

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACOC
I CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO ENXUTA**

IZABELE GALVÃO DE MELO CHROPACZ

**UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA LINHA DE BALANÇO NO
PLANEJAMENTO DE UM CONDOMÍNIO HORIZONTAL**

MONOGRAFIA

CURITIBA

2015

IZABELE GALVÃO DE MELO CHROPACZ

**UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA LINHA DE BALANÇO NO
PLANEJAMENTO DE UM CONDOMÍNIO HORIZONTAL**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Construção Enxuta, do Departamento de Construção Civil - DACOC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto

CURITIBA

2015



TERMO DE APROVAÇÃO

UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA LINHA DE BALANÇO NO PLANEJAMENTO DE
UM CONDOMÍNIO HORIZONTAL

por

IZABELE GALVÃO DE MELO CHROPACZ

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Construção Enxuta, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto (orientador)
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus
Curitiba.

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus
Curitiba.

Profa. Dra. Clarice Farian de Lemos
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus
Curitiba.

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Aos meus colegas de turma.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

CHROPACZ, Izabele Galvão de Melo. **Utilização da Ferramenta linha de Balanço no planejamento de um condomínio Horizontal**. 2015. 26. Monografia Especialização em Construção Enxuta - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Este trabalho apresenta a aplicação técnica da Linha de Balanço (LDB) como ferramenta para o planejamento do projeto de um condomínio com 19 sobrados. Este condomínio possui 2 modelos de sobrados, 10 sobrados tipo A e 9 sobrados do tipo B, assim, o projeto apresenta um conjunto de atividades que serão repetidas por diversas vezes até a conclusão da obra, característica necessária para a utilização da ferramenta. O uso da metodologia da LDB vem crescendo no Brasil devido a suas vantagens no planejamento e controle das atividades, em relação a outras formas de programação por possuir visualização gráfica muito clara para utilização no canteiro de obras. O trabalho aborda também as etapas para aplicação da LDB, desde a determinação da unidade básica até a construção efetivamente das linhas. No final do trabalho são discutidos os problemas ocorridos durante o planejamento, vantagens e desvantagens da utilização do método neste tipo de empreendimento.

Palavras-chave: Planejamento. Linha de balanço. Construção enxuta. Planejamento de obras. Construção.

ABSTRACT

CHROPACZ, Izabele Galvão de Melo. **BALANCE SHEET LINE TOOL USE IN PLANNING A HORIZONTAL CONDOMINIUM. 2015.** 26. Monografia Especialização em Construção Enxuta - Federal Technology University - Paraná. Curitiba, 2015.

This work presents the technical implementation of the Balance Line (LDB) as a tool for project planning a condominium with 19 houses. This condo has 2 models of houses, 10 houses type A and 9 houses type B, so the project has a set of activities that will be repeated several times until the completion of the work, a characteristic required for the use of the tool. The use of LDB methodology is growing in Brazil because of its advantages in the planning and control of activities in relation to other forms of programming have very clear graphic display for use in the construction site. The work also covers the steps for implementation of the LDB, since the determination of the basic unit to the construction of the lines effectively. At the end of work problems are discussed which occurred during the planning, advantages and disadvantages of using the method in this type of venture.

Keywords: Planning. Balance line. Lean construction. Planning works, Construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Modelo de gráfico da LDB..... | 20 |
| Figura 2 - Implantação do Empreendimento | 23 |
| Figura 3 – Gráfico_R04 – Quarto lançamento..... | 24 |
| Gráfico 1 - Gráfico_R01 – Primeiro lançamento..... | 20 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Relação de Atividades..... | 24 |
|---------------------------------------|----|

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 18 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 19 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 21 |
| 4 ESTUDO DE CASO..... | 22 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 24 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 25 |
| REFERÊNCIAS..... | 26 |

1 INTRODUÇÃO

Planejamento e controle podem ser a chave para o sucesso de uma construtora (MENDES JR., 1999 apud SANVIDO; PALSON, 1992; LAUFER; COHENCA, 1990). Quanto mais informações têm-se durante o processo de construção e planejamento, com maior facilidade e exatidão serão tomadas as decisões. Os benefícios para a obra com o planejamento antes do seu início e os ajustes deste ao longo da execução, visando sempre otimizar os processos, utilizando ferramentas ou simplesmente alterando posições no canteiro, são essenciais para o bom funcionamento do projeto. Como uma obra contém um número muito grande de variáveis, é difícil prever com muita antecedência todos os imprevistos, assim, no planejamento deve-se utilizar uma ferramenta que possua flexibilidade para tais mudanças, com eficácia e rapidez.

Estes princípios são utilizados na produção enxuta, propostas em 1990 por Womack e Jones (MOURA; HEINECK, 2014 apud WOMACK; JONES, 1992). O conceito de construção enxuta surgiu em 1992 com o trabalho seminal de Koskela, quando nasceram seus princípios para aplicação da produção enxuta na construção.

A filosofia da construção enxuta tem como principal foco criar valor para os clientes, melhorar as operações em pequenos passos e continuamente o objetivo de reduzir os desperdícios, seja de tempo, material ou dinheiro (MOURA; HEINECK, 2014).

