

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**YAN CARLO MOLIN BEDIN**

**MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO AUTOMATIZADA POR FERRAMENTA  
COMPUTACIONAL: ESTUDO DE CASO**

**Florianópolis  
2017**

Yan Carlo Molin Bedin

**MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO AUTOMATIZADA POR FERRAMENTA  
COMPUTACIONAL: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do diploma de graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Professora Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.

**Florianópolis  
2017**

Yan Carlo Molin Bedin

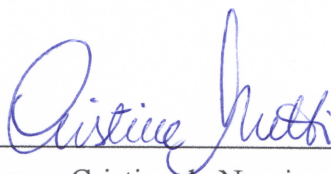
**MÉTODO DE LINHA DE BALANÇO AUTOMATIZADA POR FERRAMENTA  
COMPUTACIONAL: ESTUDO DE CASO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do diploma de  
graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 26 de junho de 2017.

Professora Luciana Rhode, D.ra.  
Coordenadora do curso

Banca examinadora:



---

Professora Cristine do Nascimento Mutti, D.ra  
Orientadora

Professora Fernanda Fernandes Marchiori, D.ra  
Banca Examinadora

Engenheira Paula Espindola Lunardelli  
Banca Examinadora

Aos meus pais Carlos e Sonali, fundamentais em minha formação, e que jamais mediram esforços para me proporcionar o melhor.

A minha irmã Tess, pelos bons papos que deixaram as minhas noites de estudo e trabalho menos solitárias.

Aos meus amigos, pelo apoio e vibração constante, e pelos momentos de descontração que tornaram mais leves os momentos mais difíceis.

**“Viver é como andar de bicicleta: É preciso estar em constante movimento para manter o equilíbrio”.**

**Albert Einstein**

## RESUMO

O presente trabalho aborda dois temas complementares no campo de planejamento e gerenciamento de obras na construção civil. Em um primeiro momento é feita uma análise a respeito do processo gerencial de uma obra escolhida. Em seguida é proposta uma automatização do Método da Linha de Balanço por meio de ferramenta computacional. E para exemplificar o funcionamento do sistema, um planejamento inicial do empreendimento escolhido anteriormente é proposto, utilizando a ferramenta desenvolvida. Precedendo o estudo de caso, é feita uma revisão sobre os conceitos de estratégia, planejamento e gerenciamento estratégico, e a importância desses temas na construção civil. Métodos de planejamento e gerenciamento são abordados e explicados, com foco maior no Método da Linha de Balanço. A intenção na abordagem desses temas é mostrar a necessidade e os benefícios que um planejamento e um gerenciamento, realizados da maneira correta, podem gerar na área da construção civil. Para realizar o estudo de caso, uma obra foi escolhida e o seu processo gerencial foi analisado. Com isso, foi possível identificar boas práticas por parte da empresa responsável pelo empreendimento, além de verificar pontos a serem melhorados dentro do processo. Com o intuito de auxiliar a empresa em seu processo de gestão, o objetivo principal do trabalho é propor um sistema de automatização do Método da Linha de Balanço, que foi desenvolvido por meio de ferramenta computacional, com o autor participando da criação com conhecimento técnico. O seu funcionamento é demonstrado no decorrer do trabalho. Uma análise crítica é feita a respeito dos benefícios que o sistema pode gerar, apontando também melhorias que podem ser realizadas. Por fim, o sistema foi utilizado para propor uma Linha de Balanço para a obra. A linha foi criada a partir de informações retiradas de obra e por meio de validações com os engenheiros responsáveis pelo empreendimento. Ao final do trabalho, concluiu-se que o sistema criado é funcional e atende as necessidades básicas para criação de linhas de balanço, apesar das melhorias que foram sugeridas.

**Palavras-chave:** planejamento de obra civil; programação de obra; linha de balanço; automatização de linha de balanço.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de Gestão Estratégica.....	23
Figura 2 - Grau de oportunidade da mudança em função do tempo .....	31
Figura 3 - Etapas do planejamento inicial.....	35
Figura 4 - Exemplo de diagrama de flechas.....	42
Figura 5 - Exemplo diagrama de blocos .....	43
Figura 6 - Cronograma de Barras (Gantt).....	45
Figura 7 - Exemplo de Linha de Balanço .....	46
Figura 8 - Exemplo de Linha de Balanço .....	47
Figura 9 - Linha de Balanço para serviços ascendentes e descendentes.....	51
Figura 10 - Regra para traçado da Linha de Balanço para atividades com ritmos diferentes..	52
Figura 11 - Método utilizado .....	56
Figura 12 - Planta baixa pavimento tipo .....	58
Figura 13 - Planta baixa pavimento cobertura .....	59
Figura 14 - Planta baixa opção de um apartamento por andar.....	60
Figura 15 - Fluxograma do planejamento .....	62
Figura 16 - Tela de criação de perfil.....	66
Figura 17 - Tela para cadastramento de informações do projeto.....	66
Figura 18 - Cadastramento de pavimentos.....	67
Figura 19 - Lista de pavimentos cadastrados.....	68
Figura 20 - Cadastramento de pavimentos.....	69
Figura 21 - Lista de serviços cadastrados .....	69
Figura 22 - Tela inicial da Linha de Balanço.....	70
Figura 23 – Escolha de atividade para adição na Linha de Balanço.....	71
Figura 24 - Escolha do predecessor da atividade.....	72
Figura 25 - Confirmação da definição do primeiro predecessor.....	72
Figura 26 - Datas de início e fim, e previsão de duração da atividade .....	73
Figura 27 - Definição do padrão de repetição da atividade .....	74
Figura 28 - Linha de Balanço com atividades cadastradas .....	75
Figura 29 - Destaque para botão de conclusão de atividade.....	76
Figura 30 - Gerenciamento de atividades atrasadas.....	76
Figura 31 - Replanejamento de atividades atrasadas .....	77

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Abordagens mais apropriadas.....	24
Quadro 2 - Importância do Planejamento Estratégico .....	26
Quadro 3 - Importância do Planejamento Estratégico por Região .....	27
Quadro 4 - EAP Analítica .....	37
Quadro 5 - Equações para definição da duração em função da equipe .....	40
Quadro 6 - Equações para definição das equipes em função da duração .....	40



## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Duração total do projeto .....	48
Equação 2 - Tempo base .....	48
Equação 3 - Tempo restante.....	48
Equação 4 - Ritmo de construção .....	49
Equação 5 - Duração da atividade .....	49
Equação 6 - Duração da atividade .....	49
Equação 7 - Duração por jornada de trabalho.....	50
Equação 8 - Número de equipes .....	50
Equação 9 - Duração total da atividade repetida .....	50

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	Justificativa .....	11
1.2	Objetivos .....	13
1.2.1	<i>Geral</i> .....	13
1.2.2	<i>Específicos</i> .....	13
1.3	Delimitações e limitações .....	13
1.4	Estrutura do trabalho .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
2.1	Introdução ao planejamento e gerenciamento.....	15
2.2	Administração estratégica .....	16
2.3	Gestão estratégica .....	20
2.4	Planejamento estratégico.....	26
2.5	Planejamento na construção civil.....	29
2.6	Programação de obra.....	33
2.6.1	<i>Identificação das Atividades</i> .....	36
2.6.2	<i>Definição das durações</i> .....	38
2.6.3	<i>Definição da precedência</i> .....	40
2.6.4	<i>Diagramas de prazo</i> .....	41
2.6.5	<i>Identificação do caminho crítico</i> .....	43
2.6.6	<i>Geração do cronograma de Gantt e folgas</i> .....	44
2.7	Método da linha de balanço .....	45
2.8	Utilização de software para planejamento e controle .....	53
<b>3</b>	<b>MÉTODO E ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>55</b>
3.1	Método .....	55
3.2	Descrição da empresa.....	56
3.3	Caracterização do empreendimento .....	57
3.4	planejamento e gerenciamento do empreendimento .....	61
3.5	proposta de automatização da linha de balanço .....	64
3.5.1	<i>Início da utilização do sistema</i> .....	65
3.5.2	<i>Cadastramento de pavimentos</i> .....	67
3.5.3	<i>Cadastramento dos serviços</i> .....	68
3.5.4	<i>Construção da Linha de Balanço</i> .....	69

3.6	proposta de planejamento inicial de prazos em linha de balanço automatizada .....	78
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>79</b>
4.1	análise do processo de planejamento e gerenciamento do empreendimento antes da utilização do sistema .....	79
4.2	análise, melhorias e informações retiradas do sistema proposto .....	82
4.2.1	<i>Análises</i> .....	82
4.2.2	<i>Melhorias</i> .....	85
4.2.3	<i>Informações Retiradas da Linha de Balanço.....</i>	<i>86</i>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>88</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 JUSTIFICATIVA

É de conhecimento geral que o planejamento de obras é um dos grandes desafios de gestão dentro da Indústria da Construção Civil. A necessidade cada vez maior de reduzir o tempo e o custo dos projetos, mantendo a qualidade do produto final a fim de agradar um mercado consumidor cada vez mais exigente, com mais informação e com mais opções, tem exigido da indústria da construção como um todo um maior cuidado com os recursos humanos, materiais e financeiros que são investidos durante o período de execução dos projetos.

Ao longo do andamento de uma obra, um número considerável de pessoas está envolvido de alguma forma no processo, além de elevadas quantias de dinheiro em um curto espaço de tempo e um grande volume de materiais e equipamentos, o que faz com que o canteiro de obras tenha uma alta complexidade em suas interações. Sendo assim, é de grande importância que os responsáveis pelo projeto saibam fazer um controle adequado de todas estas partes, por meio de conhecimentos básicos, e quando necessário avançados, de técnicas de gerenciamento (AVILA; JUNGLES, 2013).

Com o crescente interesse das empresas pela área de planejamento e controle de obras, existe uma procura cada vez maior por profissionais com competência nesta área (JUNGLES; AVILA, 2006). Na maioria dos casos, os cursos de engenharia dão maior ênfase na formação técnica do aluno deixando as competências gerenciais em segundo plano mesmo sendo perceptível a necessidade de se contar com engenheiros gestores de obra, que saibam planejar e administrar as atividades, ao invés de engenheiros com grande conhecimento técnico, mas que passam o dia resolvendo problemas que surgem de uma hora para outra, os conhecidos “tocadores de obra” (MATTOS, 2010). Assim, a capacitação dos estudantes de engenharia, arquitetura, empreiteiros e mestres de obra na área de gestão torna-se muito importante, uma vez que a utilização adequada destes conhecimentos durante a execução de um projeto, gera resultados expressivos na organização do espaço de trabalho, implicando no rendimento e produtividade de todos.

Somado à falta de informação e formação específica em gestão, está o fato de que mesmo que os benefícios de se ter um planejamento bem feito e atualizado sejam reconhecidos, dependendo do projeto este processo pode demorar um pouco. Como resultado, as desculpas mais comuns para a falta de planejamento em uma empresa acabam sendo o tempo gasto com a implantação e posterior atualização do planejamento, o número de pessoas necessárias para

operação, ou os custos de implantação (MATTOS, 2010). A fim de solucionar este problema, existem muitos *softwares* disponíveis no mercado que se propõe a facilitar este processo, simulando metodologias de gerenciamento e organizando as informações da obra. No entanto, as opções normalmente são caras, são complexas demais para o tamanho da empresa, e por vezes demandam treinamento especializado para a correta utilização, o que acaba desestimulando um investimento por parte das empresas.

Para auxiliar na empreitada desafiadora que o planejamento de uma obra se tornou, ao longo dos anos foram desenvolvidas e aperfeiçoadas diversas metodologias e ferramentas de controle das etapas do projeto, como o Gráfico de Barras (Gantt), as redes PERT/CPM, e gráficos para controle como a Curva S e a Curva ABC (AVILA; JUNGLES, 2013). Com estas metodologias e ferramentas pretende-se ter uma visão melhor e mais clara da situação em que a obra se encontra, trazendo assim subsídios para os responsáveis pelo gerenciamento do projeto e com isso permitir que os envolvidos possam tomar decisões mais rápidas e assertivas, deixando claro para toda a equipe a situação em que a obra se encontra e qual caminho deve ser seguido para o cumprimento do planejado (HARRIS; McCAFFER, 1989).

