

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COECI – COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JÚLIA TRENTINI MARQUES

**ANÁLISE DA PROGRAMAÇÃO DE UMA OBRA  
PELO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO

2019

JÚLIA TRENTINI MARQUES

**ANÁLISE DA PROGRAMAÇÃO DE UMA OBRA  
PELO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Lucia Bressiani.

TOLEDO

2019



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Câmpus Toledo

Coordenação do Curso de Engenharia Civil



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de Nº 197

### **ANÁLISE DA PROGRAMAÇÃO DE UMA OBRA PELO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO**

por

**Julia Trentini Marques**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 14:40 h do dia **04 de Junho de 2019** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

---

Prof<sup>a</sup> Msc. Gladis Cristina Furlan  
(UTFPR – TD)

---

Prof. Dr Lucas Boabaid Ibrahim  
(UTFPR – TD)

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Lucia Bressiani  
(UTFPR – TD)  
Orientador

---

Visto da Coordenação  
Prof. Dr. Fúlvio Natércio Feiber  
Coordenador da COECI

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter transformado a minha vida e ter me permitido desfrutar da família maravilhosa que eu tenho, a qual me suportou e foi de grande importância nessa conquista. Obrigada, pai. Obrigada, mãe.

A Deus, por ter me presenteado bons amigos, especialmente as queridas: Ana Kronbauer, Elizamary Otto e Flávia Murakami.

A Deus, pelos professores que não só me ensinaram, mas me inspiraram a ser engenheira. Principalmente a minha orientadora, Dra. Lucia Bressiani, pela paciência e carinho em corrigir este trabalho, e ao Dr. Gustavo Savaris, pela sua conduta e disposição ao ensinar.

A Deus, pelo meu querido pastor Leonardo Mani e sua família, que me auxiliaram nos momentos difíceis. Obrigada, Leo.

A Deus, por todos que fizeram parte importante nessa caminhada, minhas primas, Bruna e Vanessa Trentim; minha tia, Dra. Leila Marques; e minha amiga Millena Ribeiro.

“Vinde a mim, todos os que estais cansados e sobrecarregados, e eu vos aliviarei. Tomai sobre vós o meu jugo e aprendei de mim, porque sou manso e humilde de coração; e achareis descanso para a vossa alma. Porque o meu jugo é suave, e meu fardo é leve.”

(Mateus, 11:28-30)

MARQUES, Júlia T. Análise da programação de uma obra pelo método da linha de balanço. 2019. 65 f. Trabalho de conclusão de curso, Graduação em Engenharia civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2019.

## RESUMO

Este trabalho se trata de um estudo de caso que analisa parte da programação, em linha de balanço, de um prédio com 21 pavimentos tipo, além de identificar e quantificar os fatores que influenciaram na discordância desta programação em relação ao que foi realizado. Com isso teve-se o intuito de demonstrar a importância de não somente programar uma obra, mas também de acompanhar se o andamento dos serviços estavam ocorrendo conforme o previsto. Foram analisados sete serviços: execução de superestrutura; retirada de fôrmas; execução de alvenaria; instalação de caixas e eletrodutos; colocação de fiação; instalação da tubulação de ar condicionado e instalação da tubulação de gás. Estes serviços tiveram sua programação prevista e realizada comparada, e então, classificadas quanto a concordância em cada unidade de repetição. Após análise das variações das durações são apontados nove fatores que podem ter influenciado na execução assim como a frequência em que estes ocorrem. Todos os serviços, exceto a execução de alvenaria, obtiveram discordância total com o planejamento, ao fim do período analisado. Além disso, os fatores de interferência mais presentes foram os de deslocamento e redução na composição das equipes.

**Palavras-chave:** cronograma, linha de balanço, programação, serviços.

## **ABSTRACT**

This paper is a case study that analyzes part of a building programming, in line of balance, that has 21 identical floors, in addition this study identify and quantify the factors that influenced the schedule disagreement considering the performed work. The aim was to demonstrate not only the importance of scheduling a work, but also the importance of monitoring whether the progress of the activities was taking place as planned. There were analyzed seven activities: superstructure execution; forms removal; masonry execution; installation of conduit boxes and conduits; wiring placement; installation of air conditioning pipes and installation of the gas pipes. These activities had their planned and performed scheduling compared, and then the building programming was classified by agreement in each unit of repetition. After analysis of durations' variations, and indicated nine factors that might have influenced the execution, as well as the frequency in which one of these occur. All the activities, except the masonry execution, obtained total disagreement with the planned schedule, at the end of the analyzed period. In addition, the most present interference factors were those of displacement and reduction in the composition of the teams.

**Key words:** schedule, line of balance, programming, activities.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da Linha de Balanço com Três Atividades .....	16
Figura 2 – Representação Gráfica com Múltiplas Atividades .....	20
Figura 3 – Diagrama LOB com Interrupção de Constância .....	20
Figura 4 – Diagrama LOB com Duas Equipes na Mesma Atividade .....	22
Figura 5 – Duas equipes na atividade A e Uma Equipe na Atividade B .....	23
Figura 6 – Vista da Frente e Fundos do Edifício, respectivamente .....	28
Figura 7 –Planta Baixa do Pavimentos Tipo .....	29
Figura 8 – Programação dos Serviços Referente aos Pavimentos Tipo .....	32
Figura 9 – Comparação Previsto x Realizado Superestrutura, Retirada de Fôrmas .	36
Figura 10 – Comparação Previsto x Realizado Alvenaria .....	38
Figura 11 – Comparação Previsto x Realizado Caixas e Eletrodutos e Fiação.....	39
Figura 12 – Comparação Previsto x Realizado Tubulação de AC e Gás .....	41
Figura 13 –Linha de Balanço Prevista e Realizada, respectivamente.....	43
Figura 14 – Duração Total em Dias Úteis por Serviço .....	44
Figura 15 – Conformidade por Serviço.....	45
Figura 16 – Ocorrência dos Fatores de Interferência em cada Serviço .....	46



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Vantagens e Desvantagens da Linha de Balanço .....	25
Quadro 2 – Ficha de Comparação entre a Programação Prevista e Realizada .....	33
Quadro 3 – Escala para Atribuição de Notas de Conformidade a Programação.....	33
Quadro 4 – Ficha de Número de Funcionários e Causas da Interferência.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Durações em Dias úteis Superestrutura e Retirada de Fôrmas .....	37
Tabela 2 – Durações em Dias úteis Alvenaria.....	38
Tabela 3 – Durações em Dias úteis Caixas e Eletrodutos e Fiação.....	40
Tabela 4 – Durações em Dias úteis Tubulação de AC e Gás .....	42
Tabela 5 – Discordância dos Serviços em Dias úteis.....	44

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.2	OBJETIVOS	13
1.2.1	OBJETIVO GERAL	13
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.3	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>15</b>
2.1	DEFINIÇÃO DO MÉTODO DA PROGRAMAÇÃO EM LINHA DE BALANÇO	15
2.1.1	Projetos Repetitivos	17
2.1.2	Efeito de Aprendizagem	18
2.1.3	Características do Método em Linha de Balanço	19
2.2	VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO	23
2.3	PESQUISAS SOBRE APLICAÇÕES DO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO	25
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>28</b>
3.1	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO	28
3.2	CARACTERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS ANALISADOS	29
3.3	INFORMAÇÕES PARA A COLETA DE DADOS	31
3.3.1	Comparação da Programação Prevista e Realizada	31
3.3.2	Análise de Fatores que Afetam a Programação de Obras	33
3.4	PERÍODO DE COLETA DE DADOS	35
3.5	ANÁLISE DE DADOS	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>36</b>
4.1	COMPARAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO PREVISTA E REALIZADA	36
4.2	ANÁLISE DE FATORES QUE AFETAM A PROGRAMAÇÃO DE OBRAS	46
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>49</b>
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	50
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>51</b>
	ANEXO A	54
	ANEXO B	65

## 1 INTRODUÇÃO

As obras na construção civil devem ser planejadas e programadas de modo a otimizar os materiais, mão de obra e equipamentos necessários para sua execução, alcançando assim o padrão desejado para a edificação (KOZLOVSKA; MACKOVA; SPISAKOVA, 2016).

Dentre as várias técnicas de planejamento tem-se o método de programação das atividades em linha de balanço que, de acordo com Zhang e Zou (2015) é uma técnica que facilita o controle e gestão de vários serviços em projetos repetitivos, os quais ocorrem simultaneamente.

Prado (2002) cita que muitas vezes o cronograma planejado não condiz com o realizado e diversos fatores podem influenciar nessa discordância, como realocação de equipes, falta de material, durações sub ou superestimadas. Tais disparidades podem levar ao aumento do prazo de conclusão da construção, acarretando em prejuízos tanto para o cliente quanto para os executores.

Com a correta implementação, gerenciamento e controle das atividades, assim como um balanceamento adequado das equipes, utilizando-se o método de linha de balanço, é possível evitar que grandes atrasos ou desvios ocorram na programação, evitando assim desvios nos orçamentos (ELBELTAGI; DAWOOD, 2011) (MATHEW ET AL, 2016) (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2002).

Tendo em vista que a utilização do método de linha de balanço não é muito avaliada em estudos acadêmicos, além deste ser pouco conhecido na região, este trabalho busca apresentar um estudo de caso sobre o uso da técnica durante a construção de um edifício alto, com mais de oito pavimentos, o qual tem a programação de seus pavimentos tipos realizada pelo método em questão.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Através de um planejamento eficiente é possível aumentar o aproveitamento dos recursos na confecção de um produto, diminuindo gastos e aumentando o lucro

(FORMOSO, 2001). O mesmo ocorre quando se diminui perdas de material e tempo ocioso dos trabalhadores nas obras.

O método da linha de balanço permite acompanhar múltiplos serviços de maneira clara, mesmo que estes sejam executados simultaneamente em diferentes unidades (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2002). Tendo o controle das datas de início e término de atividades, além de suas durações e taxa de produção, em projetos repetitivos, é possível balancear as operações de modo a maximizar a produção (ZHANG; ZOU, 2015).

Esta técnica de programação pode ser aplicada em projetos repetitivos, como: estradas; linhas de distribuição de água; pavimentos tipos; e conjuntos habitacionais, assim maximizando a fluidez e continuidade dos serviços de execução dessas obras (AGRAMA, 2011) (HYARI; EL-RAYES, 2006).

Portanto, esse estudo de caso se justifica por estudar de maneira mais aprofundada a relação prática e teórica do planejamento de linha de balanço, visando obter informações para futuros gerenciamentos de equipes e atividades a serem executadas por meio desse método.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a programação de uma obra executada em linha de balanço, em um edifício de múltiplos pavimentos.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar o cronograma previsto e realizado.
- Classificar a concordância dos serviços.
- Identificar e quantificar os fatores que interferem na execução das atividades conforme previsto no planejamento.

### 1.3 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A partir da programação dos pavimentos tipos, já executada pela empreiteira da obra, usando o método da linha de balanço, foram analisados os cronogramas previsto e realizado de alguns serviços como: execução de superestrutura; execução de alvenaria; instalação de caixas e eletrodutos; retirada de fôrmas, colocação de fiação; instalação da tubulação de ar condicionado; e instalação da tubulação de gás, num edifício residencial alto, na cidade de Toledo, PR.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Formoso (2001) define planejamento como um processo no qual estipula-se uma sequência de procedimentos, a fim de alcançar um ou mais objetivos. Porém, para que esse processo seja eficaz é imprescindível que haja o controle e gestão destes procedimentos. Os pesquisadores Kozlovska, Mackova e Spisakova (2016, p.711) sintetizam a importância do acompanhamento e controle no planejamento:

A gestão de projeto apresenta o gerenciamento e a coordenação de recursos humanos e materiais através da duração do projeto usando técnicas [...] de gerenciamento para o alcance de objetivos predeterminados em certos âmbitos, custos, tempo, qualidade e satisfação das partes interessadas do projeto.<sup>1</sup>

Para se alcançar o padrão desejado de uma construção é necessário que haja planejamento. Tal objetivo só pode ser atingido através de um cuidadoso gerenciamento de custos e tempo, sem negligenciar a segurança de todos os envolvidos no processo construtivo (KOZLOVSKA; MACKOVA; SPISAKOVA, 2016).

Prado (2002) exemplifica várias técnicas que podem ser usadas no planejamento de construções, como o diagrama de barras ou de Gantt, a rede PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e CPM (*Critical Path Method*), e a linha de balanço. A escolha da técnica de planejamento mais adequada a ser implementada em um projeto deve ser feita a partir das características deste.

### 2.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DA PROGRAMAÇÃO EM LINHA DE BALANÇO

A técnica de planejamento e gestão da linha de balanço, do inglês *line-of-balance* (LOB), desenvolvida na década de 1950 pela U.S. Navy, marinha americana (ZHANG; ZOU, 2015) é eficientemente aplicada a projetos repetitivos em produções enxutas. Nela, mantém-se o histórico de início, duração e término de eventos de maneira cumulativa (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2001a).