Uma das ferramentas do *lean construction* é a Linha de Balanço que é uma técnica eficaz no planejamento e controle de projetos com atividades repetitivas.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a aplicabilidade da ferramenta Linha de Balanço na utilização em condomínio horizontal, tendo em vista que a maior parte dos estudos é feita em obras verticais, e também, verificar as vantagens e desvantagens do sistema, visando possível implantação em obras de uma construtora. Nesta, como em muitas construtoras, o planejamento das obras não possui um sistema, e é feito para um curto período de tempo, baseado em relatórios e experiência dos gerentes de obras. Raramente há informações gravadas, a fim de evitar repetições nos erros, item indispensável na aplicação do *lean construction*, qual propõe à aprendizagem e à melhoria contínua.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Mendes Jr. (1999) podemos classificar as tarefas como não repetitivas, ou seja, as mesmas tarefas são realizadas em locais com geometria e condições distintas, e tarefas repetitivas, que são executadas nas mesmas condições em vários locais, estas também podem configurar o que se conhece por projetos de construção lineares.

A LDB propõe que as atividades sejam executadas linearmente, ou seja, com um ciclo contínuo. Já a inclinação da reta caracteriza a produtividade do serviço, quanto maior o ângulo de inclinação da reta, maior a produtividade (MAGALHÃES; SOUZA; VOLTA, 2014 apud MATTOS, 2010).

Para a definição do ritmo, ou produtividade do serviço, serão necessários dados como quantidade de serviço, índices de produtividade e equipe de mão de obra disponível (MAGALHÃES, I. A.; SOUZA, L. V. F.; VOLTA, C. B, 2014 apud LIMMER, 2013).

Com os dados descritos anteriormente será possível traçar o gráfico dos serviços de uma obra, considerando-se na abscissa o tempo e na ordenada os andares ou locais de execução do serviço, conforme mostra figura 1. Neste fica claro visualizar os ciclos do serviço e qual o tempo para conclusão do serviço no local necessário. Caso o tempo identificado não atenda as necessidades, será necessário aumentar a equipe para que a linha fique mais inclinada e conseqüentemente o tempo será menor.

No primeiro lançamento dos dados, haverá algumas linhas se cruzando, considerando que possuem ritmos de execução diferentes, assim, caso sejam atividades dependentes ou predecessoras, uma dependerá que a outra esteja concluída para ocorrer, como por exemplo, não poderá haver reboco de paredes, caso a alvenaria não esteja executada, e assim por diante.

Segundo MOURA e HEINECK (2014 apud MENDES JR.; HEINECK, 1999) o desbalanceamento de ritmos de produção acontece quando a curva de produção de um processo intercepta a curva de um ou mais processos posteriores devido à diferença de inclinação entre as linhas e pela abertura no tempo insuficiente. A

busca da eliminação do tempo ocioso entre as atividades, sugerindo que todas tenham ritmos parecidos (balanceados) é o objetivo da LDB.

Ao se “programar” a obra para trabalhar com o ritmo padronizado, haverá execução das atividades sem interrupções, apropriado tempo de folga, redução da variabilidade com melhor utilização dos recursos e mão de obra, maior garantia do prazo de finalização da obra, além de aumento da transparência do processo (MOURA e HEINECK, 2014 apud DEPEXE et al., 2006). A consequência será reduzir desperdício, reduzir as atividades que não agregam valor ao processo e comprimir o tempo do ciclo. Na linha de balanço é possível fazer a explosão das atividades e insumos, facilitando o planejamento de curto e médio prazo (MOURA; HEINECK, 2014).