A lista de metodologias disponíveis para planejamento e controle é extensa, e entre estas ferramentas pode-se encontrar o Método da Linha de Balanço. Este método torna-se interessante e recomendado para obras de caráter repetitivo, ou seja, obras onde os serviços se repetem a cada nova etapa, propondo uma melhor organização das informações, facilitando assim a visualização e compreensão do cenário atualizado da obra. Apesar deste método ter sido criado nos anos 40, e ser mais adequado para os projetos mais comuns da construção civil, a sua popularidade é baixa quando comparado com métodos como o Gráfico de Barras (Gantt) e as Redes PERT/CPM, talvez por desconhecimento, falta de interesse ou prática com a ferramenta (MATTOS, 2010)

A fim de contribuir com a formação dos interessados pela área de gerenciamento e planejamento de obras com caráter repetitivo e mostrar como é possível iniciar um planejamento, o presente trabalho se propõe a abordar conceitos de estratégia, gerenciamento e planejamento estratégico, e a relação dessas ferramentas na programação de obras na construção civil. Após esse embasamento, serão abordadas algumas metodologias de planejamento, para em seguida focar no Método da Linha de balanço, mostrando alguns passos necessários para iniciar a metodologia, além de desenvolver uma proposta de automatização da Linha de Balanço que tenha como objetivo diminuir o tempo gasto com a montagem e atualização da mesma. Ao final, os conceitos abordados e propostas demonstradas serão aplicados no planejamento inicial de uma obra de caráter repetitivo para exemplificação.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Geral

O trabalho tem como objetivo principal a aplicação do Método de Linha de Balanço, automatizado por meio de um sistema computacional, em que o autor participou da criação com conhecimento técnico, no planejamento inicial de um edifício residencial.

### 1.2.2 Específicos

Dentre os objetivos específicos do trabalho estão:

- a. Desenvolver uma proposta de automatização do Método de Linha de Balanço por meio de um sistema computacional;
- b. Aplicar o Método da Linha de Balanço automatizado em uma obra civil, de caráter residencial ou comercial;
- c. Apresentar os resultados da aplicação;
- d. Analisar o processo de gerenciamento e planejamento aplicado em obra;
- e. Analisar vantagens e desvantagens do sistema utilizado, bem como apontar melhorias necessárias.

## 1.3 DELIMITAÇÕES E LIMITAÇÕES

O Método da Linha de Balanço é recomendado para programação de obras com caráter repetitivo, ou seja, que possuem atividades que se repetem em ciclos durante o projeto. Portanto, o presente trabalho será focado em projetos de edificação vertical com pavimento tipo, e se limitará apenas aos pavimentos tipo, mesmo sendo possível a utilização da Linha de Balanço nos outros pavimentos que não tem caráter repetitivo.

Além disso, o método pode ser utilizado nas diversas fases do projeto, da programação ao controle e replanejamento. Neste trabalho a utilização vai ser limitada apenas à fase de programação, focando no planejamento inicial do projeto.

O sistema utilizado para montagem do planejamento em Linha de Balanço teve participação do autor durante sua criação, e foi desenvolvido a partir de conhecimento teórico sobre o método, juntamente com experiências profissionais acumuladas. O sistema será comercializado e, portanto, com a intenção de manter em sigilo características particulares do

mesmo, o presente trabalho se limitará em apresentar o passo-a-passo de utilização, privando-se de divulgar lógicas utilizadas na construção do sistema e códigos de programação.

O sistema apresentado já está apto ao uso, exclusivamente para montagem de uma linha de balanço. No entanto, o mesmo encontra-se em fases iniciais de desenvolvimento. Ou seja, testes e validações ainda estão sendo feitos, com a intenção de permitir a comercialização e disponibiliza-lo para empresas. Por isso algumas funções ainda não foram adicionadas, bem como o desempenho e apresentação dos resultados ainda apresentam pontos a serem melhorados.

As atividades a serem controladas e que foram adicionadas na Linha de Balanço, bem como a sua lógica de execução e duração das atividades foram validadas com o engenheiro da empresa. As informações de durações das atividades foram retiradas do banco de dados mantido pela empresa, e foram utilizadas como base para o planejamento feito pelo autor.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é estruturado na forma de 5 capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução ao estudo, com as limitações e delimitações do mesmo.

O capítulo 2 faz um embasamento teórico sobre gestão e planejamento, abordando em seguida a programação de obras, com a apresentação de algumas metodologias e ao final é apresentado o Método da Linha de Balanço.

O capítulo 3 é dedicado a apresentar um estudo de caso. Esse estudo se inicia apresentando características da empresa e da obra escolhidas para realização do trabalho, em seguida é feita uma análise do planejamento e gerenciamento de obras dessa empresa. Após, é apresentada uma alternativa para o planejamento inicial, montado e apresentado utilizando o Método da Linha de Balanço, automatizado através de um sistema computacional. O sistema é apresentado, com as etapas de utilização detalhadas. Os resultados do método são introduzidos, juntamente com observações do autor.

O capítulo 4 faz uma revisão dos resultados, discutindo o estudo de caso proposto, e fazendo sugestões sobre o Método da Linha de Balanço.

O capítulo 5 destina-se a conclusões encontradas no trabalho. Após esse capítulo, alguns anexos do trabalho poderão ser encontrados.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INTRODUÇÃO AO PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO

É de conhecimento geral que todo conjunto de atividades, realizadas por uma ou mais pessoas, deve ser corretamente coordenado e organizado para atingir o seu objetivo final de maneira satisfatória, seja qual for este objetivo. Este conjunto de atividades pode ser entendido como um processo, que é definido “como o conjunto de operações realizadas numa sequência lógica, com o objetivo de produzir um bem ou serviço que tenha valor agregado para o empreendedor ou para a sociedade” (AVILA; JUNGLES, 2013, p. 14).

As empresas são avaliadas tendo como base, justamente, os processos escolhidos por elas para criar o valor que se propõem. Este processamento, que transforma os insumos que entram em produtos úteis aos clientes na saída deste processo é chamado de sistema produtivo. E para que este sistema produtivo funcione de maneira correta, ele precisa ser pensado em termos de prazo, onde um planejamento das ações inerentes ao processo é montado, permitindo assim que as metas estabelecidas sejam cumpridas e o produto (bem e/ou serviço) torne-se realidade (TUBINO, 2009).

Quando, além dos parâmetros de custo, prazo e qualidade a serem alcançados, esses processos passam a ter um começo e um fim definidos, eles começam a ser entendidos como projetos. E “a combinação de pessoas, técnicas e sistemas necessários à administração dos recursos indispensáveis ao objetivo de atingir o êxito final do projeto” é entendido como gerenciamento de projetos (DINSMORE, 1992, p. 20).

Os envolvidos em tais projetos devem trabalhar em harmonia, com o entendimento de que o bom desempenho do todo depende do comprometimento das partes (JUNGLES; AVILA, 2006). E responsável pela organização desses recursos está um gerente ou uma equipe de gerenciamento de projetos (DINSMORE, 1992).

Assim, espera-se do gerente, ou da equipe de gerência, foco constante nas questões de gerenciamento, planejamento, coordenação, acompanhamento, controle e cobrança, de modo que possibilite o bom andamento na execução do projeto, pelas equipes responsáveis (DINSMORE, 1992).

Quando uma empresa inicia um novo projeto, ela deve analisar os fatores internos e externos que podem influenciar nesse novo empreendimento. Havendo uma interligação entre esses dois aspectos (internos e externos, ou controláveis e não controláveis, respectivamente),



pode ser considerada uma nova situação estratégica, exigindo, portanto, uma organização adequada por parte da empresa (REBOUÇAS, 2009).

Estratégia pode ser definida como “a determinação das metas e de objetivos básicos de longo prazo de uma empresa, e a adoção de cursos de ação e a alocação dos recursos necessários para alcançar essas metas” (CHANDLER, 1962 apud FERREIRA; PEREIRA; SERRA; MORITZ, 2010, p. 6). Assim, quando o projeto se caracteriza como uma situação estratégica, e o seu final é estabelecido no horizonte de longo prazo, torna-se prudente a elaboração de estratégias por parte da equipe de gerência da empresa.

Nesse contexto, cria-se a necessidade de uma administração estratégica, que engloba os conceitos de gestão e planejamento estratégico, além de utilizar ferramentas e metodologias, que devem ser adequadas para o tipo de projeto em questão, para garantir o bom desempenho e o cumprimento dos objetivos pré-estabelecidos. Assim, esses temas serão abordados nesse capítulo.

Mesmo não utilizando diretamente para análise dos resultados, achou-se importante abordar os conceitos dos itens 2.2 a 2.4. Isso veio da motivação do autor de inserir o planejamento de obra dentro desses conceitos macro, partindo da administração estratégica ao planejamento estratégico.

## 2.2 ADMINISTRAÇÃO ESTRATÉGICA

As organizações podem ser vistas como um empreendimento, e que para obter êxito no que se propõem a fazer devem ser lideradas por empreendedores. A atitude empreendedora de estar constantemente buscando novas ideias que visam a melhora de qualquer parte de um empreendimento, podendo ser um setor da empresa, um modelo de gestão, um produto ou um serviço, é intrínseco aos líderes empreendedores (REZENDE, 2008). E essa atitude pode ser resumida na vontade de inovar.

A inovação pode ser entendida como fazer “diferente” com valor agregado. Ou seja, é reconhecer um problema ou uma necessidade e procurar uma possível solução, podendo ela ser inédita ou não. No entanto, a inovação não acontece facilmente e pode encontrar barreiras. Por isso, deve-se entender que o processo inovador acontece por estágios, tanto durante a sua elaboração, quanto a sua absorção, e que à medida que estes estágios se sucedem, a inovação se torna mais clara. Por fim, para facilitar essas atividades, são fundamentais a elaboração e a implementação de uma administração estratégica de forma participativa,

considerando a aprendizagem organizacional, a aprendizagem do grupo e a aprendizagem individual de cada membro (REZENDE, 2008).

Segundo Jungles e Avila (2006, p. 17) o nível administrativo de qualquer organização “tem como responsabilidade o conjunto de atividades provedoras dos meios necessários à obtenção das metas politicamente estabelecidas, com o objetivo de apoiar a realização das atividades de produção e a logística do suprimento de bens, equipamentos e mão-de-obra”. Em resumo, o nível administrativo de uma organização será responsável pelo sistema produtivo montado, incluindo a sua organização, o seu abastecimento e amparo, e a sua manutenção.

A organização e coordenação desta sequência lógica são responsabilidades dadas aos indivíduos identificados como administradores do processo. Além de coordenar e organizar, segundo Henry Fayol planejar, comandar e controlar também são competências dos responsáveis por administrar qualquer processo. A partir destes conceitos, pode-se perceber que o sucesso no cumprimento, ou não, de metas e objetivos por parte de qualquer indivíduo ou organização, seja ela pública ou privada, é diretamente ligado a uma boa ou má administração. Cada organização tem seu próprio processo administrativo, adequado à necessidade de cada um, de acordo com os projetos que se envolvem, e entender o processo administrativo e aprimora-lo faz parte da evolução da organização e dos indivíduos que nela trabalham (JUNGLES; AVILA, 2006).

No entanto, esse processo de coordenação pode ser complexo, altamente vulnerável a interferências internas (mais fáceis de serem contornadas) e externas (mais difíceis de serem evitadas), e deve acompanhar o dinamismo do mundo atual. Por isso, o processo administrativo deve ter um perfil estratégico, ou seja, além do controle do presente, deve-se planejar o futuro da organização, com a intenção de antecipar cenários contrários ao progresso e minimizar o impacto que esses ajustes possam causar.

Os ambientes organizacionais mudam constantemente, e as organizações devem se transformar de forma adequada para assegurar que as metas organizacionais possam ser alcançadas (CERTO; PETER, 1993 apud REZENDE, 2008). Assim, uma administração deve proporcionar aos executivos base para atuarem com o pensamento na frente, ou ao mesmo tempo, que essas mudanças no ambiente em que a empresa se insere, acontecem. E esse tipo de administração é chamado de administração estratégica (REBOUÇAS, 2009).

A administração estratégica é, portanto, uma administração do futuro que, de forma estruturada, bem analisada e intuitiva, consolida e torna possível os planos futuros da organização e o seu posterior controle, através da organização e direcionamento otimizado dos recursos necessários para alcançar tais objetivos (REBOUÇAS, 2009).

Ou ainda, Rezende (2008) define a administração estratégica como um processo contínuo e iterativo que visa manter uma organização como um conjunto apropriadamente integrado a seu ambiente, onde os gestores devem se dedicar a uma série de etapas em processo contínuo.

Sendo assim, contar com pessoas na equipe administrativa da empresa, que tenham pensamento estratégico é essencial para definir atitudes estratégicas e garantir a competitividade da organização, uma vez que incertezas de curto, médio e longo prazo pode definir a longevidade da empresa no mercado (TAVARES, 2007).

A atitude estratégica caracteriza-se pelo exercício de se transportar mentalmente para o futuro desejável, e a partir de lá olhar para trás, questionando-se o que deve ser feito no presente para se atingir o futuro idealizado. Essa visão a partir do futuro deve ser feita de forma realista, com análises que considere o passado e o presente da organização de forma balanceada, evitando pessimismos e otimismo em excesso. Em resumo, para uma atuação estratégica, os gestores devem desenvolver a capacidade de olhar, criticamente, o presente a partir do futuro, e não o futuro com os olhos do presente (DA COSTA, 2007).