---

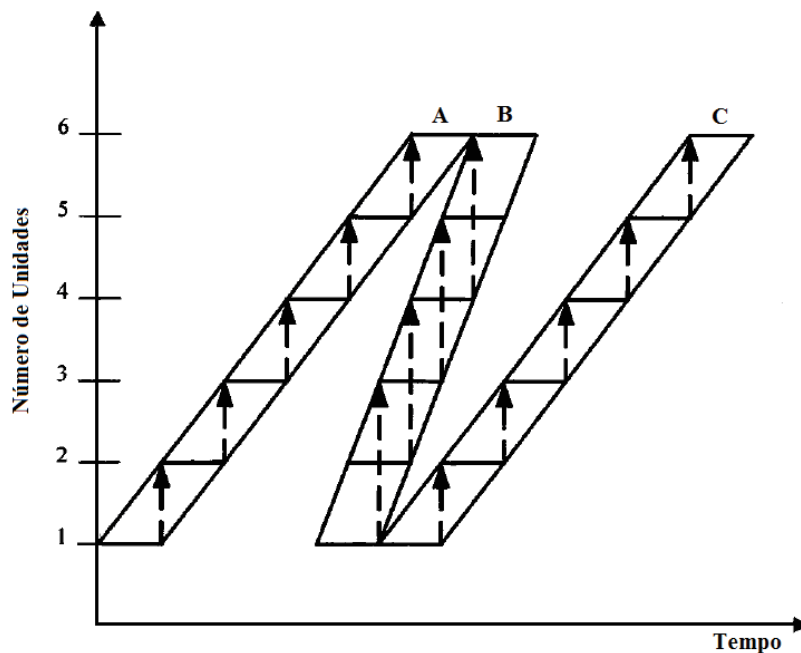
<sup>1</sup> "Project management presents the management and the coordination of human and material resources throughout the life of project by using the [...] techniques of management for achievement of predetermined objectives in particular scope, costs, time, quality and the satisfaction of projects stakeholders."(KOZLOVSKA; MACKOVA; SPISAKOVA, 2016, p.711)

Arditi, Tokdemir e Suh (2001b) afirmam que essa técnica era primariamente usada em indústrias para planejar operações de natureza repetitiva. Após o término da Segunda Guerra Mundial, passou a ser usada na Europa para o planejamento de construções de conjuntos habitacionais (PRADO, 2002).

Lester (2017) também indica o uso dessa técnica para projetos idênticos ou operações em lote, mas especifica que para o emprego do método ser vantajoso, deve ser possível subdividir o projeto em subprojetos, compostos de múltiplas atividades. O método em LOB permite o balanço das operações, logo tem-se diferentes equipes desenvolvendo diferentes atividades continuamente e simultaneamente (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2002).

A linha de balanço é um método de programação e planejamento essencialmente gráfico, que permite o acompanhamento de atividades nas unidades de repetição ao longo do tempo (ZHANG; ZOU, 2015). O diagrama que representa esse planejamento geralmente segue o modelo da Figura 1, sendo o patamar horizontal a duração das atividades e as setas pontilhadas os deslocamentos das equipes de uma unidade para a seguinte, sendo A, B e C três atividades diferentes.

Figura 1 – Representação da Linha de Balanço com Três Atividades



Fonte: Adaptado de Arditi, Tokdemir, Suh (2002, p. 548).



Para que ocorra o planejamento usando esse método, geralmente predetermina-se um prazo de término da obra e então, analisa-se a quantidade de equipes que serão necessárias em cada frente de serviço, para a entrega da obra em uma data predeterminada. Também pode-se determinar o prazo de término da obra a partir de um número fixo de funcionários, ou ainda, conforme a disponibilidade de recursos do contratante (DOLABI; AFSHAR; ABBASNIA, 2014).

Essa ferramenta de planejamento é a mais comum se tratando de projetos repetitivos, por mostrar através de seu diagrama as taxas de progresso e informações sobre duração das atividades (ZHANG; ZOU, 2015).

### 2.1.1 Projetos Repetitivos

São caracterizados como projetos repetitivos aqueles constituídos de diversas unidades de repetição, que seguem uma dependência lógica de serviços a serem implementados (AMMAR, 2013).

Agrama (2006, *apud* Agrama, 2011, p.179) categoriza tais projetos em: horizontais, verticais, ou ambos. Os projetos repetitivos horizontais também conhecidos como projetos lineares são caracterizados por estradas e linhas de distribuição de água; os verticais referem-se à repetição de pavimentos idênticos; e os horizontais e verticais são representados pela junção dos dois anteriores, que seria o caso de conjuntos habitacionais, por exemplo.

Os projetos repetitivos permitem maximizar a continuidade e fluidez no trabalho das equipes, já que estas estarão sujeitas ao efeito aprendizagem e não precisarão tomar decisões referentes a novos desafios, sendo necessário apenas replicar a solução adotada na primeira unidade de repetição. Como consequência do constante desenvolvimento dos serviços, minimiza-se a duração do projeto (HYARI; EL-RAYES, 2006).

Tais fatores interferem diretamente na quantidade de material e tempo gastos, gerando economia dos recursos financeiros destinados a execução do empreendimento (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2001b).

Mathew *et al.* (2016) enfatizam que tais projetos permitem a otimização no planejamento, tanto em relação as durações das atividades, quanto em relação aos custos, já que por serem muito parecidos a cada ciclo de atividades constituintes do projeto, tem-se um valor mais fidedigno para as estimativas das durações e custos.

Para maximizar a economia deve-se primar por um fluxo de trabalho contínuo, mesmo entre unidades de repetição. Altuwaim e El-rayes (2018) afirmam que interrupções nas atividades são permitidas desde que não ocorram no caminho crítico, sequência de atividades que determinam o caminho mais longo de projeto. As atividades pertencentes a esse caminho devem ter continuidade de execução.

Muitas vezes projetos repetitivos seguem um cronograma apertado para sua execução e atrelado a multas, caso haja atraso na entrega da obra. Por isso é necessário usar de táticas para acelerá-los em caso de atrasos, como: contratar equipes mais produtivas, trabalhar em mais turnos, em finais de semana ou horas extras (BAKRY; MOSELHI; ZAYED, 2014).

Elbeltagi e Dawood (2011) destacam que o controle das atividades deve ser feito regularmente e de maneira específica. Quanto mais preciso for o monitoramento e acompanhamento dos serviços, menores serão as ocorrências de atrasos irremediáveis.

### 2.1.2 Efeito de Aprendizagem

Assume-se que a taxa produtiva é a mesma com o passar do tempo e “na realidade, não é, pois quanto mais vezes uma operação é realizada menor será o tempo necessário para fazê-la”<sup>2</sup> (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, p.551, 2002).

Arditi, Tokdemir e Suh (2001b) estimam uma redução de 16 a 27% de tempo na execução de unidades construtivas sucessivas em relação a primeira a ser executada. Para isso, a mesma equipe deve implementar sucessivamente o mesmo serviço nas unidades idênticas subsequentes. Os pesquisadores ressaltam que a facilidade de aprendizagem de cada funcionário, o design do projeto, condições

---

<sup>2</sup> “In reality, it is not, so because the more times an operation is performed, the shorter will be the time needed to perform it.”(ARDITI; TOKDEMIR; SUH, P.551, 2002).

climáticas e de trabalho interferem diretamente na quantidade de tempo a ser economizado.

Para que ocorra o efeito aprendizagem, não se deve realocar equipes para execução de diferentes serviços ou em diferentes projetos, ou seja, mesmo que a equipe ao ser transferida de uma obra a outra continue realizando a mesma atividade, o efeito aprendizagem é perdido caso os projetos destas não sejam idênticos (GOUDA; HOSNY; NASSAR, 2017).

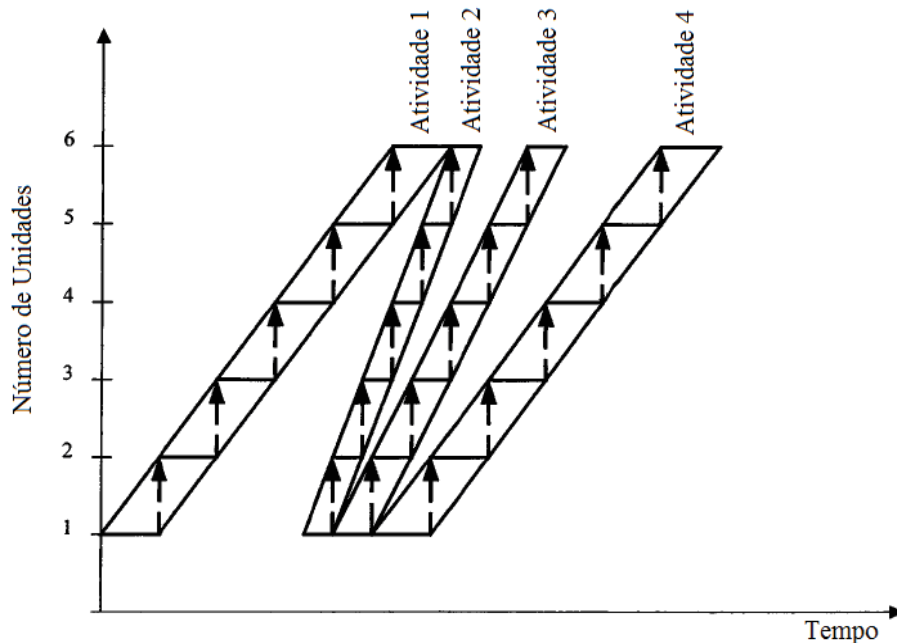
Pacheco e Heineck (2008) ressaltam a importância na escolha das unidades de repetição. Segundo eles, escolhendo unidades de menores dimensões amplifica-se o efeito de aprendizagem. Tal fato ocorre pois, diminuindo o tamanho de cada unidade, aumenta-se o número de repetições necessárias para finalizar o empreendimento. Logo, quanto mais unidades de repetição executadas pela mesma equipe, maior será a aprendizagem desta (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2002).

Mályusz e Varga (2017) estimam de forma quantitativa o efeito de aprendizagem no custo e no tempo de uma construção. O efeito cumulativo da aprendizagem permite uma redução de 1 à 3% no tempo total de execução de uma obra, além de uma redução de 0,4 à 1% do custo total da obra.

### 2.1.3 Características do Método em Linha de Balanço

O grande benefício do método LOB é sua representação gráfica facilmente interpretada. Arditi, Tokdemir e Suh (2002) exemplificam esse diagrama na Figura 2, na qual as atividades são executadas por diferentes equipes. No eixo horizontal tem-se o tempo e no vertical o número das unidades de repetição. Nesse caso, a Atividade 1 é a predecessora das atividades seguintes, logo é a primeira a ser executada. As retas que recebem as setas representam as datas de início das atividades. Já as retas das quais partem as setas representam as datas de término das atividades. A linha cheia entre retas paralelas representa a duração das atividades e a inclinação destas retas representa a produtividade da atividade.

Figura 2 – Representação Gráfica com Múltiplas Atividades

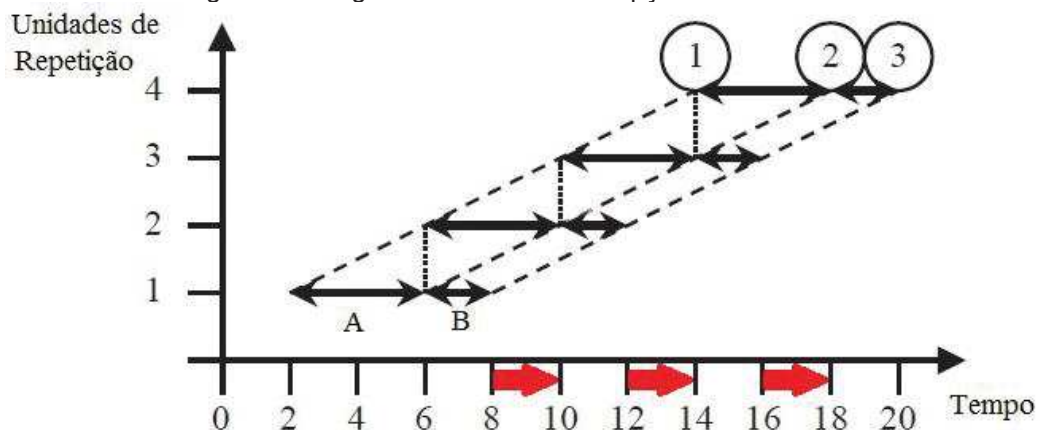


Fonte: Adaptado de Arditi, Tokdemir e Suh (2002, p. 551)

Analisando a Figura 2 tem-se que a Atividade 2 é a mais produtiva, por ser a mais inclinada em relação ao eixo Tempo, e também é a atividade com a menor duração. Assim, quando a Atividade 4 tiver início na unidade 1, a Atividade 3 terá início na unidade 2, a Atividade 2 estará ocorrendo na unidade 3 e a Atividade 1 estará ocorrendo na unidade 4.

Su e Lucko (2015) afirmam que o foco da LOB refere-se as datas de término de cada atividade a cada unidade. Assim, o diagrama representando as atividades começa sempre em um e não em zero (Figura 3).

Figura 3 – Diagrama LOB com Interrupção de Constância



Fonte: Adaptado de Su e Lucko (2015, p.548)

Analisando a Figura 3 constata-se que na equipe da Atividade B há descontinuidade entre as unidades de repetição. O espaço de tempo (em vermelho), entre o fim de uma unidade ao início de outra é uma folga que deve ser evitada. Entre os tempos 8 e 10, 12 e 14, e 16 e 18, a equipe da atividade B precisa esperar que a atividade A seja concluída para o início da execução.

As interseções da reta 1 com o patamar da atividade, representam o início da Atividade A em cada unidade, assim como as da reta 2 representam o início da atividade B e o término da atividade A. Por fim, as da reta 3 representam o fim da atividade B (AMMAR, 2013, p. 46).