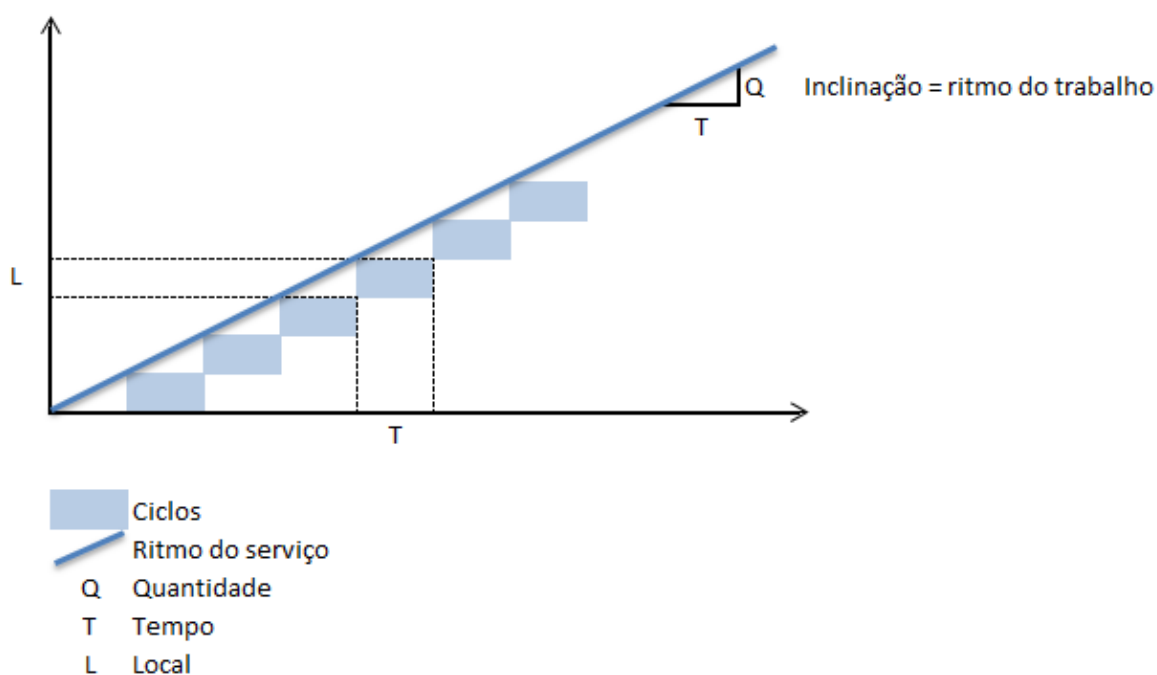


Figura 1 - Modelo de gráfico da LDB

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para cumprir os objetivos deste trabalho foi escolhido o método de estudo de caso. Segundo Fachin (2001) o estudo de caso é caracterizado por ser um estudo intensivo, levando-se em consideração a compreensão como um todo do assunto investigado. Todos os aspectos são investigados e quando o estudo é intensivo, podem ser descobertas observações que de outra forma não conseguiriam ser detectadas. Sua principal função é a explicação sistemática dos fatos que ocorrem no contexto social e geralmente se relacionam com uma multiplicidade de variáveis.

Segundo Gil (2002, p. 137) há um conjunto de etapas que podem ser seguidas na maioria das pesquisas definidas como estudo de caso:

- formulação do problema;
- definição da unidade-caso;
- determinação do número de casos;
- elaboração do protocolo;
- coleta de dados;
- avaliação e análise dos dados;
- preparação do relatório.

Estas etapas são a base da aplicação da pesquisa apresentada na próxima seção. Segundo Yin (1989, p. 19) o Estudo de Caso é caracterizado pela capacidade de lidar com uma completa variedade de evidências - documentos, artefatos, entrevistas e observações.

4 ESTUDO DE CASO

Segundo Mendes Jr. e Heineck (1997) para desenvolver uma linha de balanço serão necessários os seguintes passos:

1. Definir as atividades a serem programadas e suas precedências;
2. Obter as quantidades de serviços a serem executadas;
3. Definir o tamanho das equipes, a produtividade e a duração das atividades;
4. Definir o prazo da obra e datas, marcos importantes;
5. Programar as atividades, considerando uma equipe por atividade;
6. Modificar a programação para atender os objetivos. Esta etapa pode ser realizada em conjunto com a 5.

Estes serão seguidos, porém adaptados para a realidade da obra em questão. O condomínio pode-se classificar, em partes, como um projeto de construção linear uma vez que possui 10 sobrados do tipo A e 9 sobrados do tipo B, ou seja 2 layouts diferentes.

A ferramenta Linha de Balanço visa considerar estas repetições de maneira clara, tanto para a equipe de produção, quanto para a equipe de planejamento. Com ela é possível verificar qual serviço deve ser executado em cada parte da edificação, numa determinada data.

Outra vantagem da LDB é facilidade na reprogramação da obra, pois como a obra é muito dinâmica, talvez um equipamento que previamente não seria utilizado passa a ser viável, ou então há a disponibilidade de mais uma equipe para determinado serviço.

O condomínio possui 19 residências de alto padrão, com subsolo, térreo, 2º pavimento, cobertura e área útil de aproximadamente 220m². Área total do empreendimento 5.951,52m² conforme mostra a figura 2.



Figura 2 - Implantação do Empreendimento

Primeiramente a obra foi dividida em 4 etapas:

- Etapa I casas 11,12,13,14 – Casas Tipo B
- Etapa II Casas 15,16,17,18,19 – Casas Tipo B
- Etapa III Casas 1,2,3,4,5 – Casas Tipo A
- Etapa IV Casas 6, 7,8,9,10 – Casas Tipo A

O processo executivo está apresentado em etapas sequenciais de execução, conforme a Tabela 1 - Relação de Atividades. Nela também são demonstradas as atividades predecessoras. As atividades anteriores à alvenaria, não foram consideradas nesta LDB.

As quantidades de serviços foram levantadas para uma unidade do tipo A e uma do tipo B, e para todos os serviços a partir dos projetos da obra como arquitetura, hidrossanitário, elétrico, etc. Na Tabela 2 - Quantidade de serviço - Alvenaria foram levantadas as quantidades de serviço de alvenaria como exemplo.