Rezende (2008) sugere cinco etapas que compõem o processo para uma administração estratégica:

- a. Analisar o ambiente: monitorar o meio ambiente interno e externo da organização, para identificar pontos fortes e fracos;
- b. Estabelecer a diretriz organizacional: determinar a meta da organização, juntamente com a missão e os objetivos;
- c. Formular estratégias: definir como as ações organizacionais alcançarão seus objetivos;
- d. Implementar estratégias: colocar em ação as estratégias desenvolvidas;
- e. Elaborar o controle estratégico: monitorar e avaliar todo o processo para melhorá-lo e assegurar um funcionamento adequado, inclusive com sistemas de informação.

Quando bem implantada, a administração estratégica pode trazer diversos benefícios para a empresa. Rebouças (2009, p. 11-14) lista os principais benefícios proporcionados por esse tipo de administração:

- a. Modelos de gestão cada vez mais simples, flexíveis e sustentados;
- b. Identificação facilitada das capacitações – e incapacitações – dos profissionais das empresas, bem como a consolidação de novo perfil de executivos;
- c. Consolidação de postura de atuação empresarial direcionada para as necessidades e expectativas – atuais e futuras – do mercado;

- d. Melhoria nos níveis de motivação, comprometimento, produtividade e qualidade nas empresas;
- e. Incremento na amplitude de atuação e nos resultados das empresas.

Mesmo entendendo a importância de se adotar atitudes estratégicas durante a gestão de uma organização, um estudo realizado em algumas empresas constatou que os líderes e executivos dedicam apenas de 3% a 5% do seu tempo disponível para compartilhar uma visão e formular um plano relativo ao futuro da organização, que é entendido como a base para um bom encaminhamento estratégico da empresa (HAMEL; PRAHALAD, 1995 apud DA COSTA, 2007).

Uma vez entendida a importância que a visão de futuro tem para moldar a estratégia que será adotada pela empresa, é necessário salientar que essa decisão não é guiada apenas pelas ideias dos gerentes envolvidos no processo. Por mais visionários que os mesmos sejam, todas as decisões precisam ser feitas tomando como base informações e conhecimento acumulados durante observações do meio externo e interno da empresa. Esses dois ativos em conjunto com as visões de futuro dos líderes da organização, tornam-se alicerce para o encaminhamento estratégico de cada empresa (TAVARES, 2007).

No entanto, para obter tais benefícios, algumas premissas devem ser respeitadas no âmbito administrativo da empresa. São elas (REBOUÇAS, 2009):

- a. Competência estratégica: é a capacidade de identificar todas as questões externas (não controláveis) e interligar com as questões internas (controláveis) da empresa;
- b. Abordagem administrativa ampla e integrada: toda a empresa deve ter conhecimento de todos os fatores externos que influem na realidade atual e futura da empresa, e que devem ser vinculados com todos os fatores internos da empresa;
- c. Tratar a administração estratégica como um processo contínuo: a administração estratégica deve ser incorporada pela empresa, e deve ter caráter contínuo, evolutivo e acumulativo;
- d. Desenvolvimento dos trabalhos em equipe, principalmente multidisciplinares;
- e. Ter autocrítica e saber aplicar o benchmarking: os profissionais devem saber trabalhar com seus erros e acertos, além de saber analisar seus concorrentes com a intenção de aprender com seus erros e incorporar seus acertos.

A partir destas necessidades, as empresas passaram a necessitar de profissionais que além da capacidade técnica, possuem habilidades gerenciais, que incluem uma visão racional e

analítica de futuro, a coordenação e formação de equipes produtivas, e habilidade em lidar com imprevistos, analisando e admitindo erros. E neste cenário, o profissional deverá dispor de competências para reformular estratégias adotadas, estabelecer novos objetivos, e sobretudo, liderar pessoas para enfrentar os novos desafios a serem defrontados pela organização (JUNGLES; AVILA, 2006). Em outras palavras, deve-se dispor de uma equipe multidisciplinar, composta por pessoas com características de empreendedorismo, inovação e liderança, para que o processo administrativo estratégico tenha êxito e alcance todos os objetivos buscados (REZENDE, 2008).

### 2.3 GESTÃO ESTRATÉGICA

Um bom processo de gestão dentro de uma organização garante o sucesso na concepção de um planejamento e o seu cumprimento durante a realização das etapas. Gerir é, essencialmente, definir metas, prover recursos e cobrar resultados. Logo, pode ser definido como a arte de dirigir e coordenar recursos humanos, materiais e financeiros, durante a execução de algum empreendimento, usando técnicas de administração visando atingir qualquer objetivo pré-definido e necessário para a satisfação do cliente. A partir dessa definição, pode-se dividir o gerenciamento em duas áreas com focos diferentes, são elas o gerenciamento político, e o gerenciamento estratégico (JUNGLES; AVILA, 2006).

O gerenciamento político é dirigido, principalmente, para o inter-relacionamento com o ambiente externo, ou seja, preocupando-se com o relacionamento da organização com o mercado em que a empresa atua, isto é, com clientes e fornecedores (JUNGLES; AVILA, 2006).

Por outro lado, a gestão estratégica pode ser descrita como um processo de transformação organizacional, realizada de forma harmônica pelas diversas camadas organizacionais da empresa. Seu objetivo principal é assegurar o crescimento, a continuidade e a sobrevivência da entidade a longo prazo, por meio de adequações estratégicas contínuas e da sua capacitação, estimuladas por observações e análises do meio externo (DA COSTA, 2007).

Estrada, Pereira e Almeida (2007) listaram algumas características da gestão estratégica, sendo elas: o pensamento sistêmico; a integração entre planejamento e controle; a gestão da mudança; a aprendizagem organizacional; e a busca da eficiência e da eficácia organizacional.

Esse tipo de gestão diferenciou-se pela sua abordagem integrada e equilibrada de todos os recursos da organização para atingir seus objetivos, dando atenção a flexibilidade, as informações disponíveis, reconhecendo o conhecimento como recurso crítico para o sucesso, e

promovendo a integração de processos, pessoas e recursos. Em resumo, a ênfase da gestão estratégica é integrar estratégia e organização (TAVARES, 2007).

Portanto, o gerenciamento estratégico consiste em dirigir o conjunto de ações necessárias a cumprir o estabelecido no nível político da organização. Os responsáveis por essa parte do gerenciamento devem escolher qual ação é a mais adequada para o cumprimento dos objetivos previamente estabelecidos e atuar para que sejam alcançados. (JUNGLES; AVILA, 2006).

No entanto, nem todas as empresas estão prontas para iniciar uma gestão estratégica, e principalmente, que faça com que a mesma funcione efetivamente. Por isso, sugere-se que os gestores façam uma análise estrutural da empresa e de seus processos de forma crítica antes de adotar qualquer medida.

O diagnóstico estratégico no meio empresarial constitui-se em um processo formal e estruturado que procura avaliar a existência, ou não, de estratégias, e em caso positivo analisar se elas estão surtindo o efeito que se esperava ao adotá-las e, como consequência, se estão contribuindo para a construção do seu futuro. E isso é realizado por meio de diversos questionamentos sobre a competitividade da empresa, inovação, ameaças, estrutura interna, capacitação, entre outras coisas. Respostas positivas para estes questionamentos indicam que a empresa possui um direcionamento estratégico sadio. Entretanto, respostas duvidosas ou imprecisas, podem indicar problemas que devem ser investigados e tratados no plano estratégico a ser adotado (DA COSTA, 2007).

Enquanto isso, a prontidão estratégica de uma empresa é o quão preparada ela está para realizar as transformações necessárias que estão sendo propostas. Por isso, após diagnosticar os problemas da empresa, deve-se fazer uma avaliação da sua prontidão, ou seja, avaliar se ela tem condições de realizar as intervenções propostas. Durante este processo, deve-se examinar elementos relativos às ações tomadas pela organização, a atenção quanto ao futuro, a cultura da empresa relativa a mudanças e sua disposição para elas, a burocracia e os entraves organizacionais, sucessos passados, comunicação interna, entre outras coisas. Uma percepção positiva para todos os itens, indica que a empresa está preparada para implantar uma gestão estratégica moderna e efetiva. Do contrário, respostas negativas, mostram o despreparo da empresa para tal implantação, e os problemas devem ser reconhecidos e tratados antes de iniciar qualquer processo de gestão estratégica (DA COSTA, 2007).

É comum encontrar empresas interessadas em ter uma gestão estratégica, mas que não conseguem implementá-lo e por isso acabam frustrando-se com os resultados. Alguns fatores podem ser apontados como causa desse insucesso. Um deles seria o fato de que, normalmente,

quem planeja não é quem executava o planejado e, assim, não havia o comprometimento das pessoas responsáveis pela execução dos planos. Além disso, nem sempre os parâmetros utilizados para elaboração do plano condizem com a realidade organizacional na empresa, e muitos limitantes internos acabam sendo desconsiderados (TAVARES, 2007).

Após um bom diagnóstico estratégico, que identifique lacunas a serem preenchidas na gestão de uma empresa, é importante que se estabeleça prioridades de ação. O direcionamento estratégico é um processo que permite selecionar as prioridades em função da gravidade dos problemas diagnosticados, estabelecendo uma sequência lógica que favoreça o crescimento e a sobrevivência da organização (DA COSTA, 2007).

Depois de definir a lista de prioridades, inicia-se o processo de institucionalização da gestão estratégica, isto é, sua implementação na organização, incorporando as novas camadas de conhecimento aos sistemas, estruturas, rotinas e práticas organizacionais. Durante esse processo é recomendado que se faça a explicitação do processo de gestão, isto é, se faz uma discussão sobre as etapas a serem seguidas no processo, além de deixar claras as expectativas sobre o papel e a contribuição de cada um segundo suas habilidades e potencialidades, estabelecer uma linguagem comum entre todos os participantes e também definir a abordagem a ser seguida no processo. Após o início, é importante que se faça um acompanhamento das atividades, avaliando os resultados e prestando atenção aos riscos internos e externos à organização que possam atrapalhar o bom andamento do trabalho (TAVARES, 2007).

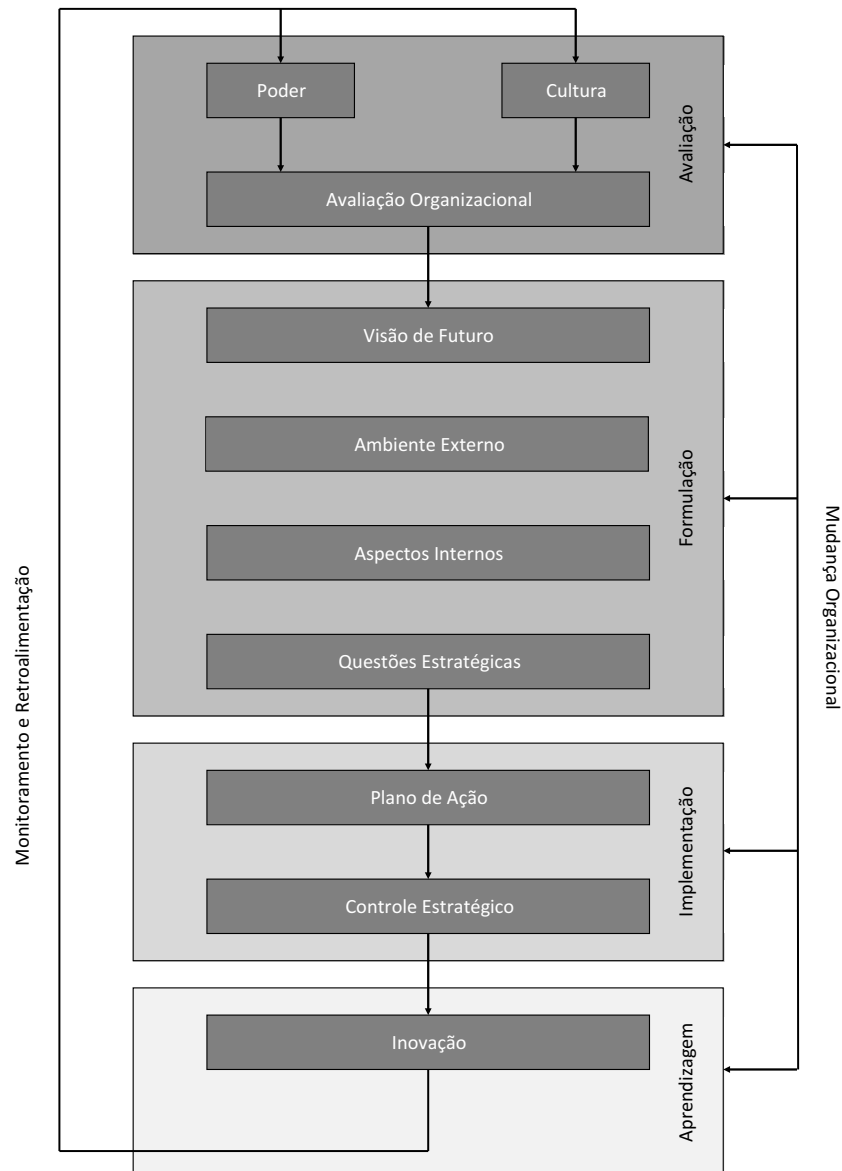
O processo de gestão, permeia todas as fases de um projeto, sendo elas: previsão, concepção, planejamento, execução, controle e finalizando com a consolidação do conhecimento (AVILA; JUNGLES, 2013). Rezende (2008) inclui entre essas fases a divulgação do plano para os envolvidos e a revisão dele após as análises, com a intenção de realizar possíveis ajustes ou adequações.