Ammar (2013) ressalta que deve haver dependência lógica entre os serviços e que as prováveis limitações de equipes ou recursos devem ser consideradas, para um planejamento mais eficiente e preciso. As dependências também devem atender a possíveis intervalos necessários entre atividade, como no caso da retirada do escoramento das vigas e lajes, a qual só deve ser realizada após certo tempo de cura do concreto.

Para projetos lineares, Liu e Wang (2012) recomendam a alocação de equipes multifuncionais por causa das interrupções de atividades, as quais não podem ser tratadas como irrelevantes ou improváveis. Logo, no caso de interrupções, os funcionários terão o conhecimento necessário para serem realocados a outras atividades, enquanto o atraso é administrado. É comum que os trabalhadores da construção civil tenham conhecimento sobre diversas atividades básicas. Porém, no caso de serviços especializados a viabilidade de equipes multifuncionais precisa ser cuidadosamente analisada.

Zhang e Zou (2015, p.12) explicam:

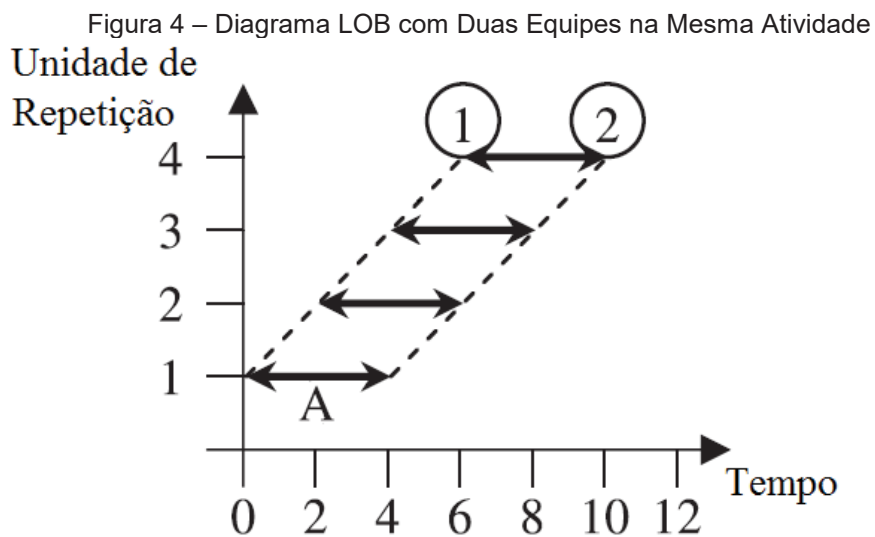
A largura do patamar [horizontal] é a duração da atividade em uma unidade, a qual supõe-se ser uniforme em todas as unidade. Esta suposição não é verdadeira mas é realista, especialmente em projetos com um grande número de unidades de repetição.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> “The width of the bar is the activity duration of one unit, which is assumed to be uniform across all units. This assumption is not true but it is realistic, especially in projects with a large number of repetitive units.” (ZHANG; ZOU, 2015, p. 12)

Sabe-se que a duração dos serviços não é igual na prática (ZHANG; ZOU, 2015) por causa de fatores diversos, desde o efeito de aprendizagem, o qual diminuiria a duração da atividade até eventos climáticos, falta de material ou ainda acidentes de trabalho, os quais a aumentariam.

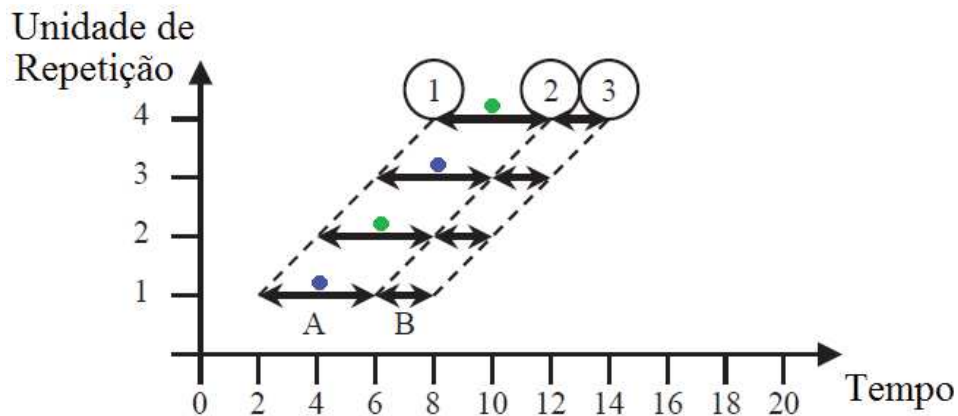
Su e Lucko (2016) demonstram a representação de duas equipes em dois serviços diferentes na Figura 3. A fim de aumentar a taxa de entrega dos serviços por unidade de repetição, pode-se aumentar o número de equipes que executam uma mesma atividade, como no exemplo da Figura 4. Neste, a equipe que terminar a unidade 1 pode, em seguida, deslocar-se para a unidade 3 e a equipe que terminar a unidade pode deslocar-se da unidade 2 para a unidade 4, assim sucessivamente.



Fonte: Adaptado de Arditi, Tokdemir e Suh (2002, p. 551)

Usando a lógica da Figura 4 pode-se incrementar o diagrama das atividades da Figura 3. Portanto, para o desenvolvimento mais eficiente do cronograma adota-se duas equipes trabalhando de forma intercalada na atividade A e mantém-se uma equipe na atividade B, gerando assim o diagrama da Figura 5. Assim os pontos azuis e verdes representam diferentes equipes. Estas trabalham em unidades intercaladas gerenciando os espaços entre término e começo da atividade B. Esse ajuste também pode ser considerado como balanceamento das linhas de produção, o qual otimiza o planejamento da obra, diminuindo o tempo necessário para a finalização do empreendimento (WANG; HUANG, 1998).

Figura 5 – Duas equipes na atividade A e Uma Equipe na Atividade B



Fonte: Adaptado de Su e Lucko (2015, p.548)

O principal desafio no método da linha de balanço é definir a duração de cada serviço. Pois supor uma duração distante da realidade, pode causar sérios danos no andamento da obra, tanto por causar grandes atrasos ou por criar intervalos de tempo em que os trabalhadores fiquem ociosos, conforme explicado por Wang e Huang (1998).

## 2.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO

O diagrama da linha de balanço permite visualização clara dos serviços a serem executados, sendo possível identificar onde tais estão ocorrendo e se estão atrasados ou adiantados, já que no diagrama são representadas as datas de término estimadas para cada atividade (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2002) (SU; LUCKO, 2015).

Su e Lucko (2016) ressaltam que através do controle das datas de término das atividades é possível ajustar o número de equipes para cada serviço, ou ainda, aumentar o número de integrantes da equipe, a fim de atingir a data esperada para a finalização dos serviços.

Além disso, o efeito de aprendizagem faz com que as equipes levem menos tempo para finalizar unidades consecutivas em projetos repetitivos, acarretando em economia tanto financeira quanto temporal (ARDITI, TOKDEMIR; SUH, 2001b) (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2002).

Analisando as atividades pelo princípio da produção enxuta, *lean production*, o qual considera a produção como um fluxo de materiais e serviços (FORMOSO, 2001), pode-se determinar as durações de cada atividade, que é a parte mais importante da programação em LOB, como afirmado por Wang e Huang (1998), de maneira a reproduzir as durações de forma que fiquem o mais próximo possível da realidade.

Como relatado por Agrama (2014), por ser baseado em projetos repetitivos, esse método de programação normalmente precisa ser complementado com outros métodos para que haja o planejamento de toda a obra. Por exemplo, caso as unidades de repetição se tratem de pavimentos tipo de um edifício alto, será necessário planejar as etapas de fundação e pavimentos com projeto diferenciados, com o auxílio de outra ferramenta de programação.

O LOB precisa de frequente controle dos serviços e gerenciamento das equipes, para ser uma técnica eficiente. Esse controle deve visar o cumprimento das datas planejadas para o término de cada atividade (MATEY *et. al*, 2017). Wang e Huang (1998) afirmam que tendo controle e gerenciando as equipes permite-se o balanceamento das linhas de produção, otimizando assim o prazo para conclusão de cada atividade e conseqüentemente, da obra como todo.

Assim, reunindo as principais vantagens e desvantagens do método obtém-se o Quadro 1.



Quadro 1 – Vantagens e Desvantagens da Linha de Balanço

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualização do planejamento como um todo.</li> <li>• Exposição clara das datas de término programadas para cada serviço.</li> <li>• Detecção de gargalos na produção.</li> <li>• Visualização de desvios na programação.</li> <li>• Incita o efeito de aprendizagem.</li> <li>• Continuidade dos serviços.</li> <li>• Pode ser criada usando planilhas eletrônicas.</li> <li>• Fornecimento de índices de produção e durações das atividades.</li> <li>• Balanceamento de atividades pelo número de equipes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidade de criar uma programação a parte para as atividades que não são repetitivas.</li> <li>• Assume ritmos de produção constantes durante todo o projeto.</li> <li>• Especialização da mão de obra, limitando o que o mesmo trabalhador pode fazer.</li> <li>• Dificuldade de considerar um grande número de variáveis que afetam a execução.</li> <li>• Necessidade de um projeto integrado a forma de execução.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Kemmer (2006, p.37 e 38).

### 2.3 PESQUISAS SOBRE APLICAÇÕES DO MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO

Algumas pesquisas e estudos de caso analisaram o uso da técnica de linha de balanço. Essa ferramenta permite planejar a execução, por exemplo de estradas, rede de distribuição de água, rede coletora de esgoto, blocos de edifícios e edifícios de múltiplos pavimentos (AGRAMA, 2011), sendo os últimos dois exemplos o foco desse trabalho.

Prado (2002) aplica a programação de linha de balanço em dois prédios altos em Florianópolis, Brasil. Em seu trabalho foram constatadas as dificuldades para a implementação do método, principalmente por causa da falta de continuidade na execução dos serviços. Isso ocorreu devido a realocação das equipes e falta de

registros, como índices de produtividade das equipes e diário de obra. Por outro lado, por apresentar as informações de maneira clara, a técnica provou ser uma eficiente ferramenta de comunicação dentro do canteiro.

Também na área de planejamento de edifícios com múltiplos pavimentos, Agrama (2014) desenvolveu a programação de um edifício com cinco unidades de repetição, cada um constituído por uma rede de 24 atividades a serem executadas. Porém, as atividades de fundação e cobertura foram planejadas separadamente por não atenderem o quesito de projetos repetitivos, o que impossibilita o uso exclusivo do LOB para o planejamento. O pesquisador enfatiza a versatilidade e praticidade do uso da linha de balanço na visualização das atividades, além de dispensar o uso de sistemas computacionais elaborados, sendo facilmente criada usando planilhas eletrônicas.

Matey *et. al* (2017) analisaram na Índia, a aplicação da linha de balanço em um prédio residencial de 21 pavimentos. Como resultados, apontam que fazendo o acompanhamento dos serviços com base no método utilizado, encontra-se eficientemente a produtividade das equipes, permitindo o monitoramento dos serviços. Assim, caso um serviço esteja atrasado pode-se aumentar o número de equipes que o executam, impedindo que grandes atrasos sejam constatados somente próximo a data de entrega da edificação.

Outro estudo de caso foi feito no Brasil por Losso e Araújo (1996), que analisaram o planejamento e execução de seis blocos residenciais compostos por quatro andares cada. Como conclusões do trabalho, os pesquisadores apresentam algumas desvantagens, como o fato da especialização da mão de obra, que restringe as atividades exercidas pela equipe e a necessidade de um cronograma separado para as atividades não-repetitivas. Por outro lado, também apresentam diversas vantagens, especialmente devido à visualização clara das datas e tipos de atividades a serem realizadas. Isso permitiu que no canteiro de obras fossem gerenciados o uso de equipamentos, número de equipes em cada atividade e até constatação das datas em que seria necessária a contratação de mais funcionários.

Wang e Huang (1998) analisaram a construção de duas paredes de diferentes dimensões pelo método da LOB, explicando a importância do balanceamento das linhas de atividades. Já que cada serviço possui uma produtividade, é preciso criar

intervalos entre as datas de início destes. O balanceamento dos serviços deve ser feito de modo que uma equipe não estagne a produção de outras equipes, o que as deixariam ociosas. Para isso, haverá convergência de linhas de atividades conforme aproxima-se da última unidade de repetição, diminuindo o tempo de execução total da obra.

Outros trabalhos sobre o comportamento desse método foram realizados, porém de cunho mais teórico, considerando efeito de aprendizagem gradativo, demanda de materiais e equipamentos ilimitada ou número de equipes ilimitadas. Estas pesquisas incentivam que sejam feitos mais estudos de caso analisando o comportamento real do LOB de maneira profunda, para que a magnitude das limitações do método seja exposta (SU; LUCKO, 2015) (PACHECO; HEINECK, 2008) (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2001a) (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2001b) (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2002).