Tabela 1 - Relação de Atividades

| ÍTEM | ATIVIDADE | PREDECESSORA |
|------|---|--------------|
| 1 | Alvenarias | - |
| 2 | Rede Hidrossanitária embutida | 1 |
| 3 | Rede Elétrica Embutida | 1 |
| 4 | Emboço Interno de Paredes | 2,3 |
| 5 | Chumbar Contramarcos | 4 |
| 6 | Lastro Concreto / Tubulações Elétricas e Hidráulicas enterradas e tetos | 2 |
| 7 | Impermeabilização | 4 |
| 8 | Previsão de ar condicionado | 1 |
| 9 | Emboço Externo | 5 |
| 10 | Cobertura | 4 |
| 11 | Rede de gás | 12 |
| 12 | Pisos Cimentados | 6,4 |
| 13 | Alimentação e Montagem de Quadros e hidráulica Cobertura | 4 |
| 14 | Revestimento porcelanato e azulejos | 12 |
| 15 | Forros de Gesso | 13 |
| 16 | Acabamento de Escadaria | 12 |
| 17 | Pintura Interna 1ª Fase | 15 |
| 18 | Pintura Externa e Revestimentos | 9 |
| 19 | Esquadria de Madeira | 17 |
| 20 | Colocação de Tampos e Banheiras | 17 |
| 21 | Esquadrias de Alumínio | 17 |
| 22 | Guarda – Corpos | 17 |
| 23 | Limpeza | 22 |
| 24 | Pintura Interna 2ª Fase | 17 |
| 25 | Acabamentos Elétricos/Telefônicos e Equipamentos | 24 |
| 26 | Aparelhos/Louças/Tampos/Metais/Acessórios | 24 |
| 27 | Piso Laminado | 23 |
| 28 | Paisagismo | 18 |

Tabela 2 - Quantidade de serviço - Alvenaria

| SERVIÇO | UN | SUBSOLO | TÉRREO | 2º PAVIMENTO | COBERTURA |
|-------------------|----|---------|--------|--------------|-----------|
| Alvenarias | | | | | |
| Tipo A | | | | | |
| Alvenaria 11,5cm | m² | 38,77 | 75,35 | 114,75 | 67,21 |
| Alvenaria 14cm | m² | 9,39 | 7,95 | 39,38 | 28,12 |
| Alvenaria 19cm | m² | 11,01 | 23,24 | 0 | 0 |
| Tipo B | | | | | |
| Alvenaria 11,5cm | m² | 57,69 | 84,41 | 118,99 | 100,57 |
| Alvenaria 14cm | m² | 14,97 | 18,95 | 24,44 | 83,72 |
| Alvenaria 19cm | m² | 21,49 | 7,95 | 7,49 | 0 |

Para a definição da duração das atividades e quantidade de equipes foram consideradas as produtividades (Equação 1), de acordo com a Tabela de Composição de Preços para Orçamento (TCPO, 2014).

$$\text{Duração da atividade} = \frac{\text{quantidade} \cdot \text{produtividade}}{\text{recursos} \cdot \text{jornada}} \quad \text{Equação. 1}$$

Foram utilizadas as durações médias por residência, considerando que cada pavimento possui uma quantidade diferente de serviços (Equação 2).

$$\text{Duração média da atividade} = \frac{\text{soma das durações por pavimento}}{\text{n}^{\circ} \text{ de pavimentos}} \quad \text{Equação 2}$$

Os cálculos das durações dos serviços são demonstrados na

, utilizando o serviço alvenaria como exemplo. Porém, este processo foi feito para a determinação da duração de todos os serviços.

No caso em questão foram considerados os sobrados como se tivessem 4 pavimentos, subsolo, térreo, 2º pavimento e cobertura.

Tendo as durações das atividades, foi possível estipular o prazo necessário para a conclusão de cada atividade, conforme a **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Com o prazo de cada atividade, foi possível iniciar o lançamento das datas e adequações de acordo com os objetivos pré-estabelecidos e finalmente a montagem dos gráficos. Para os lançamentos das datas foram desconsiderados finais de semana e feriados e para a elaboração dos gráficos foi utilizada o programa Excel 2010. Foram quatro revisões até os gráficos finais (Gráfico 1 e 2).

Tabela 3 - Determinação das durações de serviço - Alvenaria

| ATIVIDADE | UN | QTDE SUB | QTDE TÉRREO | QTDE 2º PAV | | QTDE COB | RECURSOS | | PRODUTIVIDADE | | JORNADA | | DURAÇÃO SUB | DURAÇÃO TÉRREO | DURAÇÃO 2º PAV | DURAÇÃO COB | DURAÇÃO MÉDIA | | |
|-------------------|----|----------|-------------|-------------|--|----------|----------|-----------|---------------|------|---------|----|-------------|----------------|----------------|-------------|---------------|------|--|
| | | | | | | | # | NOME | # | UN | # | UN | | | | | # | UN | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alvenarias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alvenaria 11,5cm | m² | 38,77 | 75,35 | 114,75 | | 67,21 | 4 | pedreiros | 0,64 | h/m² | 8 | h | 0,78 | 1,51 | 2,3 | 1,34 | 1,48 | dias | |
| Alvenaria 14cm | m² | 9,39 | 7,95 | 39,38 | | 28,12 | 4 | pedreiros | 0,75 | h/m² | 8 | h | 0,22 | 0,19 | 0,92 | 0,66 | 0,50 | dias | |
| Alvenaria 19cm | m² | 11,01 | 23,24 | 0,00 | | 0,00 | 4 | pedreiros | 0,79 | h/m² | 8 | h | 0,27 | 0,57 | 0 | 0 | 0,42 | dias | |
| Tipo B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alvenaria 11,5cm | m² | 57,69 | 84,41 | 118,99 | | 100,57 | 4 | pedreiros | 0,64 | h/m² | 8 | h | 1,15 | 1,69 | 2,38 | 2,01 | 1,81 | dias | |
| Alvenaria 14cm | m² | 14,97 | 18,95 | 24,44 | | 83,72 | 4 | pedreiros | 0,75 | h/m² | 8 | h | 0,35 | 0,44 | 0,57 | 1,96 | 0,83 | dias | |
| Alvenaria 19cm | m² | 21,49 | 7,95 | 7,49 | | 0,00 | 4 | pedreiros | 0,79 | h/m² | 8 | h | 0,53 | 0,2 | 0,18 | 0 | 0,30 | dias | |