A fase de previsão visa responder como será possível empreender objetivos e realizar as metas estabelecidas pela administração levando em conta a disponibilidade dos recursos necessários, sendo eles financeiros, técnicos ou de pessoal. A fase de concepção, seguinte a fase de previsão, consiste na elaboração de um projeto básico, melhor detalhado e com as características mais bem definidas. O planejamento corresponde à fase de programar, coordenar, organizar, formalizar e divulgar as atividades previstas e necessárias à realização do projeto. A execução corresponde à materialização do que foi estabelecido na fase de concepção segundo o programado ou planejado. O controle é constituído em medir e avaliar o que foi realizado e compará-lo ao planejado em termos de custo, prazo, quantidade e qualidade. Ao

final dessas etapas, deve-se considerar o ganho de conhecimento pela organização que servirão para contribuir na gestão de um novo projeto adotado pela empresa (AVILA; JUNGLES, 2013).

Estrada, Pereira e Almeida (2007) propõem outro modelo de gestão estratégica, que, apesar de muito parecido com o exposto anteriormente, inclui uma etapa de avaliação interna prévia e análises do ambiente externo e visão de futuro. Além disso, os autores ainda levam em consideração as mudanças organizacionais que acontecem durante o processo (ver figura 1).

Figura 1 - Modelo de Gestão Estratégica



Fonte: adaptado de Estrada, Pereira e Almeida (2007, p. 13).

Na etapa de avaliação, os autores sugerem que se faça um levantamento quantitativo e qualitativo da organização, de maneira que se possa realizar uma avaliação e entender mais



sobre a sua cultura e o seu poder de mudança. Na segunda etapa, de formulação, deve-se delimitar a visão de futuro da empresa, avaliando os ambientes interno e externo, levantando ameaças e pontos fortes, com a intenção de contribuir para a formulação de estratégias que permitam atingir o que foi delineado na visão de futuro. A fase da implantação é representada pela execução do plano e do seu controle, através de indicadores estratégicos que servirão de orientação para uma possível correção de rumo. A última fase é a do aprendizado, onde a mudança organizacional vai possibilitar o crescimento da organização, e o aprendizado vai ser captado e redirecionado para toda a empresa, com a intenção de aprimorar os processos internos, aperfeiçoando-os (ESTRADA; PEREIRA; ALMEIDA, 2007).

De maneira geral, pode-se dividir a abordagem da gestão estratégica em três alternativas (TAVARES, 2007):

- a. Descendente: ocorre quando o processo de planejamento tem início nos níveis diretivos e gradualmente vai deslocando-se para os níveis intermediários da hierarquia;
- b. Ascendente: ocorre quando o processo se inicia nos níveis intermediários ou gerenciais da organização e gradualmente vai desenvolvendo-se até atingir o nível diretivo;
- c. Mista: quando o processo abrange simultaneamente os níveis diretivos e gerenciais, com contatos simultâneos à medida que o próprio processo se desenvolve.

A definição por uma abordagem ou outra está condicionada às características da empresa, sendo que uma abordagem será mais adequada, dependendo da situação e das atividades a serem executadas. Deve-se levar em consideração, entre outras coisas, a natureza e o porte da organização, a experiência em mudança organizacional, o estilo de gestão e o tipo de liderança (TAVARES, 2007). As melhores abordagens estão resumidas no quadro 1.

Quadro 1 - Abordagens mais apropriadas

Fatores										
Organização conhece		Porte		Experiência em planejamento			Estilo de gestão		Cultura	
Sim	Não	Grande	Pequeno	Sim	Parcial	Não	Democrático	Autocrático	Empresa	Grupo
A	A	A	D	A	M	D	M	D	A	D
M				M					M	

A = Ascendente D = Descendente M = Mista

Fonte: adaptado de Tavares (2007, p. 66).

Quando se trata do conhecimento necessário para gerenciar projetos, Dinsmore (1992) faz uma apresentação de oito áreas, a fim de organizar esse conhecimento, como segue:

- a. Gerenciamento de escopo: parte do gerenciamento que define as atribuições, responsabilidades e as metas;
- b. Gerenciamento de tempo: responsável pelas definições de tempos e prazos do projeto, estabelecendo um ritmo para a evolução;
- c. Gerenciamento de custo: encarrega-se de detalhar os recursos financeiros necessários para a realização do projeto;
- d. Gerenciamento de qualidade: esta etapa preocupa-se com o aperfeiçoamento de todo o sistema de gestão e não somente do resultado final;
- e. Gerenciamento das comunicações: define os meios com que acontecerá o fluxo de informações, da maneira mais eficaz e eficiente possível;
- f. Gerenciamento de recursos: preocupa-se com a correta alocação de recursos, sejam eles materiais ou humanos;
- g. Gerenciamento de contratos e fornecimentos: esta parte do gerenciamento vai se concentrar nas formalizações contratuais e de fornecimento;
- h. Gerenciamento do risco: se encarrega pela antecipação e preparo da organização aos riscos inerentes ao projeto.

Dentro de um processo de gestão estratégica é imprescindível que todos os participantes estejam cientes das expectativas a serem alcançadas, quais são as suas obrigações e como elas impactam dentro do processo. Uma equipe alinhada e que compartilhe das mesmas visões, objetivos, e posturas de trabalho é essencial para se atingir os objetivos propostos no início do processo. E é nisso que se consiste a linguagem comum dentro de uma organização (TAVARES, 2007).

Depois de iniciado o processo de gestão, deve-se ter consciência da necessidade de acompanhar qualquer ameaça que possa surgir. Dessa forma, deve fazer parte do equipamento de gestão estratégica de uma organização um processo formal de observar, acompanhar e questionar possíveis riscos e oportunidades que possam surgir. Esse sistema pode ser chamado de vigilância estratégica, e deve resultar em ações antecipadas que preparem a organização para mudanças. Esse sistema de vigilância é composto por temas estratégicos, que devem ser acompanhados continuamente, podendo esses temas serem rumores, notícias, resultados,

projeções, pesquisas, novidades, entre outras coisas que possam impactar de alguma forma na atuação da instituição (DA COSTA, 2007).

Além disso, qualquer empresa deve dispor de métodos para avaliar o próprio desempenho. Essa avaliação torna-se necessária para orientar futuras ações, com o objetivo de manter as práticas que demonstraram bons resultados e evitar a adoção de modas ou sistemas administrativos passageiros (AVILA; JUNGLES, 2013).

Contudo, como bem lembrado por Harris e McCaffer (1989) diversas teorias foram e têm sido elaboradas com a intenção de criar metodologias para o processo de gestão que auxiliem no controle das organizações, mas que nenhuma regra ou regulamentação pode garantir o sucesso de uma empresa, independentemente do quão rígidas elas são, ou quão rápidas elas foram criadas.

Assim, a gestão estratégica pode ser percebida como um conceito muito mais abrangente, sendo o planejamento estratégico uma parte dela (DA COSTA, 2007). A gestão estratégica procura reunir o plano estratégico e sua implementação em um único processo, responsabilizando os gestores pela elaboração do plano, seu acompanhamento e revisão, garantindo assim que o planejamento fique mais adequado às realidades externas e internas da organização, e os objetivos sejam alcançados mais facilmente (TAVARES, 2007).

## 2.4 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

No ano de 1999, a empresa de consultoria Bain & Company publicou em seu relatório uma pesquisa com executivos nos Estados Unidos, Canadá, América do Sul e Europa, onde foram apresentadas 25 ferramentas gerenciais para esses executivos e, logo em seguida, foram questionados sobre quais dessas ferramentas eram mais utilizadas por eles em suas empresas. O resultado da pesquisa, encontrado nos quadros 2 e 3, mostra uma forte preferência pelo planejamento estratégico, principalmente em economias importantes, como Estados Unidos e Canadá (HSM MANAGEMENT, 2000 *apud* DA COSTA, 2007).

Quadro 2 - Importância do Planejamento Estratégico

Planejamento Estratégico	89%
Missão/Visão	87%
Benchmarking	84%
Aferição da satisfação do cliente	81%

Fonte: adaptado de Da Costa (2008, p. 16).

Quadro 3 - Importância do Planejamento Estratégico por Região

Estados Unidos e Canadá		América do Sul		Europa	
Planejamento Estratégico	92%	Benchmarking	85%	Benchmarking	88%
Missão/Visão	86%	Planejamento Estratégico	83%	Planejamento Estratégico	77%
Aferição da satisfação do cliente	80%	Gestão da Qualidade Total	83%	Aferição da satisfação do cliente	76%
Benchmarking	79%	Terceirização	80%	Remuneração por Desempenho	67%
Terceirização	78%	Remuneração por Desempenho	78%	Terceirização	67%

Fonte: adaptado de Da Costa (2008, p. 17).

A simpatia por essa ferramenta em especial pode ser justificada pelas mudanças frequentes e inesperadas nas áreas econômicas, tecnológicas, políticas, sociais e mercadológicas, que exigem uma antecipação de cenários por parte dos executivos na hora de gerir as organizações que lideram, afim de tomar providências adequadas para a situação que surgir (DA COSTA, 2007).

O planejamento estratégico é um processo dinâmico, sistêmico, coletivo, participativo e contínuo para determinação dos objetivos, estratégias e ações da organização. Durante esse processo decisório e de muita discussão, deve-se definir o objetivo e a metodologia que será empregada, a nomeação de uma equipe multidisciplinar e as respectivas capacitações dos integrantes. Esse processo torna-se necessário para facilitar a elaboração, a gestão e a implementação do projeto (REZENDE, 2008).

O planejamento estratégico também é definido por Peter Drucker como o processo contínuo de facilitar a tomada de decisões que envolvem maior risco, por meio de um maior conhecimento sobre o futuro. Através de um sistema retroalimentado, pode-se organizar sistematicamente as atividades necessárias à execução dessas decisões e medir o resultado delas, comparando com as expectativas.

Em resumo, o planejamento é uma orientação do projeto, definindo pontos de partida e de chegada, passando pela operação e metas a serem cumpridas. Nele é possível incluir a previsão de cenários, tendo como objetivo o aumento da eficiência e segurança dos projetos através de previsões, programação, execução, coordenação e controle dos resultados, a fim de levar a empresa ao objetivo desejado (AVILA; JUNGLES, 2013).

De uma perspectiva temporal, o planejamento pode ser dividido em três horizontes: o

longo, o médio e o curto prazo. E cada um desses horizontes relacionam-se com as camadas administrativas da empresa. Sendo assim, podem ser definidos, resumidamente, como (TUBINO, 2009):

- a. Longo prazo: corresponde ao nível estratégico e tem como característica a análise dos objetivos finais do empreendimento, e com base nisso definir o ritmo de produção que deverá ser empenhado para atender esses objetivos;
- b. Médio prazo: com o plano de ações já elaborado, será buscada uma maneira de operar esse sistema da forma mais eficiente possível, diminuindo o desperdício de recursos e aumentando a produção o máximo que for permitido. Corresponde assim ao nível tático;
- c. Curto prazo: corresponde ao nível operacional, uma vez que coloca em prática as táticas definidas anteriormente e opera o sistema montado no início do processo. Busca a coordenação mais específica das tarefas diárias.

Complementando as ideias acima, Avila e Jungles (2013) apresentam outras características para cada um desses horizontes. No longo prazo deve-se estabelecer a qualidade do produto final e prestar atenção nos meios que serão mobilizados. Além disso, o planejamento deve ser periodicamente atualizado para se manter de acordo com a realidade do projeto. No médio prazo deve-se prestar atenção nas condições para o início ou continuidade da sequência de atividades e, caso necessário, haja correção de possíveis desvios. No curto prazo o objetivo central é a redução das dificuldades que podem impedir a execução das atividades. Se faz importante ter uma reserva de trabalho, com tarefas adicionais que possam ser executadas no caso de falhas nas tarefas iniciais ou produtividade acima do esperado.

A organização inicial do planejamento estratégico é requerida para se garantir uma efetiva implementação do plano. Definir previamente um objetivo para o planejamento e uma metodologia que será seguida por todos os envolvidos é recomendado. Assim, o objetivo deve ser amplamente discutido e coletivamente assumido, a fim de estabelecer um conjunto coordenado de ações organizacionais com a intenção de atingir determinados objetivos predefinidos, gerando engajamento e uma participação efetiva de todos (REZENDE, 2008).