Sintetizando as conclusões destes trabalhos, tem-se que estes convergem ao ressaltar a praticidade e clareza da demonstração gráfica da linha de balanço, propiciando organização e economia no canteiro de obra, já que cada equipe consegue notar onde deve estar, quais equipamentos vai precisar e até quando precisa finalizar aquela unidade. Para que o cronograma planejado seja eficiente é necessário que haja o controle das atividades, acompanhando possíveis atrasos ou adiantamentos nos serviços. Dessa maneira, pode-se alterar o número de equipes responsáveis pela atividade priorizando a convergência das linhas nas últimas unidades de repetição.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho é caracterizado como um estudo de caso, considerando a definição apresentada por Gerring (2004). Isso porque trata-se da análise de um método em uma situação específica, com o foco em entender o comportamento deste em outras situações similares.

Nesta pesquisa foi analisada uma obra, atualmente em fase de execução, a qual foi parcialmente programada em linha de balanço, com o objetivo de identificar como se dá o controle das atividades, os fatores que influenciam a programação, bem como estratégias utilizadas para o gerenciamento das atividades.

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

O empreendimento analisado foi um edifício em construção, localizado em Toledo-PR, no qual duas empresas atuaram, sendo a Empresa A responsável pelo projeto e a Empresa B pela execução. Tal edifício será composto por 34 pavimentos, tendo área total construída de 21.020,20 m<sup>2</sup>, altura de 106 m. As vistas do edifício são mostradas na Figura 6.

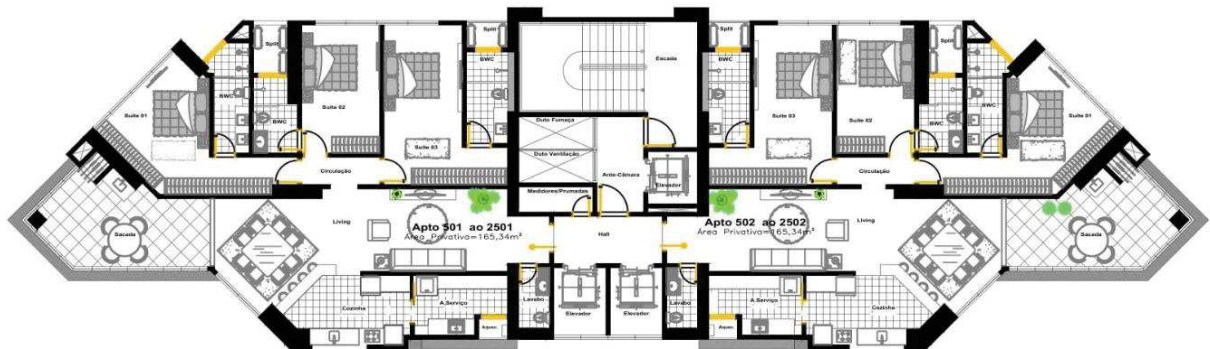
Figura 6 – Vista da Frente e Fundos do Edifício, respectivamente



Fonte: Empresa A (2017).

A obra contemplará salas comerciais, área de lazer, três pavimentos de garagem no subsolo e 27 pavimentos residenciais multifamiliares, dos quais 21 são pavimentos tipos. Os pavimentos tipo (Figura 7) consistem em dois apartamentos de planta igual, porém espelhada.

Figura 7 –Planta Baixa do Pavimentos Tipo



Fonte: Empresa A (2017).

A execução deste edifício está sendo realizada por uma construtora de Toledo, denominada de Empresa B. Esta é responsável pela mão de obra e equipamentos necessários para a efetuação das tarefas. Já os materiais são cotados e adquiridos pelo próprio cliente.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS ANALISADOS

Foram coletados dados na referida obra, para os serviços executados no período de desenvolvimento deste trabalho. Desta forma, foram acompanhados os serviços de execução de superestrutura; execução de alvenaria; instalação de caixas e eletrodutos; retirada de fôrmas; colocação de fiação; instalação da tubulação de ar condicionado e instalação da tubulação de gás.

O serviço de superestrutura compreendeu a locação e execução de fôrmas, colocação de escoras, distribuição de armaduras e concretagem. Quanto às especificações de materiais e procedimentos dessas etapas tem-se:

- Fôrmas: as fôrmas dos pilares eram metálicas e as das vigas e laje de madeira.

- Colocação de escoras: As escoras utilizadas eram metálicas.
- Distribuição da armadura: As barras já vinham cortadas e dobradas para a obra, somente eram distribuídas e amarradas *in loco*.
- Concretagem: a concretagem de cada pavimento tipo era feita por bombeamento e em três fases, uma abrangendo laje maciça e vigas; outra os pilares de um lado do pavimento e outra os pilares do outro lado. Era necessário que a concretagem dos pilares fossem feita em duas etapas, pois existia uma quantidade restrita de fôrmas metálicas disponíveis, as quais só eram o suficiente para execução de metade do número de pilares do pavimento. O concreto utilizado era usinado com adição de fibras, para reduzir a fissuração, e fck de 40 MPa.

A alvenaria era executada usando blocos cerâmicos de seis furos, os quais eram assentados com argamassa usinada estabilizada. As vergas eram compostas por canaletas cerâmicas preenchidas de concreto armado. As paredes que separavam áreas externas de internas ou áreas privativas de sociais eram executadas com os blocos deitados, tendo assim maior espessura, o que visava melhorar o isolamento térmico e acústico dos ambientes. Já as demais paredes eram executadas com os blocos em pé, tendo assim menor espessura.

O corte da alvenaria, colocação de caixas elétricas e eletrodutos, eram as atividades referentes ao serviço elétrico primário. Os eletrodutos eram fixados abaixo da laje superior do pavimento ou dentro das paredes. Nesse caso, era utilizado um cortador de paredes com dois discos para realizar os sulcos que acomodavam os eletrodutos. Os níveis das caixas elétricas eram aferidos com o auxílio de nível a laser. Assim, após a retirada do material cortado, as caixas eram então fixadas à alvenaria com argamassa, dosada em obra.

A retirada de fôrmas das lajes e vigas, se iniciava cerca de 15 dias após a concretagem do pavimento. Para isso eram retiradas as escoras de um segmento da laje por vez e assim que retiradas as fôrmas, recolocavam-se as escoras até que fossem retiradas as fôrmas de todo o pavimento.

A colocação da fiação referente aos circuitos internos de cada apartamento era feita com o uso de cabo guia. Os fios utilizados, compostos de multifilamentos de cobre, possuíam áreas transversais de 1,5 mm<sup>2</sup>; 2,5 mm<sup>2</sup>; 4 mm<sup>2</sup> e 6 mm<sup>2</sup>. Além

disso, a cada ponto instalado eram deixados conectores automáticos para futuras emendas. Quanto aos circuitos, estes eram identificados com etiquetas adesivas no quadro elétrico.

As tubulações prévias para a instalação das máquinas de ar condicionado eram de cobre dotadas de isolamento térmico, as quais poderão atender até cinco máquinas. Além disso, as tubulações de gás serão disponibilizadas em quatro pontos por apartamento, sendo dois para chuveiros, um para forno e um para churrasqueira.

As instalações de tubulações de gás e ar condicionado foram realizadas por empresas terceirizadas que as executam quando solicitado. Já os outros serviços foram realizados por funcionários da Empresa B, todos eles recebendo por hora de serviço. Tais funcionários eram incentivados a fazer horas extras ou trabalhar em fins de semana.

### 3.3 INFORMAÇÕES PARA A COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de algumas etapas:

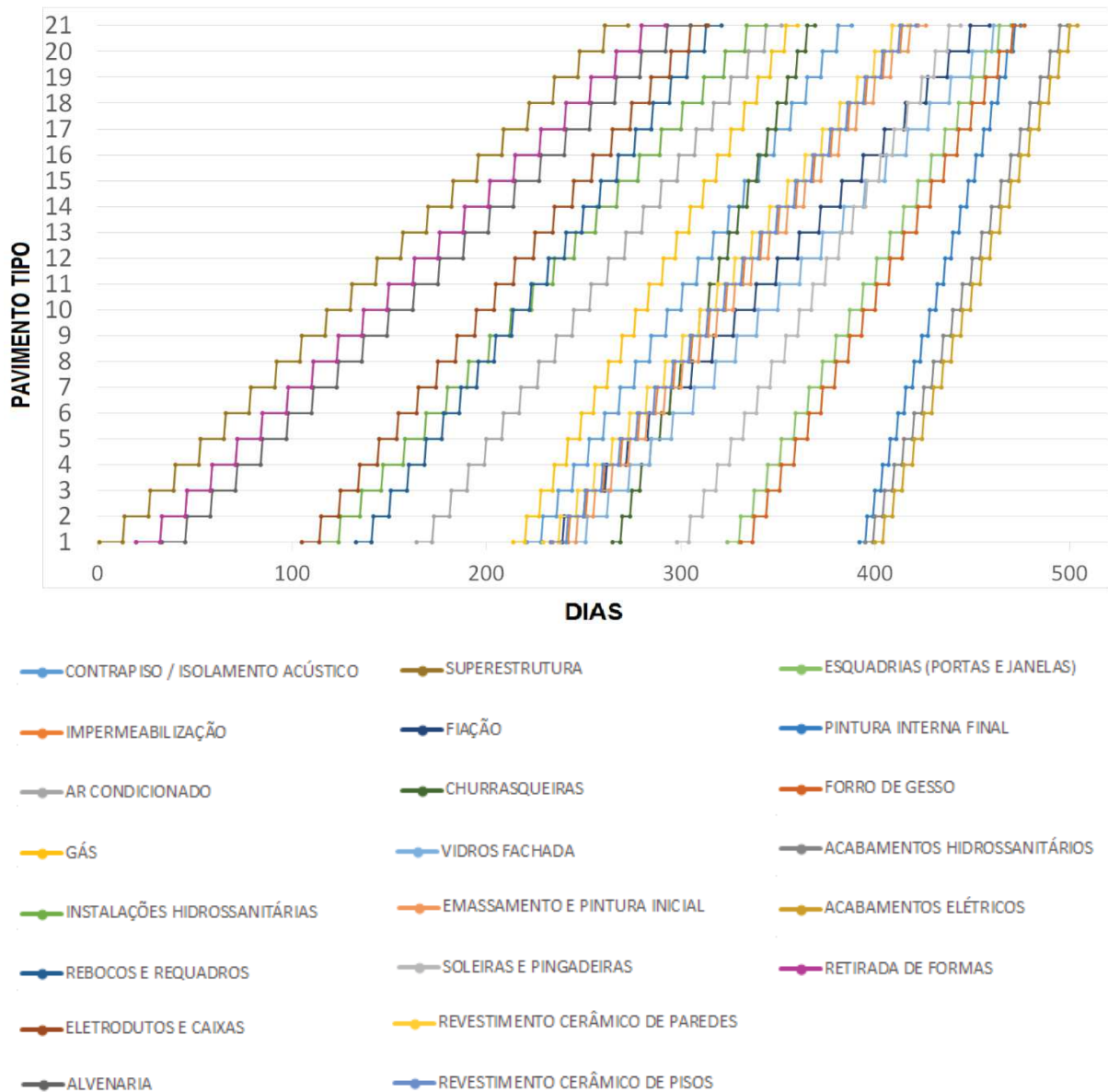
#### 3.3.1 Comparação da Programação Prevista e Realizada.

O edifício em questão, possui programação dos pavimentos tipos em LOB, a qual foi realizada pela Empresa B, responsável pela execução do empreendimento. O planejamento das atividades, referentes aos pavimentos tipo, foi realizado pois o cliente requereu um plano de serviços, a fim de visualizar o andamento da obra, permitindo estimar as datas em que seriam necessários cotar e adquirir materiais.

A Figura 8 demonstra o gráfico resultante da programação realizada para uma obra, no qual cada cor, representa um serviço diferente, geralmente executados por diferentes funcionários.



Figura 8 – Programação dos Serviços Referente aos Pavimentos Tipo



Fonte: Empresa B (2018).

A partir do acompanhamento da execução, foram anotadas as durações, bem como datas de início e de término de cada atividade. Esses dados foram coletados utilizando uma ficha de informações, como a mostrada no Quadro 2.



Quadro 2 – Ficha de Comparação entre a Programação Prevista e Realizada

Pavimento	Atividade						Nota
	Previsto			Realizado			
	Início	Término	Duração	Início	Término	Duração	

Fonte: Autoria Própria (2018).

Com isso, foram atribuídas notas que representam a conformidade do planejamento com a execução. O modelo e escala adotados, foram baseados no trabalho realizado por Prado (2002), como mostrado no Quadro 3.

Quadro 3 – Escala para Atribuição de Notas de Conformidade a Programação

Nota	CrITÉRIOS Adotados	VariAção em Dias Úteis
<b>0</b>	Discordância total com a programação	Mais de 20
<b><math>0 &lt; x \leq 5</math></b>	Discordância parcial com a programação	20 à 11
<b><math>5 &lt; x &lt; 10</math></b>	Concordância parcial com a programação	10 à 2
<b>10</b>	Concordância total com a programação	1 à 0

Fonte: Autoria Própria (2018).

O julgamento de concordância foi avaliado em relação as datas de término das atividades, por estas serem o foco do método da linha de balanço.

