C3%A7%C3%A3o-na-constru%C3%A7%C3%A3o-civil-bruno-ferreira>>. Acesso em: 18 out. 2018.

GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 3. ed. São Paulo: Pini, 1997.

HALPIN, Daniel W. **Administração da construção civil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1998.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, CA: Stanford University, 1992. Disponível em: <<http://leanconstruction.wordpress.com/downloads>>. Acesso em: 16 set. 2018.

LOTURCO, Bruno. **Produtividade na Construção Civil**: o que é e como medir. [S.l.], 16 nov. 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/produtividade-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 18 out. 2018.

MATTOS, Aldo Dórea. **Estudo sobre produtividade na construção civil**: desafios e tendências no Brasil. [S.l.], 16 set. 2014. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/estudo-sobre-produtividade-na-construcao-civil-desafios-e-tendencias-no-326997-1.aspx>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MELO FILHO, Wilson Menezes de. **Estudo comparativo de composições de preço unitário dos sistemas Sinapi-Caixa Econômica Federal e TCPO-PINI**. 2016. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (Especialista em Produção e Gestão do Ambiente Construído)- Programa de Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-AGUP39/monografia_wilson_menezes.pdf?sequence=1>. Acesso em: 12 abr. 2019.

NOVO HAMBURGO. In: GOOGLE MAPS. Mountain View: Google, 2019. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/R.+La+Paz+-+Santo+Afonso,+Novo+Hamburgo+-+RS/@-29.7294143,-51.1485891,15.7z/data=!4m5!3m4!1s0x9519427dec47d91f:0xeb9dc9c8a5169ef6!8m2!3d-29.7291399!4d-51.1366616>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

OLIVEIRA, Miriam et al. **Sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil: Manual de utilização**. Porto Alegre: Serviço de apoio às Micro e Pequenas empresas do Rio Grande do Sul – SEBRAE/RS, 1995.

PEREIRA, Filho J. I.; ROCHA, R. A.; SILVA, L. M. **Planejamento e Controle da Produção na Construção Civil Para Gerenciamento de Custos**. In: 24º Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Abepro. Florianópolis-SC. ENEGEP, 2004.

PINI. **TCPO, Tabelas de composição de preços para orçamentos**. 14. ed. São Paulo: Pini, 2012.

SCARDOELLI, Lisiane Salerno; et al. **Melhorias de qualidade e produtividade: Iniciativas das empresas de construção civil**. Porto Alegre: Serviço de apoio às Micro e Pequenas empresas do Rio Grande do Sul – SEBRAE/RS, 1994.

SOUSA, António Manuel Coelho Oliveira e. **Ambiente térmico em espaços não climatizados e a sua influencia na produtividade e sinistralidade laboral: Uma aplicação ao sector mineiro**. 2013. 302f. Tese (Doutorado em Segurança e saúde ocupacional) – Programa de Doutorado em Segurança e Saúde Ocupacionais, Universidade do Porto, Porto, 2013. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/76365/2/31287.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2018.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes. **Produtividade da mão-de-obra**. [S.l.], 23 out. 2001. Disponível em: <<http://piniweb17.pini.com.br/construcao/noticias/produtividade-da-mao-de-obra-82194-1.aspx>>. Acesso em: 18 out. 2018.

TONIN, Luiz Andrei Potter. SCHAEFER, Cecília Ogliari. Diagnóstico e aplicação da lean construction em construtora. **Iniciação Científica CESUMAR**, Maringá, v. 15, n. 1, p. 23-31, jan./jun. 2013. Disponível em: <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/iccesumar/article/viewFile/2867/1922>>. Acesso em: 28 maio 2019.

WOMACK; J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: Lean Thinking**. São Paulo: Campus, 2004.