Todo e qualquer projeto deve ser elaborado com uma metodologia adequada, flexível, dinâmica, viável e inteligente. Uma metodologia pode ser entendida como um processo dinâmico e interativo para desenvolvimento estruturado e inteligente de projetos, visando a qualidade, produtividade e efetividade. Essencialmente, uma metodologia apresenta fases ou partes de um projeto. Ao longo de cada fase deve-se apresentar uma sequência de resultados, sendo que esses resultados devem ser avaliados e aprovados pelos envolvidos no planejamento.

Nessas análises deve-se verificar se os padrões de qualidade e produtividade estabelecidos previamente foram atendidos, satisfazendo as necessidades da organização e os requisitos do projeto (DA COSTA, 2007).

Essa etapa de avaliação deve ser feita ao final de todas as fases do projeto, e a aprovação de todos é essencial para evitar perdas de tempo e dinheiro com retrabalhos. A metodologia adotada deve auxiliar todos os envolvidos durante o andamento do projeto, com a intenção de fazer com que todos tenham o pleno entendimento do empreendimento e o que deve ser feito. Assim, antes de adotar qualquer alternativa, os envolvidos devem pesquisar e discutir diferentes modelos, para enfim escolher a mais adequada. Lembrando que a metodologia deve ser adequada às necessidades da organização e características de trabalho do grupo. Além disso, é necessário também, o entendimento que a metodologia pode ser revisada, atualizada e complementada na medida do desenvolvimento do projeto (REZENDE, 2008).

A divulgação do planejamento estratégico da organização, feito em uma linguagem adequada ao nível de compreensão das equipes, é outro passo reconhecido como importante para o sucesso do mesmo. Tal atividade permite comunicar o início e andamento de cada fase do projeto, bem como os resultados alcançados até o momento (TAVARES, 2007). Por isso a divulgação durante o projeto torna-se uma ferramenta importante de articulação, desenvolvimento e conclusão do planejamento estratégico da organização, e deve ser feita de maneira clara e transparente, uma vez que esse planejamento é uma atividade coletiva e participativa entre as pessoas da organização e eventualmente do meio ambiente externo (REZENDE, 2008).

No decorrer de cada etapa recomenda-se também realizar a documentação completa e detalhada de cada atividade realizada, incluindo erros e acertos de gestão, implementação e de execução (AVILA; JUNGLES, 2013). Essa base documental pode ser utilizada como meio de comunicação entre os envolvidos direta e indiretamente ao projeto, bem como a manutenção de um histórico documental que pode servir como meio de compartilhamento e gestão do conhecimento na organização (REZENDE, 2008).

## 2.5 PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Quando se analisa a indústria da construção civil, mais especificamente as obras de caráter residencial e comercial, é fácil apontar semelhanças entre o canteiro de obras e uma empresa de qualquer área. A execução de um empreendimento desse tipo não deixa de ser um projeto, com processos internos, envolvendo inúmeras pessoas com objetivos em comum, que

realizam atividades que agregam valor ao produto final. Durante esse processo, a equipe de engenharia deve estar sempre atenta ao ritmo das atividades, às próximas metas, à qualidade do resultado final, à segurança no canteiro de obras, ao relacionamento com funcionários, fornecedores e clientes, à disponibilidade de recursos materiais e financeiros, entre outras coisas, que tornam os engenheiros verdadeiros administradores e gestores do projeto (JUNGLES; AVILA, 2006).

Como ferramenta para esses gestores, o planejamento prévio dos projetos torna-se uma ferramenta muito recomendada. Isso justifica-se devido a complexidade e o porte das obras, as diversas soluções técnicas presentes no processo, assim como os limites de prazo e custo que pressionam os gestores (GEHBAUER, 2002). Além disso, a competição, um aumento do grau de exigência dos clientes e a reduzida disponibilidade de recursos financeiros fizeram as empresas da construção civil se darem conta de que investir em gestão e controle de processos é necessário (MATTOS, 2010).

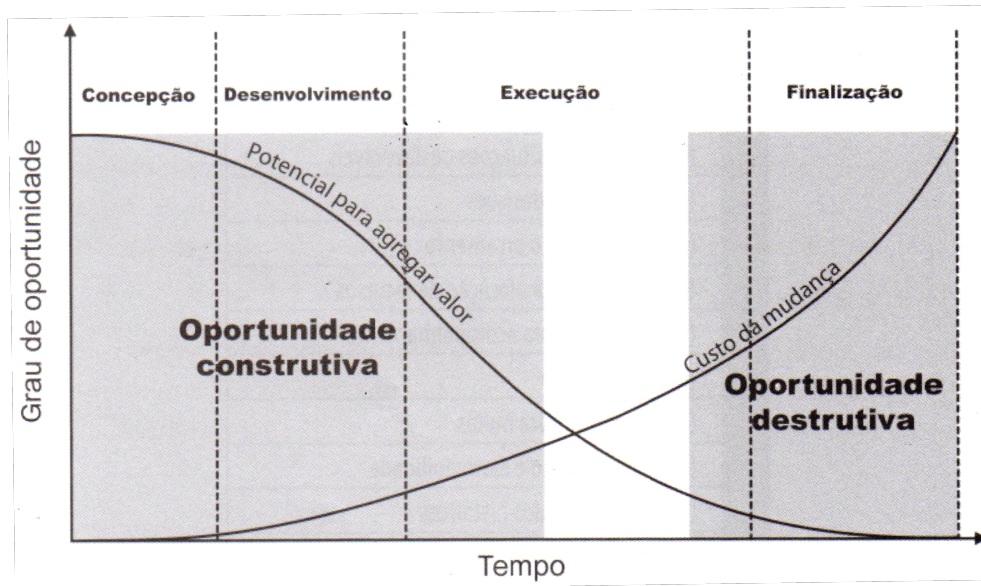
O planejamento consiste em uma análise detalhada da lógica construtiva do empreendimento e com os projetos em mãos realiza-se um estudo de todos os métodos, materiais e práticas construtivas. O fator tempo é introduzido junto com a rede de precedências para definir prazos, identificar atividades críticas para o projeto e adequar os recursos necessários. Recomenda-se também realizar o planejamento juntamente com as equipes do canteiro de obra, para que contribuam com informações sobre material e mão de obra, gerando assim um comprometimento por parte de todos com o que for combinado. Lembrando ainda que a programação é um elemento dinâmico, e, portanto, deve ser revisto periodicamente para se adequar a realidade do projeto (NETTO, 1988).

Para garantir a viabilidade de um empreendimento e evitar a ocorrência de falhas técnicas, é necessário que se poupe improvisações no canteiro de obras. A antecipação de atividades e definições gerais para o empreendimento auxiliarão na otimização da fase executiva e reduzirão perdas desnecessárias. O planejamento antecipado gera informações que poderão ser utilizadas como parâmetros de controle durante a execução, permitindo assim uma melhor distribuição dos recursos disponíveis, impedindo desperdícios (GEHBAUER, 2002).

Sabendo dos inúmeros benefícios que o planejamento de uma obra pode trazer, Mattos (2010, p. 22-24) listou as principais vantagens de se planejar, como segue:

- a. Conhecimento pleno da obra;
- b. Detecção de situações desfavoráveis. Como mostrado pela figura 2, uma mudança agrega mais valor quando efetuada nas fases iniciais do projeto, tornando-se uma oportunidade construtiva;

Figura 2 - Grau de oportunidade da mudança em função do tempo



Fonte: Mattos (2010, p. 22).

- c. Agilidade de decisões;
- d. Relação com o orçamento;
- e. Otimização da alocação de recursos;
- f. Referência para acompanhamento;
- g. Padronização;
- h. Referência para metas;
- i. Documentação e rastreabilidade;
- j. Criação de dados históricos;
- k. Profissionalismo.

Apesar dos reconhecidos benefícios que o planejamento pode trazer para uma obra, é de conhecimento geral que existe uma deficiência nessa área por parte das empresas da construção civil, uma vez que os casos de atrasos e estouros de orçamento são recorrentes e previstos pelos envolvidos, incluindo os clientes. E essa lacuna pode ser observada em empresas de todos os portes.

Os motivos apontados para justificar essa situação são diversos, mas seguem um padrão. Mattos (2010) agrupou os mais comuns entre as empresas, como segue abaixo:

- a. Planejamento e controle como atividades de um único setor: o planejamento e controle devem ser concebidos, compartilhados, analisados e aprovados por todos os envolvidos na gestão de uma obra, e não ser atividade restrita de um setor na empresa;



- b. Descrédito por falta de certeza nos parâmetros: os parâmetros utilizados nem sempre representam a obra com um bom grau de realidade. Isso gera descrença no planejamento e isso se torna motivo para a não elaboração ou manutenção do mesmo;
- c. Planejamento excessivamente informal: a informalidade é observada quando o planejamento se limita a visão de curto prazo, ou seja, quando o planejamento é realizado apenas a partir do imediato momento em que se precisa realizar alguma atividade;
- d. Mito do tocador de obras: valorização de profissionais caracterizados pelo vasto conhecimento técnico, mas com deficiência no lado gerencial, que tomam decisões rápidas baseadas na experiência e deixam o planejamento em segundo plano por acharem perda de tempo.

Avila e Jungles (2013) dividem o planejamento em duas fases: a da engenharia de produto, e outra da engenharia de processo. De acordo com os autores, a engenharia de produto corresponde a fase onde ocorre a elaboração dos projetos, documentos e orçamentos. Esse detalhamento auxilia a equipe de gestores no entendimento e análise do processo, facilitando a definição das metas a serem cumpridas, dos métodos construtivos que serão empregados e da quantidade de equipe que será deslocada para cada atividade. É a fase que corresponde ao nível do planejamento tático, que antecede a construção propriamente dita, e que gera documentos como estudos preliminares, de viabilidade, projetos básico, executivo e complementares, orçamento, memorial descritivo e detalhamento, entre outros.

Complementar a isso, a engenharia de processo corresponde à fase em que ocorre a definição de como se dará o processo construtivo propriamente dito, ou seja, onde ocorre a elaboração do planejamento. Nesta fase ocorre o detalhamento das atividades a serem executadas em cada etapa, definindo as metas para cada uma dessas atividades, além da quantidade de pessoas necessárias para o cumprimento desses prazos e os recursos essenciais para sua execução. Assim, a engenharia de processo caracteriza-se pela coordenação do planejamento com as atividades de implantação do canteiro de obras, o gerenciamento dos suprimentos necessários, a execução propriamente dita e a posterior fiscalização das atividades (AVILA; JUNGLES, 2013).

Em contrapartida, Dinsmore (1992) dá dois enfoques para o planejamento de projetos, sendo eles o planejamento técnico, e o planejamento gerencial. Para o autor, o planejamento técnico inicia pelas atividades de detalhamento do projeto com a elaboração de estudos de viabilidade, orçamento e projetos complementares. Em seguida, deve-se definir as

metodologias que serão adotadas durante a execução do projeto. Na sequência, as atividades devem ser identificadas, sequenciadas de uma maneira lógica, estabelecendo durações e datas para início, além de identificar os recursos necessários para sua execução. Ao final, o autor recomenda uma revisão geral, para refinar o planejamento.

Complementar a isso, o planejamento gerencial caracteriza-se pelo planejamento da coordenação do projeto. Recomenda-se nessa etapa que se faça um alinhamento das partes envolvidas, buscando um consenso sobre o planejamento feito. Em seguida, deve-se identificar responsáveis por cada setor dentro do projeto e estabelecer um esquema de comunicação entre todos, que torne a transmissão de informações efetiva e eficiente. Caso necessário deve-se realizar treinamentos com as equipes a fim de promover o aprendizado de conhecimentos necessários (DINSMORE, 1992).