### 3.3.2 Análise de Fatores que Afetam a Programação de Obras

Os possíveis fatores que afetam a programação de obra foram agrupados em categorias. Essas categorias foram baseadas no trabalho desenvolvido por Prado (2002):

a) Deslocamentos de Serviços: realocação de equipes ou funcionários para diferentes serviços na obra.

b) Atraso das atividades precedentes: quando a dependência da atividade impede que ela seja executada.

c) Deslocamento de Obras: realocação de equipes ou funcionários para outros locais, pode acontecer no caso de uma empresa estar construindo diferentes obras simultaneamente.

d) Falta de material: atraso ou na aquisição ou no recebimento de materiais necessários para a execução.

e) Retrabalho: reparos ou alterações do projeto.

f) Redução da composição da equipe de produção: falta ou dispensa de integrantes da equipe.

g) Projeto Incompleto: o funcionário não tem acesso ao projeto completo, ou por atraso na sua entrega ou por indisponibilidade do mesmo.

h) Reforço de pessoal: aumento do número de equipes ou funcionários.

i) Outros: situações não contempladas nas categorias anteriores.

O Quadro 4 mostra como as informações de números de funcionários e fatores que alteram a programação foram contabilizados. Podendo haver combinações de fatores afetando diferentes serviços simultaneamente.

Quadro 4 – Ficha de Número de Funcionários e Causas da Interferência

Data	Atividade	Número de Funcionários	Pavimento	Causa da Interferência na Produção

Fonte: A autoria Própria (2018).

Cada interferência foi quantificada, assim o objetivo foi analisar quais atividades tiveram maior número de interferências e quais foram as principais interferências.

### 3.4 PERÍODO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada entre os meses de Abril e Outubro de 2018, o qual corresponde ao período de acompanhamento diário na obra.

### 3.5 ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados foi feita por meio das seguintes etapas:

- Comparação entre a programação prevista e realizada: foi realizada uma comparação entre as datas de início e término dos serviços, programadas pelo método da linha de balanço, com as datas propriamente executadas. Esta análise foi apresentada por meio do método da linha de balanço, mostrando as diferenças na programação.

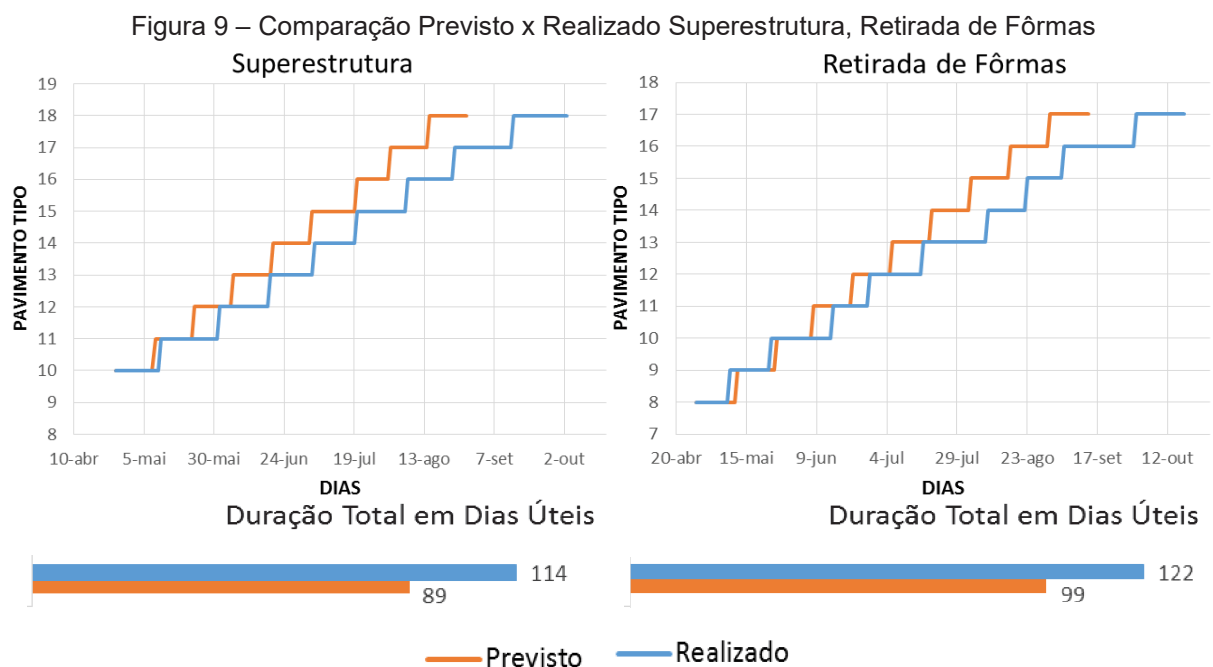
- Análise dos fatores que afetam a programação: foi efetuada uma análise quantitativa por unidade de repetição e por atividade, relativa a cada fator citado anteriormente, sendo apresentados por meio de gráfico de ocorrência e tabelas. Também foi averiguado se a quantidade de funcionários ou equipes adotadas no planejamento do cronograma foram respeitadas. Por fim, foram analisados os fatores responsáveis pela divergência ou não dos cronogramas e das quantidades de trabalhadores.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram efetuadas 453 medições, referentes aos sete serviços anteriormente descritos, como apresentado no Apêndice A. Desta forma, primeiramente é apresentada a comparação entre os cronogramas previsto e realizado para cada serviço e posteriormente, a quantificação e identificação dos fatores que interferiram na programação e as discussões.

### 4.1 COMPARAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO PREVISTA E REALIZADA

As programações da superestrutura e retirada de fôrmas são mostradas na Figura 9. Percebe-se que a duração prevista foi subestimada em relação ao que foi realizado. Isto afastou gradativamente as linhas, levando a discordância total entre programações. Ainda na Figura 9, observa-se uma variação de mais de 20 dias úteis nas duas atividades considerando a duração total destas.



Fonte: Autoria própria (2019)

A Tabela 1 apresenta a variação das durações desses serviços por pavimento, sendo a duração prevista para estes 10 dias úteis, porém a duração média foi de 12,7 dias úteis para a superestrutura e 12,2 dias úteis para a retirada de fôrmas.

Tabela 1 – Durações em Dias úteis Superestrutura e Retirada de Fôrmas

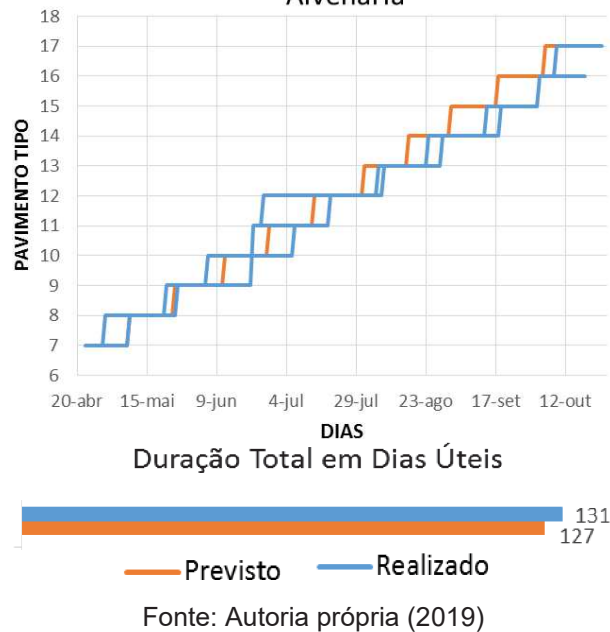
Pavimento	Superestrutura		Retirada de Fôrmas	
	Duração		Duração	
	Prevista	Realizada	Prevista	Realizada
TIPO 8			10	7
TIPO 9			10	11
TIPO 10	10	11	10	16
TIPO 11	10	15	10	9
TIPO 12	10	12	10	13
TIPO 13	10	12	10	17
TIPO 14	10	11	10	10
TIPO 15	10	12	10	9
TIPO 16	10	13	10	17
TIPO 17	10	14	10	13
TIPO 18	10	14		
	MÉDIA	12,7	MÉDIA	12,2

Fonte: Autoria própria (2019)

No serviço de superestrutura, a duração prevista não foi atingida em nenhum dos pavimentos, sendo os que tiveram duração mais próxima da prevista os tipos 10 e 14, com duração de 11 dias. Na retirada de fôrmas, que também estava prevista para ser executada em 10 dias em cada pavimento, foi executada em três pavimentos com duração menor (tipos 8, 11 e 15). Chegando, porém, a ser executada em até 17 dias como nos pavimentos 13 e 16.

Já na programação da execução de alvenaria, mostrada na Figura 10, verifica-se que houve a divisão da equipe, trabalhando em diferentes pavimentos ao mesmo tempo, justificando as duas linhas da situação realizada na obra.

Figura 10 – Comparação Previsto x Realizado Alvenaria Alvenaria



É possível constatar que este serviço foi o único que não apresentou discordância total, sendo o que melhor seguiu a programação prevista. A duração total prevista para execução da alvenaria dos pavimentos tipos acompanhados era de 131 dias e foi realizada em 127 dias.

Além disso, a produtividade não foi uniforme, havendo variação das durações em cada pavimento, apresentadas na Tabela 2.

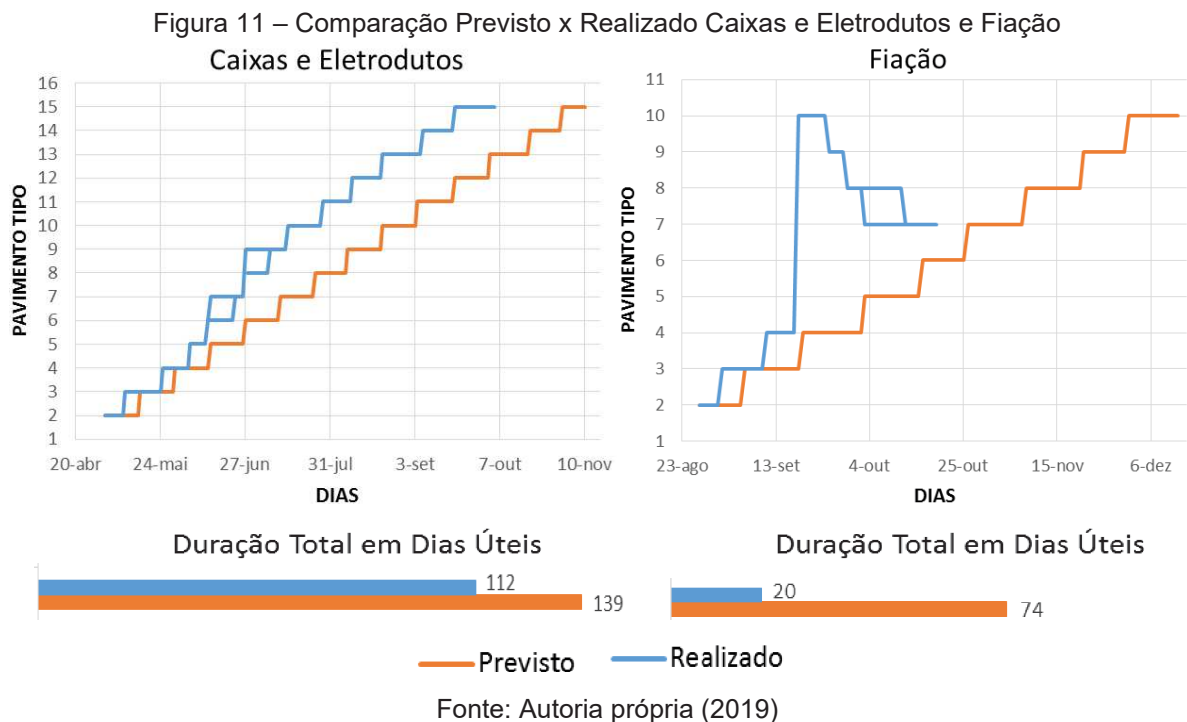
Tabela 2 – Durações em Dias úteis Alvenaria

Pavimento	Duração	
	Prevista	Realizada
TIPO 7	12	11
TIPO 8	12	19
TIPO 9	12	23
TIPO 10	12	23
TIPO 11	12	21
TIPO 12	12	31
TIPO 13	12	17
TIPO 14	12	17
TIPO 15	12	13
TIPO 16	12	12
TIPO 17	12	12
	MÉDIA	18,1

Fonte: Autoria própria (2019)

Analisando as durações realizadas, é possível perceber que apenas os pavimentos tipo 7, 16 e 17 foram executados de acordo com a duração prevista que era de 12 dias. Nos demais pavimentos as durações foram superiores, chegando a ser de 31 dias no pavimento tipo 12. Porém, mesmo assim a duração total do serviço de alvenaria dos pavimentos analisados não diferiu muito do programado, pois foram alocadas duas equipes na execução do serviço. Desta forma, enquanto acontecia a alvenaria do pavimento tipo 7 com uma equipe, também acontecia a execução da alvenaria do pavimento tipo 8.

Diferentemente dos serviços anteriores, a discordância da programação nem sempre ocorre por atrasos, em alguns casos esta pode ocorrer por adiantamento do serviço. Esta situação pode ser observada nas atividades de instalação de caixas e eletrodutos e em parte da colocação de fiação, como mostrado na Figura 11. Nelas percebe-se uma variação de mais de 20 dias na duração total de cada serviço, ressaltando a discordância deste.



Por mais que este serviço esteja adiantado, deve-se lembrar que dos nove pavimentos previstos, dois ainda devem ser realizados. Além disso, observa-se, pela linha de balanço, que o serviço de fiação está atrasado nos pavimentos tipos 5 e 6. Para a instalação de caixas e eletrodutos, percebe-se a superestimação da duração

do serviço, ou seja, a mesma tinha sido prevista para ser executada nos 16 pavimentos com uma duração de 10 dias úteis e foi executada numa média de 9,5 dias úteis.