Tabela 4 - Prazos das atividades - Alvenaria

| ATIVIDADE | DURAÇÃO CASA B (por andar) | DURAÇÃO CASAS 11,12,13,14 | SUB B | TÉRREO B | 2º PAV B | COB B | FIM | DURAÇÃO CASAS 15,16,17,18,19 | SUB B 1 | TÉRREO B 1 | 2º PAV B 1 | COB B 1 | FIM 1 |
|------------|----------------------------|---------------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|------------------------------|----------|------------|------------|----------|-----------|
| Alvenarias | 2,94 | 11,76 | 6-abr-15 | 21-abr-15 | 6-mai-15 | 21-mai-15 | 5-jun-15 | 14,70 | 6-mai-15 | 26-mai-15 | 15-jun-15 | 3-jul-15 | 23-jul-15 |

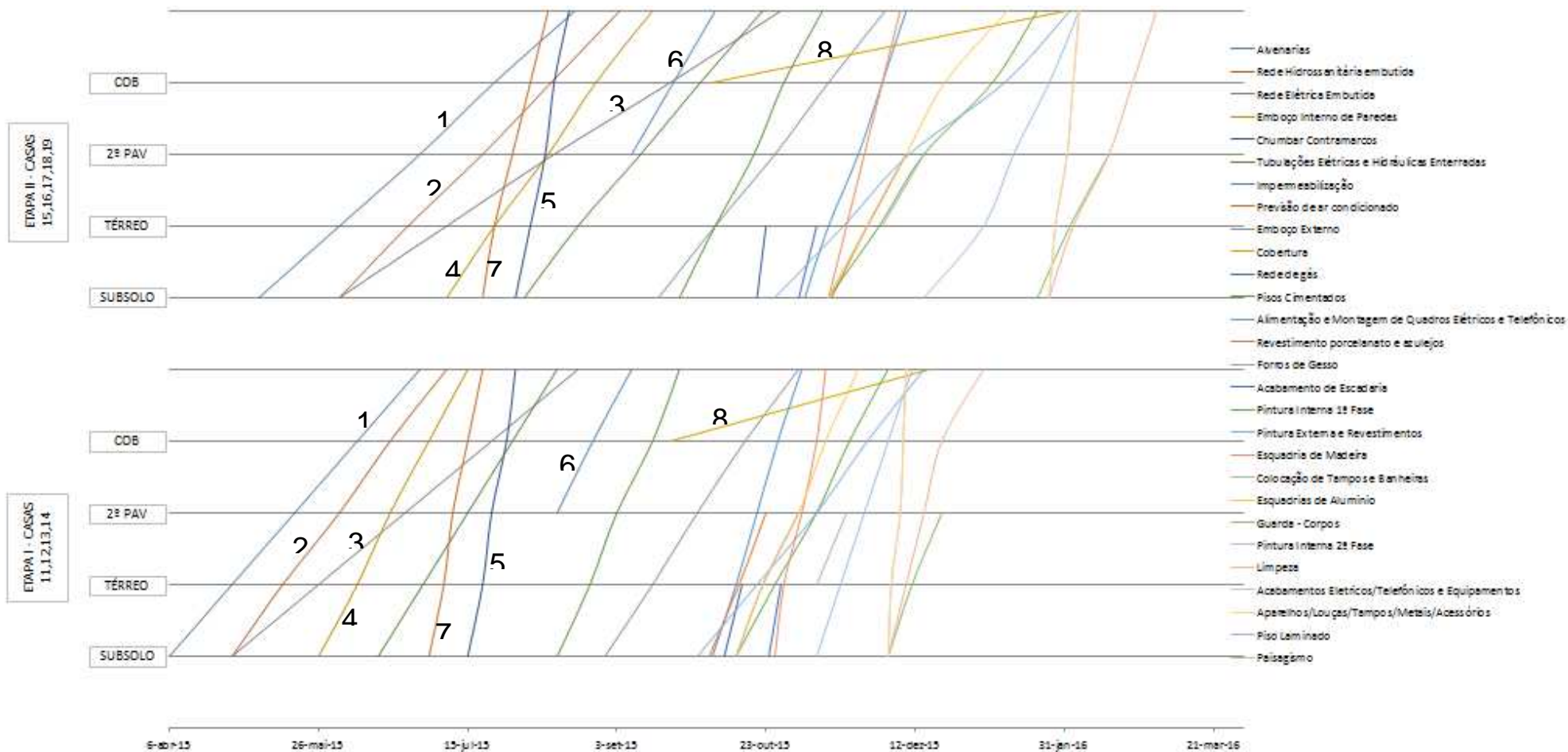


Gráfico 1 - Gráfico_R01 – Primeiro lançamento

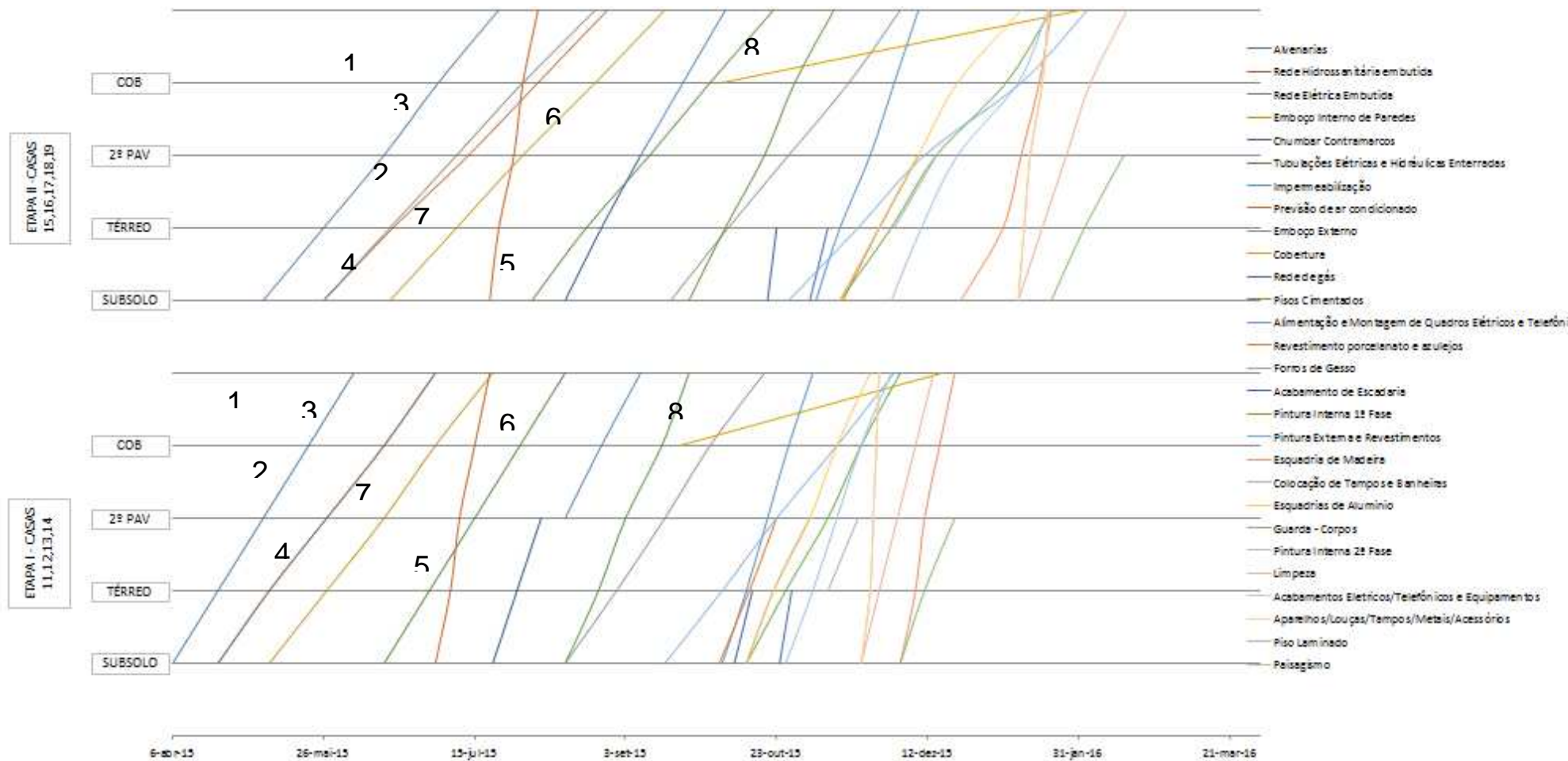


Gráfico 2 - Gráfico_R02 - Segundo lançamento

Para adequação das datas, algumas variáveis poderiam ser alteradas, como:

- Aumentar ou diminuir número de trabalhadores;
- Aumentar ou diminuir equipes;
- Alterar datas de início dos serviços;
- Alteração da produtividade por funcionário, tendo sido verificada a diferença do planejado com o real, após o início do serviço na obra.

Como as atividades eram executadas em andares distintos, subsolo, térreo, 2º pavimento e cobertura, mesmo sendo atividades dependentes, foi possível considerar o início dos serviços de hidráulica e elétrica no subsolo, enquanto a equipe de alvenaria executava o andar térreo. Assim muitas vezes foi possível adiantar o início das atividades, porém era necessário verificar a continuidade do serviço, ou seja, caso a atividade de elétrica e hidráulica fosse mais rápida que a da alvenaria, poderiam haver equipes paradas, para tanto, a visualização no gráfico contribuiu muito, pois caso as atividades fossem dependentes elas não poderiam se cruzar.

Conforme descrito por Moura e Heineck (2014, apud ARDITI; ALBULAK, 1986) a transparência alcançada pela visualização da linha de balanço pode ser prejudicada pela quantidade de linhas no gráfico, pois podem ser muitas em planejamento de grandes obras com muitas atividades. Esta desvantagem é contornada pela utilização de gráficos coloridos ou formação de células de produção.