## 2.6 PROGRAMAÇÃO DE OBRA

Durante o processo construtivo de um empreendimento, é possível identificar um ciclo de atividades que é comum entre a maioria das obras e praticado por um bom número de empresas. Esse ciclo é composto por 13 (treze) atividades básicas, definidas a seguir (AVILA; JUNGLES, 2013):

- a. Previsão: a primeira fase constitui-se pela identificação das atividades a serem cumpridas, explicitando o resultado esperado para cada uma delas. Deve-se também coloca-las em uma ordem lógica de execução e definir a interdependência entre cada uma delas;
- b. Planejamento: nessa fase ocorre a definição da quantidade de recurso humano, material e financeiro que será demandado para cada atividade, bem como a duração de cada uma delas, podendo-se assim definir os dias de início e fim de cada serviço;
- c. Coordenação: nesta fase serão delegadas as atividades para cada equipe e as decisões tomadas no planejamento serão divulgadas para todos. Durante essa etapa serão feitos possíveis ajustes a respeito de distorções não observadas durante o planejamento, mas que se evidenciam na hora da execução;
- d. Execução: etapa em que ocorre a materialização do produto propriamente dito, ou seja, é a fase da execução, onde se coloca o que foi planejado em prática;
- e. Controle e acompanhamento: processo que ocorre paralelamente a execução e serve para fiscalizar o andamento das atividades, verificando se o que foi programado está sendo cumprido, ou se o que foi decidido precisa de novos ajustes. A qualidade do

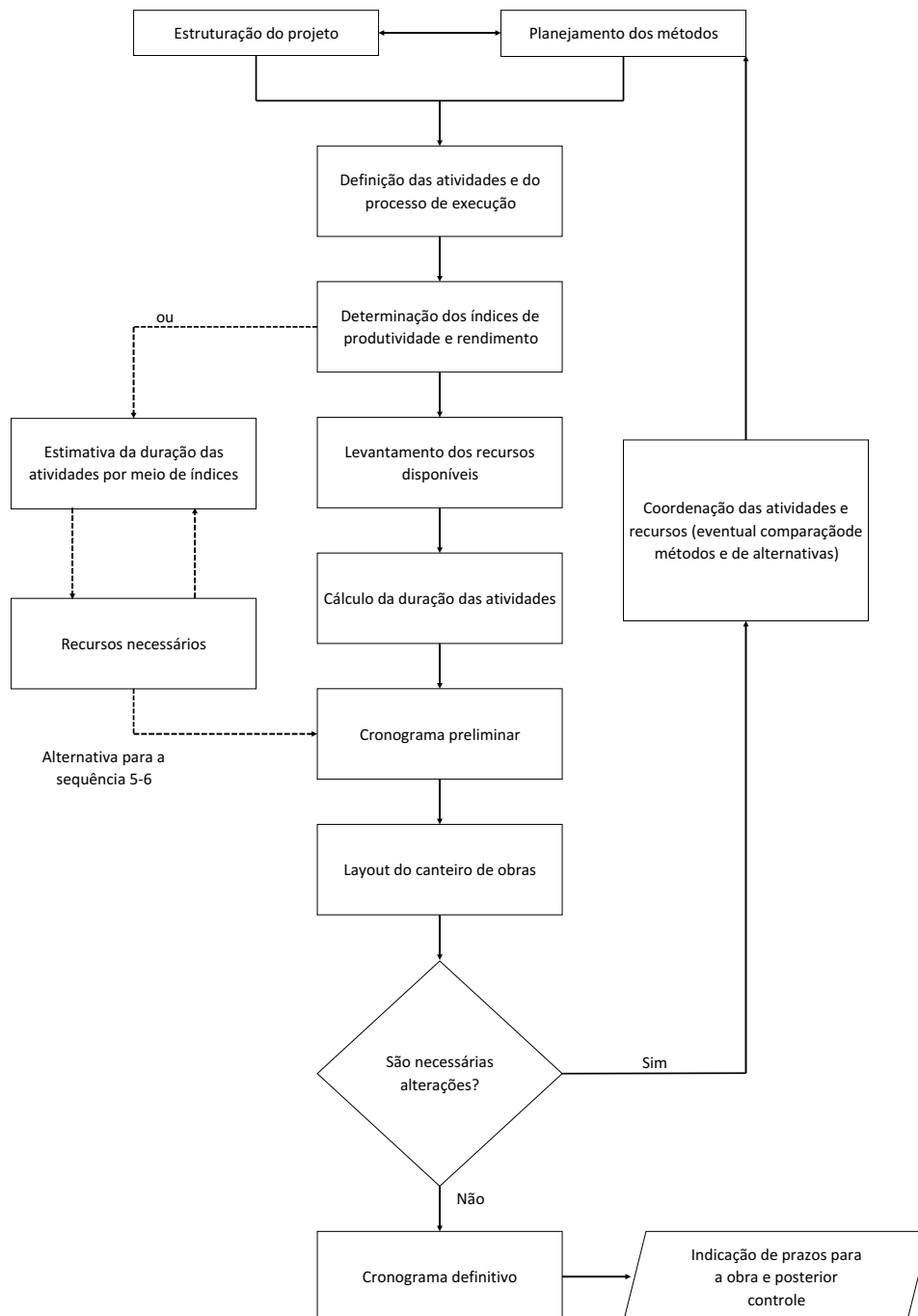
resultado final também deve ser conferida. Além disso, o gestor deve estar atento a quantidade de material disponível e se estão sendo entregues da maneira correta e com a qualidade predeterminada. Durante esse processo recomenda-se organizar um arquivo com o histórico de erros e acertos que poderão ser utilizados em projetos futuros, auxiliando a empresa a ficar mais próximo da sua realidade de trabalho;

- f. Medição, apropriação e custos: nessa etapa ocorre a verificação e a medição do que foi executado por cada frente de serviço. A partir desses dados levantados, juntamente com o custo de cada um desses serviços será possível realizar o pagamento e emitir um relatório dos custos e progresso físico da obra;
- g. Aprovação: essa é a fase final, onde o relatório de medição gerado anteriormente é analisado e aprovado ou não, dependendo da produção naquele período. Caso todos os itens em contrato estejam cumpridos em sua totalidade, encerra-se o vínculo entre a empresa e o contratado. Caso contrário, a atividade é retomada até a sua conclusão.

Dentro desse ciclo, a etapa de planejamento pode ainda ser desmembrada em novas etapas, gerando informações que serão utilizadas no decorrer do processo construtivo. Os projetos na construção civil são sempre diferentes um do outro, por menor que seja essa diferença, ela tem o potencial de mudar completamente o planejamento e o entendimento da sequência lógica do processo. No entanto, de maneira geral, os passos a serem seguidos durante o planejamento de qualquer projeto são similares e por isso sugere-se um roteiro de planejamento que pode ser utilizado como base na elaboração do plano de execução de qualquer obra (MATTOS, 2010).

Gehbauer (2002) sugere uma sequência de etapas a serem seguidas para elaborar um planejamento mais completo para o projeto. Essa sequência está esquematizada na figura 3:

Figura 3 - Etapas do planejamento inicial



Fonte: adaptado de Gehbauer (2002, p. 274).

Mattos (2010) também sugere um roteiro de planejamento. Mesmo sendo parecida com o exposto acima, esta sequência identifica atividades complementares ao exposto anteriormente, e desconsidera outras atividades. Além disso, sequência e agrupa as atividades de forma diferente. A sequência proposta segue abaixo e será detalhada em seguida:

- a. Identificação das atividades;
- b. Definição das durações;

- c. Definição da precedência;
- d. Montagem dos diagramas de prazo;
- e. Identificação do caminho crítico;
- f. Geração do cronograma;

### 2.6.1 Identificação das Atividades

A etapa de identificação das atividades consiste em listar as atividades que farão parte do planejamento da obra, ou seja, todas as atividades consideradas importantes para o bom andamento da obra e passíveis de controle, e que farão parte do cronograma da obra. Nessa etapa, o gestor terá que ter muita atenção para que nenhuma atividade crítica seja esquecida, o que pode implicar em atrasos e perda de credibilidade no planejamento, ao mesmo tempo que não se deve exagerar na quantidade de atividades do cronograma uma vez que uma lista muito extensa de serviços pode inviabilizar o seu controle, gerando frustração e perda de tempo (MATTOS, 2010).

A maneira mais simples encontrada até hoje para fazer essa identificação baseia-se em princípios expostos por René Descartes, pensador francês do século XVII. De maneira sintetizada, os princípios de Descartes podem ser entendidos como a subdivisão do projeto em tantas partes, possíveis de serem analisadas, quanto necessário, ordenadas de maneira lógica, seguindo uma sequência sempre do mais simples para a mais complexa das atividades. Esses princípios embasam a maneira como são identificadas as atividades do planejamento. Por isso, em resumo, recomenda-se (AVILA; JUNGLES, 2013):

- a. Efetuar o agrupamento das atividades iguais em blocos afins;
- b. Ordenar de maneira lógica, de acordo com a execução, a sequência de atividades a serem executadas.

Esse ordenamento das atividades deve ser exposto em um documento, de maneira clara para todos os envolvidos na gestão do projeto. Esse documento recebe o nome técnico de Estrutura Analítica de Projeto (EAP). A EAP “é uma forma hierárquica para divisão dos projetos em atividades mensuráveis e controláveis. Na EAP, as atividades são subdivididas a níveis que as pessoas possam controlar” (DINSMORE, 1992, p. 39).

Em outras palavras, Escrivão Filho (1998, p. 86) define EAP como um procedimento simples “de quebra da estrutura de trabalho em estruturas mais simples, até o nível de

detalhamento desejado, definindo as atividades base, sobre as quais o planejamento se orientará para estabelecer a programação e os controles”.

É importante que se tenha a consciência de que a EAP de um mesmo projeto pode ser diferente na visão de gestores diferentes, uma vez que cada um tem uma maneira de controle e de entendimento sobre o que é essencial para a programação de uma obra. O critério utilizado para decomposição é responsabilidade do gestor responsável, o importante, ao final do processo é ter todas as atividades identificadas e que a EAP represente a totalidade do escopo (MATTOS, 2010).

A EAP também pode ser representada por meio de listas, onde as atividades são agrupadas e identificadas por números. Nesse caso, as macroatividades devem receber numerações inteiras, e as atividades que a compõe recebem um dígito a mais para identificar o grupo a que pertencem. Esse sistema de numeração deve seguir uma sequência lógica de execução para melhor entendimento da sequência. A EAP apresentada dessa forma recebe o nome de EAP analítica, e está exemplificada no quadro 4 (MATTOS, 2010).

Quadro 4 - EAP Analítica

Atividades	
0	Casa
1	1 Infraestrutura
2	1.1 Escavação
3	1.2 Sapatas
4	2 Superestrutura
5	2.1 Paredes
6	2.1.1 Alvenaria
7	2.1.2 Revestimento
8	2.1.3 Pintura
9	2.2 Cobertura
10	2.2.1 Madeiramento
11	2.2.2 Telhas
12	2.3 Instalações
13	2.3.1 Inst. Elétricas
14	2.3.2 Inst. Hidráulicas

Fonte: adaptado de Mattos (2010, p. 65).

A quantidade de decomposições realizadas para cada atividade é arbitrária, e depende do bom senso de quem está elaborando o planejamento. Atividades demais, ou seja, uma EAP com muitos detalhes, pode fazer o acompanhamento se tornar complexo devido à fragmentação

de informações. Ao mesmo tempo que atividades de menos pode tornar o planejamento inútil por não medir com eficiência os serviços. Deve-se evitar a partição do projeto em atividades de curta duração, de 1 (um) dia por exemplo, além de evitar atividades muito genéricas, que possam agrupar diversas atividades diferentes. Sendo assim, é importante que se tenha consciência do grau de controle que se quer ter no projeto, lembrando que ele também deve respeitar o porte das empresas, o conhecimento e experiência da equipe e a complexidade do projeto (AVILA; JUNGLES, 2013)

### 2.6.2 Definição das durações

Seguindo para a segunda etapa, após a definição de quais atividades serão controladas no cronograma da obra, deve-se calcular a duração delas. É com base nesses dados de duração que será possível gerar um cronograma do projeto. Lembrando que a duração será sempre uma estimativa, independente do conhecimento e da experiência do gestor, uma vez que muitos fatores podem influenciar no andamento de cada atividade (MATTOS, 2010).

No momento da definição das durações de cada atividade deve-se ter em mente algumas regras básicas (MATTOS, 2010):

- a. Avaliar as durações uma a uma: as atividades devem ter as suas respectivas durações estimadas uma a uma e de maneira independente;
- b. Adotar o dia normal: no início do planejamento deve-se adotar o que será estabelecido como dia normal de trabalho, ou seja, quantos dias serão efetivamente trabalhados durante a semana e quantas horas por dia serão trabalhadas em um dia normal. Lembrando que horas extras, feriados e finais de semana eventualmente trabalhados não devem ser contados inicialmente;
- c. Não pensar no prazo total da obra: não se deve pensar inicialmente no prazo final do projeto. As durações devem ser feitas de maneira independente, sem ter como base a duração total do projeto logo no início do planejamento;
- d. Dias úteis e não dias corridos: a duração é a quantidade de dias efetivamente trabalhados, ou seja, não se deve contar duração como dias corridos. Dessa forma, finais de semana e feriados não trabalhados devem ser descontados na elaboração do plano;
- e. Unidade em dias: a unidade da duração deve ser padrão para todas as atividades, e o mais comum é a utilização de dias como unidade padrão.

Durante a etapa de definição das durações das atividades é importante que se tenha consciência de que alguns fatores podem afetar diretamente esses prazos. A experiência da equipe é um desses fatores, uma vez que quanto mais experiente for a equipe, mais rápido será realizado o serviço em questão. Outro fator é o grau de conhecimento do serviço, ou seja, atividades novas, diferentes ou pouco frequentes requerem um período de aprendizagem das equipes, o que pode levar a uma duração maior, principalmente no início (GEHBAUER, 2002). Além disso, o apoio logístico que se presta por parte dos gestores influencia diretamente no trabalho em campo. A disponibilidade dos materiais quando necessário e a organização adequada do canteiro de obras podem facilitar ou dificultar os serviços a serem realizados (MATTOS, 2010).