Já na colocação da fiação, houve em certo momento, a inversão da ordem de execução dos pavimentos, ou seja, o serviço vinha sendo executado de baixo para cima e passou a ser executado do pavimento tipo 10 para baixo. Isto porque este pavimento, que era o modelo, deveria ser finalizado rapidamente, já que nele aconteceriam as visitas dos futuros compradores dos apartamentos. Após terminar o pavimento modelo, a equipe encarregada da fiação decidiu voltar a executar os pavimentos restantes de cima para baixo.

Com isso, a execução da colocação da fiação dos nove pavimentos, tipo 2 ao tipo 10, deveria ser realizada em 8 dias e foi executada em 6,4, porém dois pavimentos não foram executados. Neste serviço é possível constatar que alguns pavimentos foram entregues antes da data prevista e outros depois (Figura 11).

A Tabela 3 mostra as durações previstas e realizadas para os serviços de instalação de caixas e eletrodutos e colocação da fiação por pavimento.

Tabela 3 – Durações em Dias úteis Caixas e Eletrodutos e Fiação

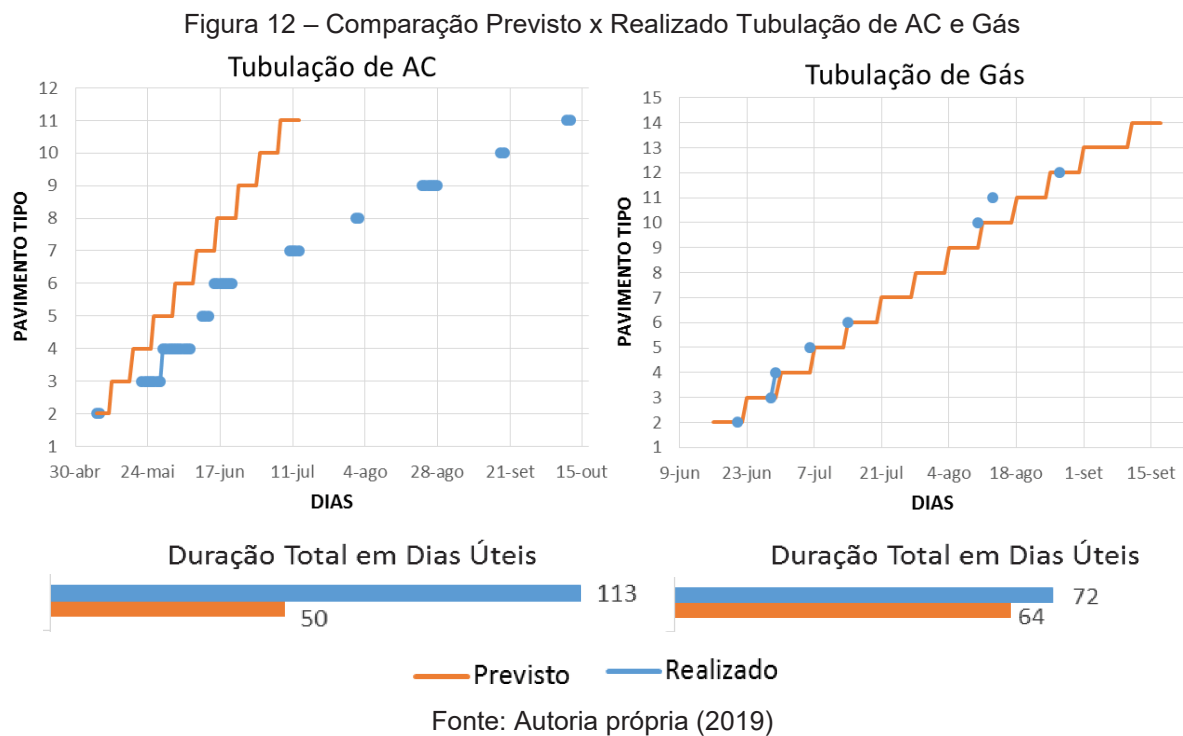
Pavimento	Caixas e Eletrodutos		Fiação	
	Duração		Duração	
	Prevista	Realizada	Prevista	Realizada
TIPO 2	10	12	8	5
TIPO 3	10	11	8	5
TIPO 4	10	7	8	5
TIPO 5	10	5	8	
TIPO 6	10	9	8	
TIPO 7	10	10	8	12
TIPO 8	10	7	8	9
TIPO 9	10	13	8	4
TIPO 10	10	10	8	5
TIPO 11	10	8		
TIPO 12	10	8		
TIPO 13	10	12		
TIPO 14	10	8		
TIPO 15	10	13		
	MÉDIA	9,5	MÉDIA	6,4

Fonte: Autoria própria (2019)



Mesmo que o serviço de caixas e eletrodutos teve duração estimada bem próxima da duração média realizada, esta pequena diferença levou a discordância total. Isso ocorreu pois a concordância é baseada nas datas de término do serviço em cada pavimento e o eletricitista costumava começar um pavimento mesmo sem terminar o anterior. Ainda nesse serviço, observa-se que há uma grande variação entre as durações realizadas. A demora na execução se deve ao eletricitista ter que diminuir o ritmo de produção, pois não havia mais frente de serviço. Por outro lado, na colocação de fiação não houve atraso por falta de frente de serviço, levando a média das durações realizadas a ser bem menor do que a prevista. Esta superestimação da duração atrelada a inversão da ordem de execução dos pavimentos também levou este serviço a discordância total.

Os serviços de instalação das tubulações de ar condicionado e gás, em alguns pavimentos foram realizados de maneiras descontínuas, como retratado na Figura 12. Isso ocorreu pois estes eram serviços terceirizados e os funcionários responsáveis pela instalação só iam para a obra quando o cliente ligava avisando quais os pavimentos estavam prontos para a execução do serviço.



Desta forma o serviço de instalação da tubulação de ar condicionado que estava previsto para ser realizado em 5 dias em cada um dos 10 pavimentos, foi

executado numa média de 3,7 dias. Já o serviço de instalação de tubulação de gás que também tinha como previsão a realização em 5 dias, foi executado em 1 dia.

Tabela 4 – Durações em Dias úteis Tubulação de AC e Gás

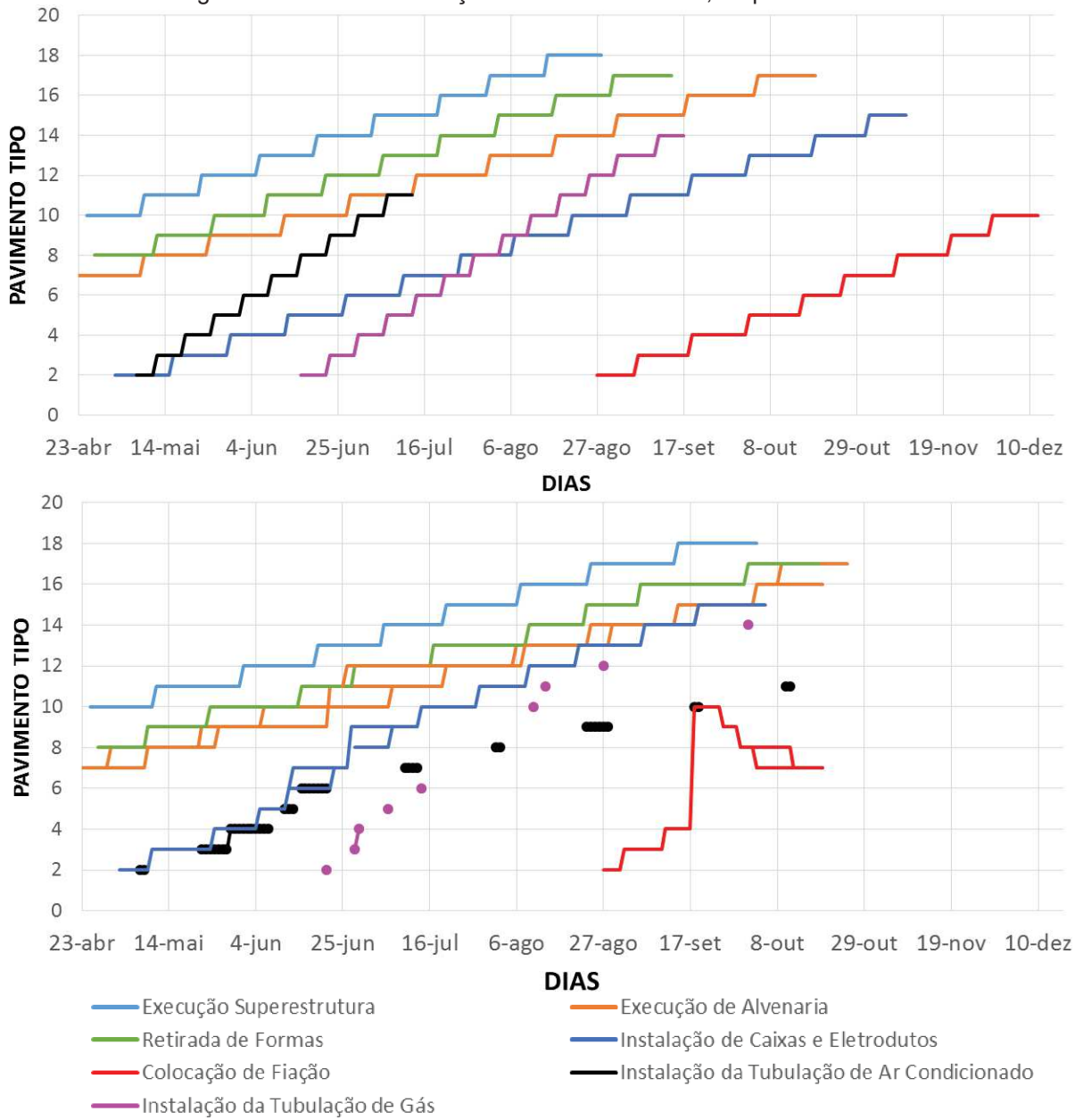
Pavimento	Tubulação de AC		Tubulação de Gás	
	Duração		Duração	
	Prevista	Realizada	Prevista	Realizada
TIPO 2	5	2	5	1
TIPO 3	5	5	5	1
TIPO 4	5	8	5	1
TIPO 5	5	3	5	1
TIPO 6	5	5	5	1
TIPO 7	5	4	5	
TIPO 8	5	2	5	
TIPO 9	5	4	5	
TIPO 10	5	2	5	1
TIPO 11	5	2	5	1
TIPO 12			5	1
TIPO 13			5	
TIPO 14			5	1
	MÉDIA	3,7	MÉDIA	1,0

Fonte: Autoria própria (2019)

Estes serviços são diferentes por serem terceirizados. Desta forma, a variação de durações é devida a estes funcionários trabalharem simultaneamente em outras obras e assim, não permaneciam na execução dos pavimentos tipo desta obra em questão. Além disso, se faz desnecessário a presença constante destes já que a média das durações realizadas foi menor que a esperada. Assim eles tinham margem para cumprir o cronograma. Porém, para que estes serviços fossem realizados era necessário que estes fossem chamados quando houvesse frente de serviço.

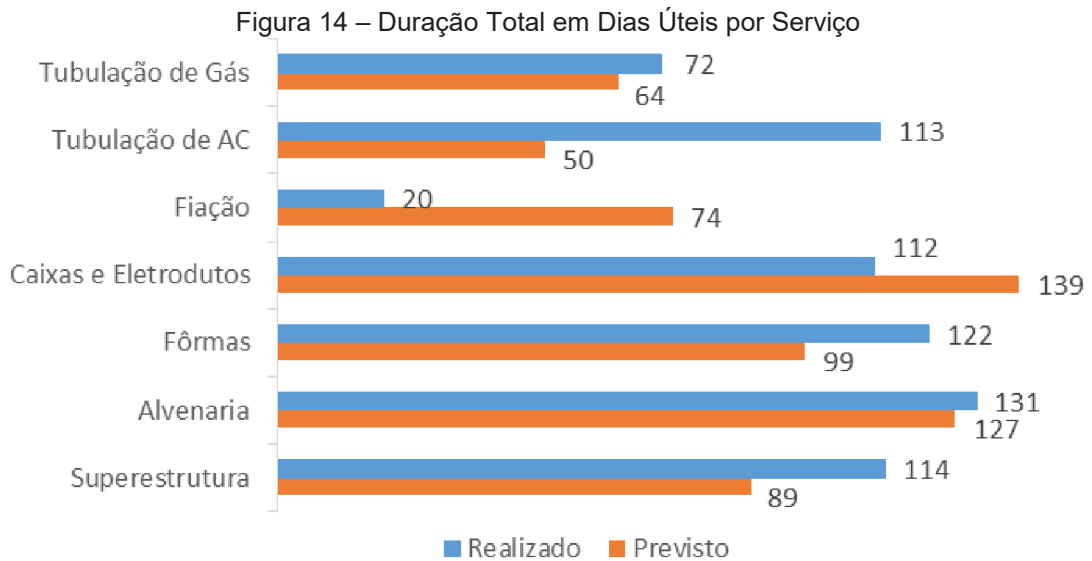
Para a visualização da linha de balanço prevista e realizada mostrando os sete serviços simultaneamente tem-se a Figura 13.

Figura 13 –Linha de Balanço Prevista e Realizada, respectivamente.