Comparando então os gráficos R01 e R02(Gráficos 1 e 2) pode-se constatar:

1. Alvenaria - na Figura 3 o gráfico está mais inclinado, pois aumentou-se o nº de funcionários, aumentando assim a produtividade do serviço.
2. Rede Hidrossanitária Embutida – o fim deste serviço foi adiantado, pois esta interligado com a alvenaria.
3. Rede Elétrica Embutida – Após o início do serviço observou-se uma produtividade diferente da inicialmente considerada pela TCPO (PINI, 2014), assim foi alterada a produtividade de acordo com a obra e também reduzido o número de eletricitistas. Este serviço deve “caminhar” juntamente com o serviço 2 pois, o serviço seguinte Emboço interno depende da elétrica e da hidráulica.
4. Emboço interno de paredes – Assim que as hidráulicas e elétricas estiverem no térreo, será iniciado o emboço do subsolo. Também foi diminuído um

funcionário para que a inclinação da reta se assemelhe com os serviços anteriores e também não cruzam as retas dos serviços predecessores.

5. Chumbar contramarcos – por se tratar de sobrados, para facilitar a execução foi considerada a instalação após a execução do emboço interno. Como o serviço é relativamente rápido, foi possível utilizar apenas uma equipe para as duas etapas.

6. Impermeabilização – Com o gráfico, foi possível observar a demora para início deste serviço.

7. Previsão para ar condicionado – Este serviço, por depender apenas da alvenaria também poderia ter iniciado antes. Não há problemas em cruzar com outros serviços, pois este é dependente apenas da alvenaria.

8. Cobertura – início também tardio devido atrasos nas contratações e entrega de materiais.

É muito interessante como no gráfico (Figura 3) algumas falhas, principalmente em relação a demora no início de algumas atividades, ficam bem claras.

Na Figura 4 é possível verificar que, como os primeiros serviços demoraram para iniciar, o mesmo erro não pode ocorrer com as últimas atividades, pois caso contrário, o prazo final não será cumprido.

Já no Gráfico R1 foi observado uma sequência nos gráficos, por exemplo na instalação de contramarcos, o final da instalação do contramarco da fase I coincide com o início da instalação na fase II, assim é possível utilizar uma equipe para as duas fases.

Ainda no gráfico R3 (Gráfico 3) há uma falta de linearidade nos serviços, causadas pela recessão dos feriados do fim do ano.