Para a definição da duração das atividades é recomendado que o gestor tenha conhecimento da produtividade das equipes que irão trabalhar no projeto. Produtividade é definida como a taxa de produção de uma pessoa ou equipe, ou seja, é a quantidade produzida por uma pessoa ou equipe em um intervalo de tempo específico, normalmente em horas. Quanto maior essa produtividade, ou seja, quanto mais produtiva uma equipe for, maior será o volume produzido, e menor será o tempo gasto para realização de alguma atividade. O inverso da produtividade é chamado de índice, sendo assim, indica quanto tempo será consumido para realizar uma unidade de serviço (GEHBAUER, 2002).

Uma vez em posse da produtividade de cada equipe, o gestor deve ter em mãos também o volume de serviço que será realizado em cada etapa, sendo que essa informação deve constar no quantitativo de obra realizado em etapas anteriores. Após, deve-se ter a definição de quantas horas é constituída uma jornada diária de trabalho. A partir disso, o gestor conseguirá calcular a quantidade de horas que cada equipe deve trabalhar para realizar uma determinada atividade, e caso ele precise que alguma dessas atividades seja realizada mais rapidamente, ele poderá aumentar a quantidade de equipes trabalhando. Lembrando que deve haver um bom senso na hora de definir quantas equipes devem trabalhar para realizar uma determinada atividade, uma vez que muitas pessoas trabalhando em um espaço pequeno pode acarretar em perda de produtividade (ASSED, 1986).

Também é importante frisar que o planejador pode seguir duas linhas de raciocínio nessa etapa: ou ele define o efetivo que irá trabalhar e a partir disso calcular a duração, ou faz o inverso, definindo a duração para depois calcular o efetivo necessário para cumprir aquela meta. O que for mais adequado para a situação do projeto (MATTOS, 2010). As fórmulas estão apresentadas nos quadros 5 e 6. O primeiro quadro refere-se à definição da duração em função da equipe. O segundo quadro refere-se à definição da equipe em função da duração:



Quadro 5 - Equações para definição da duração em função da equipe

a.	Usando Índice
$\text{Duração} = \frac{\text{Quantidade} \times \text{Índice}}{\text{Recursos} \times \text{Jornada}}$	
b.	Usando Produtividade
$\text{Duração} = \frac{\text{Quantidade}}{\text{Produtividade} \times \text{Recursos} \times \text{Jornada}}$	

Fonte: adaptado de Mattos (2010, p. 82)

Quadro 6 - Equações para definição das equipes em função da duração

a.	Usando Índice
$\text{Recursos} = \frac{\text{Quantidade} \times \text{Índice}}{\text{Duração} \times \text{Jornada}}$	
b.	Usando Produtividade
$\text{Recursos} = \frac{\text{Quantidade}}{\text{Produtividade} \times \text{Duração} \times \text{Jornada}}$	

Fonte: adaptado de Mattos (2010, p. 83)

### 2.6.3 Definição da precedência

Dentro de um processo construtivo as atividades possuem uma sequência lógica para acontecerem e normalmente para que essas atividades iniciem, alguma atividade anterior deve necessariamente ser concluída. É nisso que se constitui a definição das precedências. Nessa etapa é definida a dependência entre as atividades, ou seja, quem vem antes de quem no processo construtivo (AVILA; JUNGLES, 2013).

Embora muitas atividades possam acontecer ao mesmo tempo, em lugares diferentes da obra, interdependências podem ser estabelecidas, produzindo uma cadeia de atividades que é afetada a partir de qualquer alteração em um desses serviços. Ou seja, se alguma dessas atividades atrasar por qualquer motivo, isso afetará toda a cadeia construtiva (MATTOS, 2010).

As atividades que devem necessariamente ocorrer para que uma outra atividade aconteça são chamadas de predecessoras, conseqüentemente, as atividades que dependem de uma outra atividade são chamadas de sucessoras. Assim, para cada atividade o planejador deve identificar as suas predecessoras, ou seja, de que outras atividades ela depende imediatamente

ou diretamente. Para facilitar esse raciocínio, sugere-se pensar em termos de predecessoras, ou seja, ao fazer o planejamento de alguma atividade, fica mais prático pensar nas atividades que ela depende, do que nas atividades que dependem dela. Lembrando também que nem todas as atividades possuem predecessoras ou sucessoras, podendo elas ser o final de uma cadeia das atividades (MATTOS, 2010).

#### 2.6.4 Diagramas de prazo

A partir do momento que as propriedades de cada atividade são definidas, incluindo durações e precedências, pode-se fazer uso de ferramentas para elaboração do cronograma da obra. O resultado são diagramas que evidenciarão as datas de início e fim de cada atividade, determinando assim uma previsão da data final para conclusão do projeto. Algumas ferramentas são mais indicadas para projetos da construção civil, sendo elas os Diagramas de Barra, ou Cronograma Gantt, os diagramas de rede PERT/CPM e a Linha de Balanço. Sendo que a escolha por qual será mais adequada parte do conhecimento do gestor, e a utilização de mais de uma dessas ferramentas ao mesmo tempo também é possível.

O método do diagrama de rede PERT/CPM é uma representação gráfica das atividades que devem ser executadas no projeto dando uma estimativa do tempo que será consumido para realização do mesmo. Essas redes deixam claras as dependências entre os serviços, evidenciando assim a sequência lógica de execução previamente determinada e facilitando o entendimento de como uma alteração em uma das atividades pode impactar em todo o restante da cadeia. Além disso, as redes permitem uma visão de quais atividades são críticas para o atendimento do prazo de conclusão do projeto. Essas características básicas permitem ao gestor a criação e simulação de cenários, que podem ser analisados como alternativas durante o andamento do projeto (TUBINO, 2009).

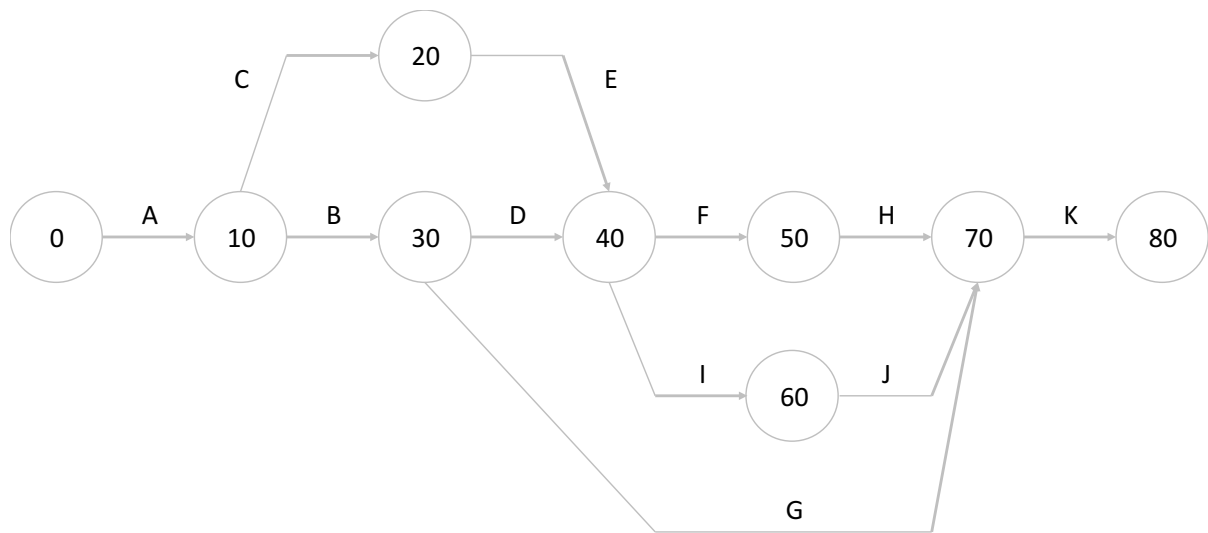
Com o diagrama pronto é possível extrair outras informações além de prazos de execução. Quando bem elaborado e entendido pela equipe, fica mais fácil definir as datas de mobilização de equipe e equipamentos, quando devem ser solicitados os materiais necessários ou contratar novos serviços terceirizados, quando ocorrerão as mobilizações financeiras, além é claro das desmobilizações ao final das atividades. Assim, as responsabilidades são mais facilmente identificadas e as pessoas certas podem ser acionadas e cobradas no decorrer do projeto (AVILA; JUNGLES, 2013).

Existem duas maneiras de se montar um diagrama de rede, e que são popularmente conhecidos como diagrama de flechas e diagrama de blocos. Os dois métodos seguem a mesma

lógica e tem o mesmo objetivo, e por isso ao final geram o mesmo resultado. Mesmo assim, cada um deles tem suas características especiais e a escolha entre um ou outro depende do gosto do gestor (MATTOS, 2010).

No método das flechas (ver figura 4), as atividades são representadas por flechas orientadas da esquerda para a direita, ligando dois eventos. Esses eventos são representados por círculos no diagrama e nada mais são do que pontos no tempo para indicar o final de uma atividade e o início de outra, ou a conclusão do projeto, ou seja, são pontos de convergência e divergência entre atividades e amarram os predecessores e sucessores entre si. A seta recebe uma indicação sobre qual atividade ela representa, juntamente com a duração da atividade. Os eventos recebem uma numeração para melhor identificação e para facilitar cálculos necessários (TUBINO, 2009). Lembrando que toda atividade deve partir de um evento e chegar em outro e que nenhum evento pode estar sozinho no meio do diagrama. Outras características desse método são: não pode haver duas atividades com o mesmo par de eventos de começo e término, a rede começa em um evento inicial único e termina com um evento final único para onde todas as atividades sem sucessoras devem convergir (AVILA; JUNGLES, 2013).

Figura 4 - Exemplo de diagrama de flechas

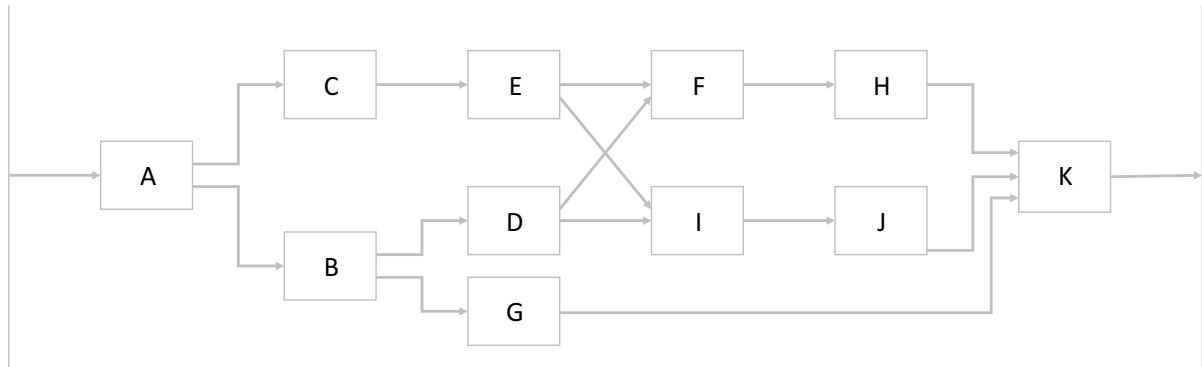


Fonte: adaptado de Mattos (2010, p. 118)

O método dos blocos (figura 5) indica que as atividades sejam representadas por blocos ao invés de flechas, e a ligação entre os blocos representa apenas a dependência entre elas. Cada bloco recebe a identificação da atividade que representam e a flecha não precisa ser proporcional a duração da atividade. Nesse método dispensa-se o conceito de evento, uma vez que as atividades são ligadas diretamente entre si. A rede começa com uma barra vertical de

início, onde são ligadas as atividades sem predecessoras e termina com uma barra vertical de fim, onde são ligadas as atividades sem sucessoras. Cabe lembrar que as flechas devem sempre apontar para a direita e que todas as atividades devem estar ligadas ao final do diagrama (AVILA; JUNGLES, 2013)

Figura 5 - Exemplo diagrama de blocos



Fonte: adaptado de Mattos (2010, p. 133).

Ao final, os dois diagramas vão gerar o mesmo resultado de planejamento, independente da técnica utilizada. A partir do diagrama elaborado será possível identificar o caminho crítico do projeto, as folgas de cada atividade e a elaboração de um cronograma de acompanhamento (MATTOS, 2010).

### 2.6.5 Identificação do caminho crítico

Um conjunto de ligações entre os eventos, ou atividades dependendo do modelo de rede, é chamado de caminho. A rede, portanto, é formada de diversos caminhos que se interligam e convergem para um ponto final, que representa o final do projeto. A partir do momento que a elaboração da rede é finalizada, inicia-se o processo de cálculos com o objetivo de definir a duração total do projeto e a identificação das atividades mais importantes e prioritárias do processo (TUBINO, 2009).