Fonte: Autoria própria (2019)

Considerando a duração total como sendo o período em dias úteis entre a data de início e a data de término de cada serviço nos pavimentos analisados, obtém-se o gráfico de barras da Figura 14.



Fonte: Autoria própria (2019)

Conforme proposto na metodologia deste trabalho, foi atribuída uma nota para cada divergência entre a execução prevista e realizada, conforme apresentado no Quadro 3 do capítulo anterior. As pontuações obtidas estão apresentadas no Apêndice B. A partir do resumo destes dados, tem-se a Tabela 5 e o gráfico apresentado na Figura 15, que mostram a discordância em dias úteis e a classe à qual cada uma pertence.

Tabela 5 – Discordância dos Serviços em Dias úteis

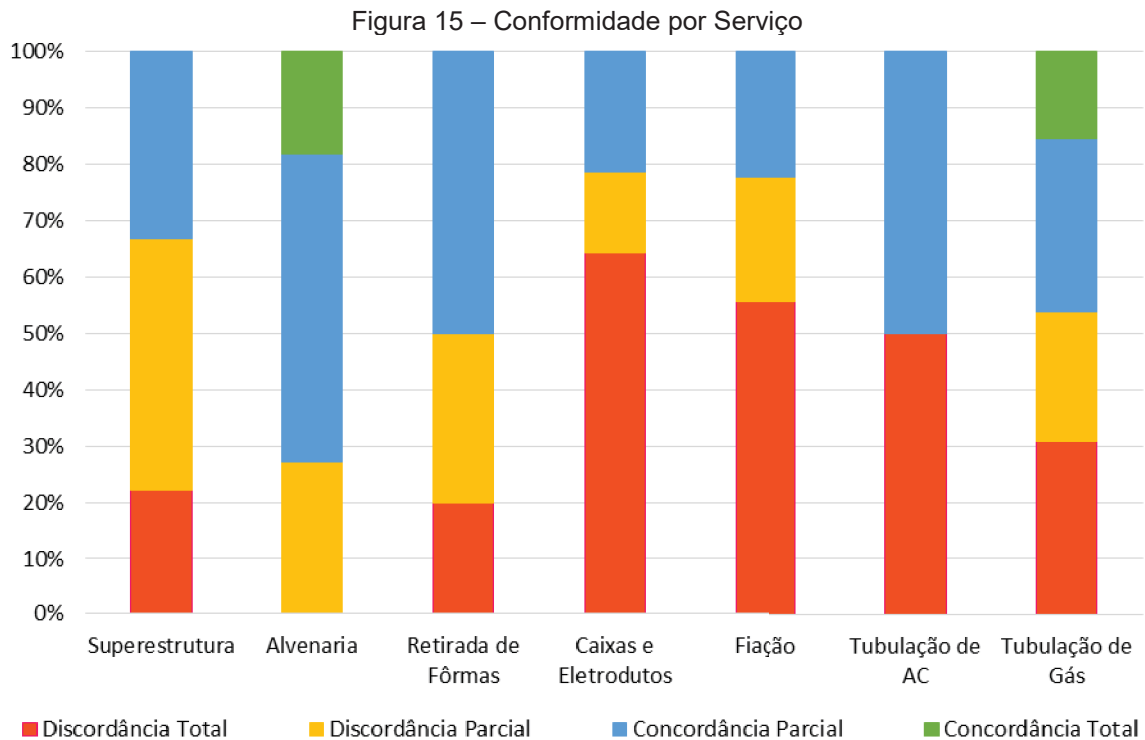
Serviço	Pavimento Tipo																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Execução de Superestrutura									2	7	9	11	12	14	17	21	25	
Execução de Alvenaria						0	1	8	7	4	5	8	12	11	10	4		
Retirada de Fôrmas							3	2	5	4	7	14	14	13	21	24		
Instalação de Caixas e Eletrodutos	2	3	6	11	12	21	21	26	26	28	30	28	30	28				
Colocação de Fiação	3	7	12	>20	>20	13	26	43	55									
Instalação da Tubulação de AC	3	6	9	8	9	20	29	42	52	64								
Instalação da Tubulação de Gás	1	1	5	5	17	>20	>20	>20	5	9	18	>20	10					

■ Discordância Total ■ Discordância Parcial ■ Concordância Parcial ■ Concordância Total

Fonte: Autoria própria (2019)

Conforme já comentado anteriormente, percebe-se que somente o serviço de alvenaria não teve discordância total, sendo o mais fiel a programação. Os serviços de superestrutura e retirada de fôrma tiveram suas durações subestimadas, por

outro lado a instalação de caixas e eletrodutos e a colocação de fiação tiveram suas durações superestimadas e os de instalação da tubulação de ar condicionado e gás eram executados segundo a demanda apresentada pelo gerente de obra.



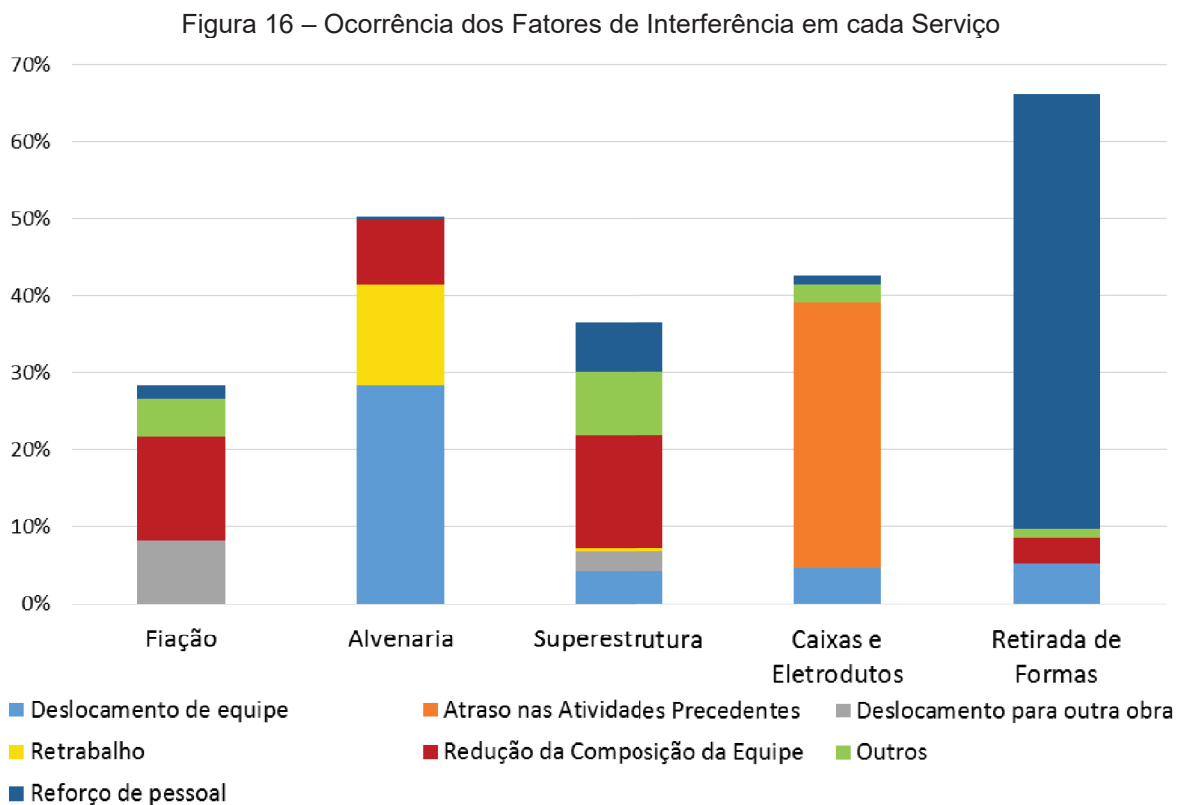
Fonte: Autoria própria (2019)

Mesmo que os serviços com maior discordância tenham sido os de instalação de caixas e eletrodutos e o de fiação, por terem ocorrido mais rápido que o previsto, estes não foram prejudiciais a programação total, já que de forma prática o importante é não terminar a obra após o prazo acordado com o cliente.

Tendo isso em vista, as instalações de tubulações de AC e gás são preocupantes por atrasar os serviços seguintes, como por exemplo o reboco e contrapiso. Da mesma maneira, a atividade de superestrutura e retirada de fôrmas, os quais são as precedentes de todos os outros serviços, estendem diretamente a duração total da obra. Havendo, pois, mais discordância que concordância com a programação e considerando os argumentos sobre a precedência de atividades, pode-se afirmar que caso este cenário não mude nos próximos pavimentos irá ocorrer o aumento da duração total para a realização do empreendimento, acarretando em posterior data de término do mesmo.

#### 4.2. ANÁLISE DE FATORES QUE AFETAM A PROGRAMAÇÃO DE OBRAS

Os fatores que interferiram no andamento dos serviços são apresentados no gráfico da Figura 16. As categorias referentes aos fatores “Projeto Incompleto” e “Falta de Material” não foram constatados em nenhum serviço e por isso não aparecem no gráfico. Além disso, a categoria “Outros” engloba situações como: manutenção da grua; condições climáticas adversas e desavenças entre trabalhadores. Além disso, os serviços de instalação de tubulação de ar condicionado e gás não aparecem por serem serviços terceirizados, nos quais não foi possível verificar nenhum destes fatores.



Os fatores de influência analisados podem aumentar a produção como em “reforço de pessoal”; ou podem impedir a produção como em: “deslocamento de equipe”, “deslocamento para outra obra”; ou ainda, somente diminuir a produção como no restante das categorias.

O fator de interferência mais constatado nos serviços de colocação de fiação e execução de superestrutura foi a redução na composição das equipes, como pode ser visualizado na Figura 16.

Quanto a colocação de fiação, após um desentendimento entre os dois funcionários que compunham a equipe, estes passaram a trabalhar em pavimentos separados e mais tarde um deles foi desligado, deixando o serviço somente a cargo do funcionário restante. Este fato explica o porquê da inversão de execução dos pavimentos observada na Figura 11.

Já na superestrutura havia uma alta rotatividade de funcionários, sendo o maior dos motivos desta rotatividade o desligamento pelo excessivo número de faltas. Este fator possivelmente fez com que as durações fossem maiores que as estimadas para a execução de cada pavimento.

Nota-se uma grande porcentagem referente a retrabalho na execução de alvenaria. Isto ocorreu pois houve uma alteração do projeto arquitetônico, no qual foram alteradas as paredes da cozinha, por determinação do cliente, havendo retrabalho em cinco pavimentos. Porém, o fator que mais influenciou neste serviço foi o deslocamento de equipes, ocorrendo quando era preciso que a alvenaria fosse executada em outros pavimentos da obra, como nos subsolos, diminuindo a produção nos pavimentos tipos. Estes fatores influenciaram na grande variação das durações presentes nesse serviço, além de justificarem o fato desse serviço se reajustar a programação depois de alguns pavimentos, já que após um período o retrabalho cessou assim como as atividades extras (Figura 10).

Por conta da superestimação das durações do serviço de instalação de caixas e eletrodutos foi preciso que o electricista interrompesse a produção do serviço, pois não era possível realizar o corte na alvenaria assim que os tijolos eram assentados, sendo necessário aguardar o tempo de pega da argamassa (Figura 11).

Devido a manutenção da grua, era necessário que todos os que estivessem trabalhando no último pavimento se retirassem, por questão de segurança; já no caso de condições climáticas adversas o frio ou vento também impediram a produção da execução de superestrutura em alguns momentos. Nesses casos, os funcionários eram realocados para outros serviços, e boa parte deles era incorporada na retirada de fôrmas, por se tratar de um serviço que não requer

especialização, e por isso o fator reforço de pessoal foi o mais presente nesse serviço. Além das realocações feitas para suprir outros serviços. Portanto a variação das durações da retirada de fôrmas, vistas na Figura 9 foram causadas por estes fatores.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho mostra-se a importância de programar e acompanhar os serviços de uma obra, especialmente se tratando de um prédio com múltiplos pavimentos. Como observado, os erros ao estimar as durações de um serviço podem levar rapidamente a discordância total da programação. Caso a duração prevista tenha sido subestimada, provavelmente ocorrerão atrasos nos serviços sucessores ou até mesmo atrasos quanto a data de término do empreendimento e caso a duração prevista tenha sido superestimada, haverá a falta de frente de serviço para os funcionários desta atividade.

O método de programação em linha de balanço foi eficaz para a análise do andamento de cada serviço, sendo possível identificar visualmente os casos de durações sub ou superestimadas além de permitir a visualização da sequência de produção dos pavimentos tipos. Desta maneira, pode-se também constatar se houveram alterações nos ritmos de produção das equipes, sendo que a variação das durações é diretamente proporcional a variação dos ritmos de produção, ou seja, quanto maior a variação das durações maior a variação dos ritmos de produção.

Quanto aos fatores de interferência da programação, tem-se que estes influenciaram fortemente a variação das durações dos serviços, principalmente os fatores referentes a realocação de funcionários ou equipes, como o deslocamento de equipes para outras obras e reforço de pessoal. Sendo que estes alteravam o ritmo de produção dos serviços.

Tendo em vista os resultados obtidos, percebe-se que houve um atraso na programação total da obra, principalmente quanto ao serviço de superestrutura, o que irá atrasar o término deste empreendimento. Também percebe-se, que os deslocamentos e redução da composição das equipes estiveram presentes na maioria dos serviços, refletindo negativamente na produção. Assim, recomenda-se incentivar os funcionários a diminuírem as faltas, além de contratar novos funcionários assim que haja dispensa dos antigos.