Figura 3 – Gráfico_R04 – Quarto lançamento

Falta de linearidade devido feriados do fim

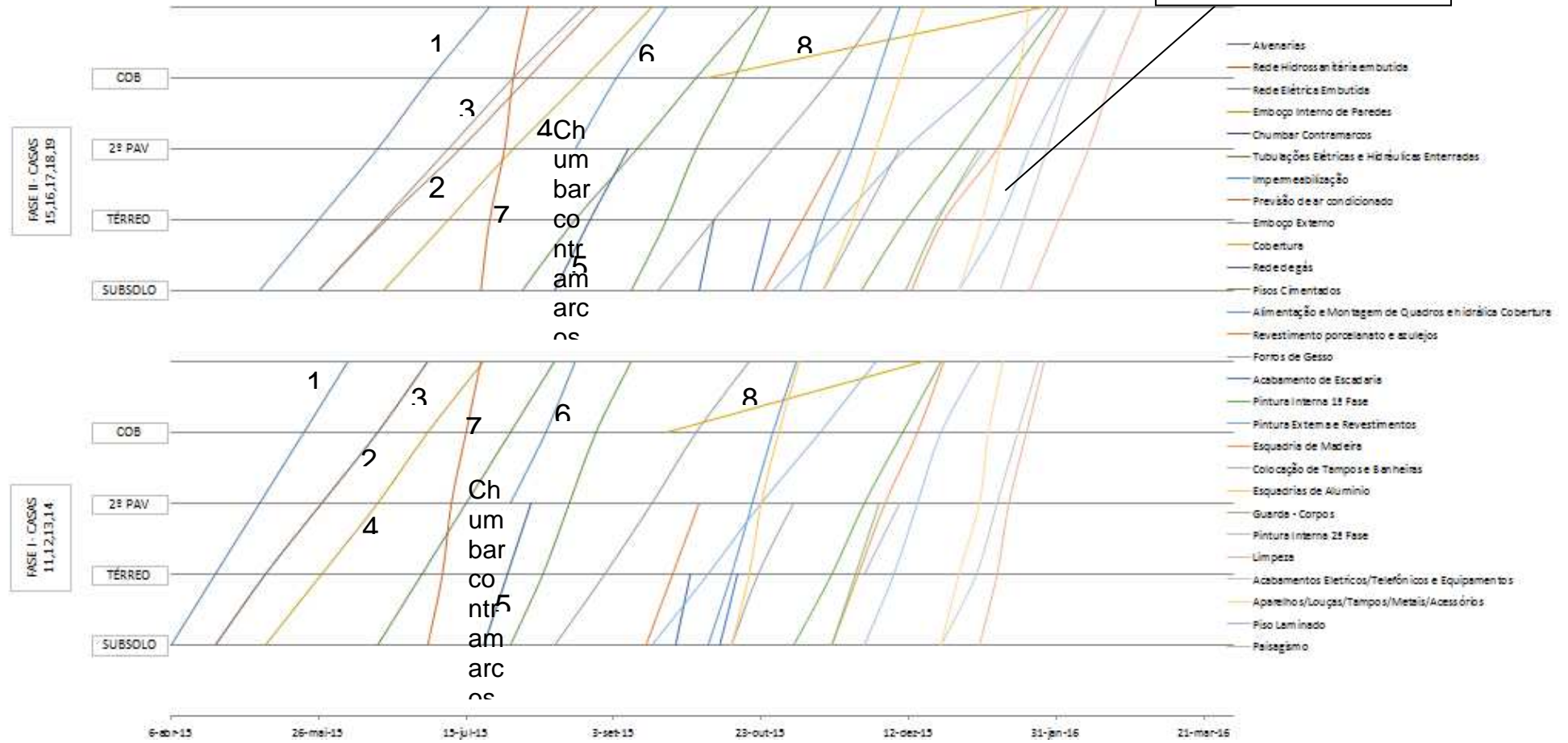


Gráfico 3 - Gráfico_R03 - Segundo lançamento

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando os gráficos foi observada a demora entre os inícios dos serviços, quais poderiam ter sido diminuídas, caso o planejamento com a linha de balanço estivesse sendo utilizada desde o início da obra. Por exemplo, para início do emboço externo, houve demora na decisão de definições sobre detalhes da fachada, contratações das equipes que iriam montar os andaimes e também demora para disponibilização do equipamento andaime “fachadeiro”, na qual precisava ser agendado com maior antecedência.

Esta demora entre os inícios dos serviços, foram diminuídas nas fases IV e V, pois todas as equipes e equipamentos já haviam sido contratados e o aprendizado de como seriam feitos também já havia sido adquirido. Comparando-se as fases, por exemplo para executar a Etapa I tempo total de aproximadamente 10 meses e na etapa IV tempo total de aproximadamente 9 meses, considerando ainda que na etapa I se tratavam de 4 sobrados e da etapa IV, 5 sobrados.

Uma desvantagem do gráfico realmente é o congestionamento das linhas, para facilitar esta visualização, foi necessário agrupar algumas atividades, como por exemplo, juntamente com a impermeabilização foi considerado o aquecimento de piso dos banheiros.

Outra simplificação necessária foi a de formar as 4 etapas de execução, caso contrário, seriam necessários 19 gráficos, um para cada sobrado.

Próxima etapa seria implantar um treinamento para os funcionários, a fim de que possam participar de certo modo, ou pelo menos, entender a ferramenta utilizada, contribuindo com sugestões de melhorias e se comprometendo mais com o cumprimento dos prazos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observada a importância na antecipação da contratação de mão de obra e disponibilização dos insumos antes do início dos serviços, itens que por terem atrasado, causaram grande impacto nos prazos.

A necessidade e importância da coleta de informações e alimentação periódica do planejamento precisa ser demonstrada para a equipe executora. Segundo Mendes Jr. (1999), caso estes estejam nos mais baixos níveis hierárquicos, poderão não ter comprometimento com a veracidade dos dados coletados e acreditarão que servem apenas para demonstrar os erros cometidos.

A LDB se mostrou uma ferramenta muito flexível e de fácil atualização pois como descrevem Cho, Hong e Hyun (2011), na construção civil, o tempo todo há atividades se sobrepondo, divisão de tarefas de trabalho, diferentes combinações que compõem cada repetitivo processo e como há dificuldade em se prever tais mudanças na programação, é necessário um método de planejamento em um nível mais microscópico do que os existentes hoje.

REFERÊNCIAS

CHO, Kyuman.; HONG, Taehoon.; HYUN, Changtaek. Scheduling model for repetitive construction processes for high-rise buildings. **NRC Research Press**. 2011. Disponível em: <www.nrcresearchpress.com>. Acesso em: 30 Maio 2015.

FACHIN, ODÍLIA. **Fundamentos de Metodologia**. 4ª ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

GIL, ANTONIO CARLOS. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MAGALHÃES, Iara A.; SOUZA, Leonardo V. F.; VOLTA, Cláudia B. **Aplicação do método da linha de balanço no planejamento e controle de obras com atividades repetitivas**. In: XIII SEMINÁRIO ESTUDANTIL DE PRODUÇÃO ACADÊMICA – UNIFACS, Salvador, 2014. Disponível em: <<http://www.revistas.unifacs.br/index.php/sepa/article/view/3386>>. Acesso em: 30 Jun. 2015.

MENDES JR, Ricardo.; HEINECK, Luiz. F. M. **Roteiro para programação da produção com linha de balanço em edifícios altos**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP. Porto Alegre. 1997. Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/docente/mendesjr/artigos/>>. Acesso em: 31 Maio 2015.

MENDES JR., Ricardo. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos**. 1999. 196 f. Tese para diploma de doutor em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

MOURA, Rafael S. L. M.; HEINECK, Luiz F. M. **Linha de balanço – síntese dos princípios de produção enxuta aplicados a programação de obras**. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Maceió, Alagoas, 2014. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/acervos/resumo/page/281/codigo_biblio/102932/cod/1>. Acesso em: 19 Jul. 2015.

TCPO 2014. **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos**. São Paulo: Editora PINI..ANO 2014