## 5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se para possíveis trabalhos futuros:

- Analisar as programações prevista e realizadas, sendo as durações dos serviços contabilizadas em homem-hora;
- Acompanhamento dos serviços do início ao fim de uma obra, para verificação de conformidades ao término no empreendimento;
- Mensurar a influência de cada fator de interferência na programação.

## REFERÊNCIAS

AGRAMA, Fatma A.. Multi-objective genetic optimization for scheduling a multi-storey building. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 44, p.119-128, ago. 2014. Elsevier BV.

AGRAMA, Fatma Abd El-mohye. Linear projects scheduling using spreadsheets features. **Alexandria Engineering Journal**, [s.l.], v. 50, n. 2, p.179-185, jun. 2011. Elsevier BV.

ALTUWAIM, Ayman; EL-RAYES, Khaled. Minimizing duration and crew work interruptions of repetitive construction projects. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 88, p.59-72, abr. 2018. Elsevier BV.

AMMAR, Mohammad A.. LOB and CPM Integrated Method for Scheduling Repetitive Projects. **Journal Of Construction Engineering And Management**, [s.l.], v. 139, n. 1, p.44-50, jan. 2013. American Society of Civil Engineers (ASCE).

ARDITI, David; TOKDEMIR, Onur B.; SUH, Kangsuk. Challenges in Line-of-Balance Scheduling. **Journal Of Construction Engineering And Management**, [s.l.], v. 128, n. 6, p.545-556, dez. 2002. American Society of Civil Engineers (ASCE).

ARDITI, David; TOKDEMIR, Onur B.; SUH, Kangsuk. Scheduling system for repetitive unit construction using line-of-balance technology. **Engineering, Construction And Architectural Management**, [s.l.], v. 8, n. 2, p.90-103, fev. 2001a. Emerald.

ARDITI, David; TOKDEMIR, Onur Behzat; SUH, Kangsuk. Effect of learning on line-of-balance scheduling. **International Journal Of Project Management**, [s.l.], v. 19, n. 5, p.265-277, jul. 2001b. Elsevier BV.

BAKRY, Ibrahim; MOSELHI, Osama; ZAYED, Tarek. Optimized acceleration of repetitive construction projects. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 39, p.145-151, abr. 2014. Elsevier BV.

DOLABI, Hamid Reza Zolfaghar; AFSHAR, Abbas; ABBASNIA, Reza. CPM/LOB Scheduling Method for Project Deadline Constraint Satisfaction. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 48, p.107-118, dez. 2014. Elsevier BV.

ELBELTAGI, Emad; DAWOOD, Mahmoud. Integrated visualized time control system for repetitive construction projects. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 20, n. 7, p.940-953, nov. 2011. Elsevier BV.

FORMOSO, T. C. (2001). *Planejamento e controle da produção em empresas de construção*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GERRING, John. What Is a Case Study and What Is It Good for? **American Political Science Review**, [s.l.], v. 98, n. 02, p.341-354, maio 2004. Cambridge University Press (CUP).

GOUDA, Ahmed; HOSNY, Ossama; NASSAR, Khaled. Optimal crew routing for linear repetitive projects using graph theory. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 81, p.411-421, set. 2017. Elsevier BV.

HYARI, Khalied; EL-RAYES, Khaled. Optimal Planning and Scheduling for Repetitive Construction Projects. **Journal Of Management In Engineering**, [s.l.], v. 22, n. 1, p.11-19, jan. 2006. American Society of Civil Engineers (ASCE).

KEMMER, S. L. Análise de diferentes tempos de ciclo na formulação de planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

KOZLOVSKA, Maria; MACKOVA, Daniela; SPISAKOVA, Marcela. Survey of Construction Management Documentation Usage in Planning and Construction of Building Project. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 161, p.711-715, 2016. Elsevier BV.

LESTER, Eur Ing Albert. Milestones and Line of Balance. **Project Management, Planning And Control**, [s.l.], p.179-184, 2017. Elsevier.

LIU, Shu-shun; WANG, Chang-jung. Optimizing linear project scheduling with multi-skilled crews. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 24, p.16-23, jul. 2012. Elsevier BV.

LOSSO, Iseu Reichmann; ARAÚJO, Hércules Nunes de. Application of the line of balance schedule method: case study. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16, 1996.

MÁLYUSZ, Levente; VARGA, Anita. An Estimation of the Learning Effect on Project Cost Scheduling. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 196, p.723-729, 2017. Elsevier BV.

MATEY, Trahash K. et al. A Case Study: Line of Balance (LOB) Method for High Rise Residential Project. IJARIE-ISSN Vol. 3, Issue 4, p. 1729-1736, 2017.

MATHEW, Jeeno et al. Multi Objective Optimization for Scheduling Repetitive Projects Using GA. **Procedia Technology**, [s.l.], v. 25, p.1072-1079, 2016. Elsevier BV.

PACHECO, M. T. G.; HEINECK, L. F. M. Redução do tempo de atravessamento em programação por linha de balanço através da redução da unidade de repetição sobre influência do efeito aprendido: uma visão enxuta. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, **Anais...**Fortaleza, 2008.

PRADO, R. L. Aplicação e acompanhamento da programação de obras em edifícios de múltiplos pavimentos utilizando a técnica da linha de balanço. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2002.

SU, Yi; LUCKO, Gunnar. Comparison and Renaissance of Classic Line-of-balance and Linear Schedule Concepts for Construction Industry. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 123, p.546-556, 2015. Elsevier BV.

SU, Yi; LUCKO, Gunnar. Linear scheduling with multiple crews based on line-of-balance and productivity scheduling method with singularity functions. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 70, p.38-50, out. 2016. Elsevier BV.

WANG, Ching-hwang; HUANG, Yu-chun. Controlling activity interval times in LOB scheduling. **Construction Management And Economics**, [s.l.], v. 16, n. 1, p.5-16, jan. 1998. Informa UK Limited.

ZHANG, Li-hui; ZOU, Xin. Line-of-Balance Technique. **Repetitive Project Scheduling: Theory and Methods**, [s.l.], p.11-21, 2015. Elsevier.



























## ANEXO B

Execução de Superestrutura								
Pavimento	Previsto			Realizado			Divergência	Nota
	Início	Término	Duração	Início	Término	Duração		
TIPO 10	25-abr	8-mai	10	25-abr	10-mai	11	2	9
TIPO 11	9-mai	22-mai	10	11-mai	31-mai	15	7	7
TIPO 12	23-mai	5-jun	10	1-jun	18-jun	12	9	6
TIPO 13	6-jun	19-jun	10	19-jun	4-jul	12	11	5
TIPO 14	20-jun	3-jul	10	5-jul	19-jul	11	12	4
TIPO 15	4-jul	19-jul	10	20-jul	6-ago	12	14	3
TIPO 16	18-jul	31-jul	10	7-ago	23-ago	13	17	2
TIPO 17	1-ago	14-ago	10	24-ago	13-set	14	21	0
TIPO 18	15-ago	28-ago	10	14-set	3-out	14	25	0
Execução de Alvenaria								
Pavimento	Previsto			Realizado			Divergência	Nota
	Início	Término	Duração	Início	Término	Duração		
TIPO 7	23-abr	8-mai	12	23-abr	8-mai	11	0	10
TIPO 8	9-mai	24-mai	12	30-abr	25-mai	19	1	10
TIPO 9	25-mai	11-jun	12	22-mai	21-jun	23	8	6
TIPO 10	12-jun	27-jun	12	6-jun	6-jul	23	7	7
TIPO 11	28-jun	13-jul	12	21-jun	19-jul	21	4	8
TIPO 12	14-jul	31-jul	12	26-jun	7-ago	31	5	8
TIPO 13	1-ago	16-ago	12	6-ago	28-ago	17	8	6
TIPO 14	17-ago	31-ago	12	24-ago	18-set	17	12	4
TIPO 15	1-set	17-set	12	14-set	2-out	13	11	5
TIPO 16	18-set	4-out	12	3-out	19-out	12	10	5
TIPO 17	5-out	19-out	12	9-out	25-out	12	4	8
Retirada de Fôrmas								
Pavimento	Previsto			Realizado			Divergência	Nota
	Início	Término	Duração	Início	Término	Duração		
TIPO 8	27-abr	11-mai	10	27-abr	8-mai	7	3	9
TIPO 9	12-mai	25-mai	10	9-mai	23-mai	11	2	9
TIPO 10	26-mai	7-jun	10	24-mai	14-jun	16	5	8
TIPO 11	8-jun	21-jun	10	15-jun	27-jun	9	4	8
TIPO 12	22-jun	5-jul	10	28-jun	16-jul	13	7	7
TIPO 13	6-jul	19-jul	10	17-jul	8-ago	17	14	3
TIPO 14	20-jul	2-ago	10	9-ago	22-ago	10	14	3
TIPO 15	3-ago	16-ago	10	23-ago	4-set	9	13	4
TIPO 16	17-ago	30-ago	10	5-set	30-set	17	21	0
TIPO 17	31-ago	14-set	10	1-out	18-out	13	24	0

Instalação de Caixas e Eletrodutos								
Pavimento	Previsto			Realizado			Divergência	Nota
	Início	Término	Duração	Início	Término	Duração		
TIPO 2	2-mai	15-mai	10	2-mai	17-mai	12	2	9
TIPO 3	16-mai	29-mai	10	10-mai	24-mai	11	3	9
TIPO 4	30-mai	12-jun	10	25-mai	4-jun	7	6	7
TIPO 5	13-jun	26-jun	10	5-jun	11-jun	5	11	5
TIPO 6	27-jun	10-jul	10	12-jun	22-jun	9	12	4
TIPO 7	11-jul	24-jul	10	13-jun	26-jun	10	21	0
TIPO 8	25-jul	6-ago	10	28-jun	6-jul	7	21	0
TIPO 9	7-ago	20-ago	10	27-jun	13-jul	13	26	0
TIPO 10	21-ago	3-set	10	14-jul	27-jul	10	26	0
TIPO 11	4-set	18-set	10	28-jul	8-ago	8	28	0
TIPO 12	19-set	2-out	10	9-ago	20-ago	8	30	0
TIPO 13	3-out	17-out	10	21-ago	5-set	12	28	0
TIPO 14	18-out	31-out	10	6-set	18-set	8	30	0
TIPO 15	1-nov	16-nov	10	19-set	5-out	13	28	0
Colocação de Fiação								
Pavimento	Previsto			Realizado			Divergência	Nota
	Início	Término	Duração	Início	Término	Duração		
TIPO 2	27-ago	5-set	8	27-ago	31-ago	5	3	9
TIPO 3	6-set	18-set	8	1-set	10-set	5	7	7
TIPO 4	19-set	2-out	8	11-set	17-set	5	12	4
TIPO 5	3-out	15-out	8				>20	0
TIPO 6	16-out	25-out	8				>20	0
TIPO 7	26-out	7-nov	8	3-out	19-out	12	13	4
TIPO 8	8-nov	20-nov	8	29-set	11-out	9	26	0
TIPO 9	21-nov	30-nov	8	25-set	28-set	4	43	0
TIPO 10	1-dez	12-dez	8	18-set	24-set	5	55	0
Instalação da tubulação de Ar Condicionado								
Pavimento	Previsto			Realizado			Divergência	Nota
	Início	Término	Duração	Início	Término	Duração		
TIPO 2	7-mai	11-mai	5	7-mai	8-mai	2	3	9
TIPO 3	12-mai	18-mai	5	22-mai	28-mai	5	6	7
TIPO 4	19-mai	25-mai	5	29-mai	7-jun	8	9	6
TIPO 5	26-mai	1-jun	5	11-jun	13-jun	3	8	6
TIPO 6	2-jun	8-jun	5	15-jun	21-jun	5	9	6
TIPO 7	9-jun	15-jun	5	10-jul	13-jul	4	20	0
TIPO 8	16-jun	22-jun	5	1-ago	2-ago	2	29	0
TIPO 9	23-jun	29-jun	5	23-ago	28-ago	4	42	0
TIPO 10	30-jul	6-jul	5	18-set	19-set	2	52	0
TIPO 11	7-jul	13-jul	5	10-out	11-out	2	64	0

Instalação da Tubulação de Gás								
Pavimento	Previsto			Realizado			Divergência	Nota
	Início	Término	Duração	Início	Término	Duração		
TIPO 2	16-jun	22-jun	5	21-jun	21-jun	1	1	10
TIPO 3	23-jun	29-jun	5	28-jun	28-jun	1	1	10
TIPO 4	30-jun	6-jul	5	29-jun	29-jun	1	5	8
TIPO 5	7-jul	13-jul	5	6-jul	6-jul	1	5	8
TIPO 6	14-jul	20-jul	5	14-ago	14-ago	1	17	2
TIPO 7	21-jul	27-jul	5				>20	0
TIPO 8	28-jul	3-ago	5				>20	0
TIPO 9	4-ago	10-ago	5				>20	0
TIPO 10	11-ago	17-ago	5	10-ago	10-ago	1	5	8
TIPO 11	18-ago	24-ago	5	13-ago	13-ago	1	9	6
TIPO 12	25-ago	31-ago	5	27-set	27-set	1	18	1
TIPO 13	1-set	10-set	5				>20	0
TIPO 14	11-set	17-set	5	1-out	1-out	1	10	5