O período de tempo para percorrer cada um desses caminhos, nada mais é do que o somatório das durações individuais de cada uma das atividades que o constituem. No entanto, um desses caminhos destaca-se devido a importância que tem dentro da rede, e é chamado de caminho crítico. O caminho crítico é a sequência de atividades, ou o caminho, que resulta no maior tempo de duração entre todos os caminhos, e é ele que define o prazo total do projeto (TUBINO, 2009). Em resumo, o prazo total do projeto é igual ao prazo de conclusão do

caminho crítico. Por consequência, as atividades que pertencem ao caminho crítico são chamadas de atividades críticas, e podem ser representadas no diagrama com cores alternativas ou traçados mais fortes, para ganhar destaque (MATTOS, 2010).

Sendo assim, pode-se concluir que qualquer alteração de prazo nas atividades críticas implica em uma alteração de prazo em todo o projeto. É importante que se tenha o conhecimento de que, uma vez atrasado o caminho crítico, os custos incorridos para a recuperação desse tempo perdido podem ser elevados, acarretando em um aumento nos custos totais do projeto (AVILA; JUNGLES, 2013). Por esse motivo, o gestor deve estar sempre atento em encontrar o caminho crítico do seu projeto e monitorá-lo, dando prioridade para as atividades mais críticas em detrimento de outras que não afetam efetivamente o andamento do processo. Em outras palavras, com essa informação o gestor poderá focar naquilo que é realmente importante, ao invés de se apoiar em percepções subjetivas e baseadas na experiência, por exemplo (MATTOS, 2010).

É importante que se tenha o conhecimento de que, dentro de uma mesma rede, pode-se encontrar mais de um caminho crítico, uma vez que dois, ou mais caminhos, podem ter o mesmo prazo de conclusão, e nesses casos todas as atividades devem ser consideradas como críticas. Além disso, um caminho pode deixar de ser crítico, a partir do momento que um novo caminho se revelar com maior duração. Isso pode acontecer quando alguma atividade do caminho crítico acabar muito antes do prazo, ou alguma atividade de fora do caminho crítico se revelar com maior duração do que o esperado, formando assim um novo caminho crítico. Por esses motivos, o gestor deve estar sempre atento e constantemente reavaliando se o caminho crítico continua o mesmo e se está sendo cumprido (TUBINO, 2009).

#### 2.6.6 Geração do cronograma de Gantt e folgas

Uma vez identificado o caminho crítico, é importante que se tenha conhecimento de como trabalhar com as outras atividades que não fazem parte do mesmo. Essas atividades, como dito anteriormente, enquanto fora do caminho crítico, não afetam o andamento do projeto e por isso dispõem de um tempo de execução maior do que a sua própria duração. Isto é, essas atividades têm permissão para sofrerem atrasos, de maneira limitada, sem que alterem o prazo final do projeto como um todo. Em resumo, elas são mais flexíveis quanto aos prazos de início e fim. Para esse período de tempo que uma atividade não crítica dispõe para além da sua duração dá-se o nome de folga (MATTOS, 2010).

A partir do momento que a montagem da rede PERT/CPM está concluída, com as durações definidas, interdependências, caminho crítico e folgas, percebe-se que, dependendo do projeto que se está planejando, um diagrama de rede pode se tornar algo complexo de visualizar. Por esse motivo, pode-se transportar as informações da rede para uma outra visualização, chamada de Diagrama de Barras, ou de Gantt, gerando um cronograma integrado entre essas ferramentas (MATTOS, 2010).

O diagrama de Gantt (figura 6) constitui-se em relacionar as atividades que serão controladas e estão na rede PERT/CPM, e ao lado de cada atividade colocam-se barras, que representam a duração da mesma ao longo do processo, em uma escala de tempo definida pelo gestor. Isso facilita a identificação de início e fim de cada atividade, uma vez que elas são delimitadas mais visualmente (DINSMORE, 1992). O caminho crítico pode ser representado por uma cor diferente das demais atividades (MATTOS, 2010).

Figura 6 - Cronograma de Barras (Gantt)

Atividade	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Construir Fundações</b>															
<b>Construir Paredes</b>															
<b>Instalar Telhado</b>															

Fonte: adaptado de Mattos, (2010, p. 202)

Originalmente o cronograma de Gantt não apresenta a interdependência entre as atividades. No entanto, por meio de tecnologias computacionais, a maioria dos softwares apresentam essa informação de maneira que não atrapalhe a compreensão do diagrama. Apesar disso, essa ferramenta serve como base para o cronograma físico-financeiro da obra, facilita a distribuição de tarefas entre responsáveis e auxilia no monitoramento e controle das atividades, uma vez que mostra o progresso das atividades (GEHBAUER, 2002). Além disso, o cronograma pode ser montado em diferentes níveis, agrupando tarefas específicas em grupos maiores, possibilitando também uma gestão macro do processo (AVILA; JUNGLES, 2009).

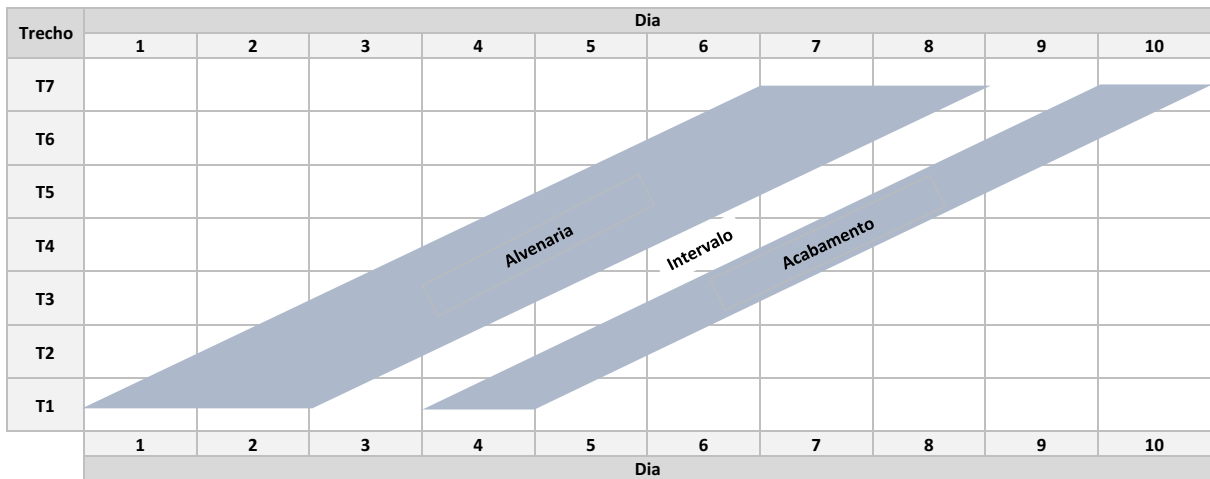
## 2.7 MÉTODO DA LINHA DE BALANÇO

Os projetos da construção civil podem ser separados em grupos diferentes, sendo que um desses grupos é o de obras com caráter repetitivo, ou obras seriadas. Essas obras têm como característica principal a repetição de atividades dentro do processo construtivo, ou seja, quando algumas atividades são executadas sucessivas vezes da mesma maneira (MATTOS, 2010).

Como exemplo de projetos que se enquadram nesse grupo pode-se citar: conjuntos habitacionais, blocos idênticos de um condomínio, edifícios com pavimentos idênticos (pavimentos tipo), rodovias, dutovias, etc. (AVILA; JUNGLES, 2013).

Para esse grupo de projetos, os métodos da rede PERT/CPM e o cronograma de Gantt mostraram-se pouco adequados (MATTOS, 2010). Isso acontece, pois, essas duas técnicas não se beneficiam da simplificação que atividades repetitivas podem trazer. Nos métodos de rede e Gantt um mesmo serviço teria que ser repetido e apresentado diversas vezes no mesmo cronograma, tornando o controle das atividades mais trabalhoso. Enquanto isso, no método da Linha de Balanço define-se uma unidade básica que será repetida e impõe-se um ritmo a ela. A partir disso pode-se elaborar uma representação gráfica com todas as unidades básicas (LOSSO; ARAÚJO, 1995). Desta forma, “a linha de balanço resume um grupo de atividades similares em uma linha, e conseqüentemente, condensa em um documento menor um grande número de atividades comuns”, como pode ser observado na figura 7 (MATTOS, 2010, p. 394).

Figura 7 - Exemplo de Linha de Balanço



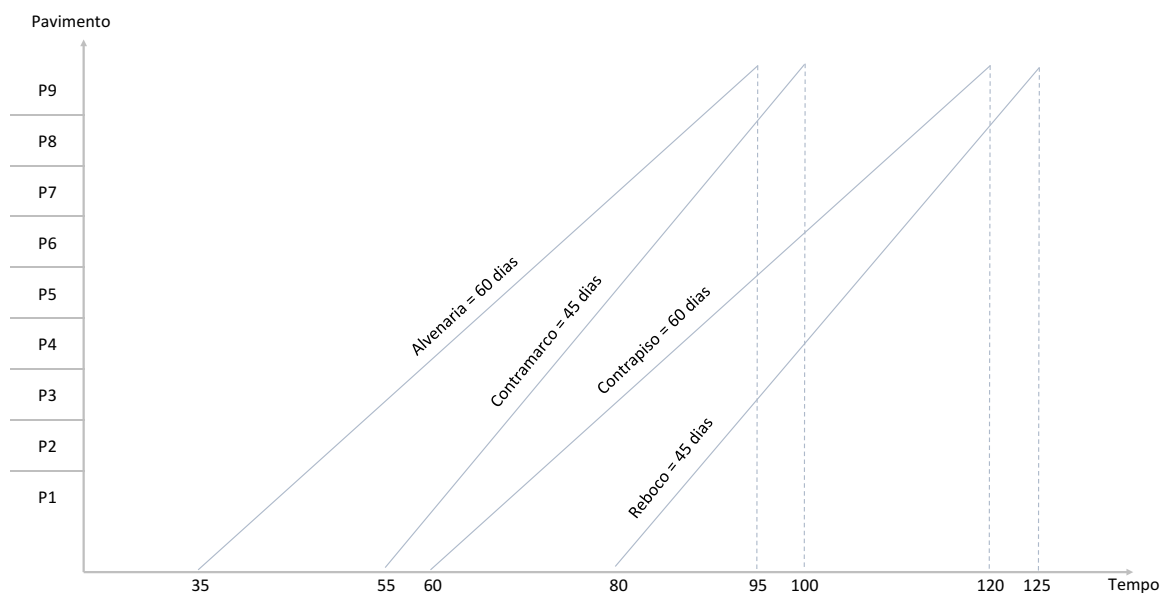
Fonte: adaptado de Mattos (2010, p. 396)

A técnica da linha de balanço tem como objetivo mostrar os ritmos de trabalho de cada atividade e apresentar a necessidade de recursos que cada etapa vai precisar de uma maneira que não interfira na atividade seguinte e nem deixe recursos ociosos (HARRIS; McCAFFER, 1989). Assim, torna-se possível balancear as atividades. Isto é, se todas elas forem realizadas seguindo o que foi planejado inicialmente, tem-se uma programação que não resultará em tempos desperdiçados entre uma atividade ou outra, ou entre a passagem de uma atividade para outra. Dessa forma, garante-se a disponibilidade de uma equipe para o serviço e que a unidade seguinte estará livre para essa equipe iniciar o serviço (MENDES JR.; HEINECK, 1998).

Os princípios utilizados no método da Linha de Balanço foram importados do processo de planejamento e controle da indústria de manufatura (HARRIS; McCAFFER, 1989). Essa técnica tem sua origem em 1941, e foi originalmente desenvolvida pela Goodyear Tire & Rubber Company, nos EUA, com a supervisão de George E. Fouch. Também foi aplicada pela Marinha americana nos anos de 1950 e mais tarde sofreu alterações e foi ampliada para a construção civil (MATTOS, 2010).

A linha de balanço constitui-se em um gráfico, com o tempo sendo representado no eixo horizontal e as unidades de construção ocupando os eixos da ordenada (ver figura 8). Cada atividade é representada por uma linha, ou um conjunto de blocos, que é originado da relação entre qual unidade deve ser executada em qual período de tempo (MATTOS, 2010). Essas unidades básicas são as partes do projeto que se repetem. Cada unidade básica receberá a mesma sequência básica de atividades, comum entre todas elas. Por exemplo, a unidade base de um edifício com pavimentos tipo, seria o pavimento tipo. Da mesma forma, em uma rodovia cada unidade base é caracterizada por quilômetro de obra (AVILA; JUNGLES, 2013).

Figura 8 - Exemplo de Linha de Balanço



Fonte: adaptado de Mattos (2010, p. 398).

O tamanho do bloco, que representa uma atividade, equivale a sua duração (MATTOS, 2010). A declividade da reta indica a produtividade daquela equipe, ou seja, define a velocidade de execução daquela atividade. Quanto mais íngreme a reta, maior a sua produtividade (MATTOS, 2010). A produtividade de uma atividade interfere diretamente em seu ritmo de execução. O ritmo nada mais é do que o número de unidades que devem ser concluídas em um



certo período de tempo, para que o prazo previamente definido seja atendido (MENDES JR.; HEINECK, 1998).

A linha de balanço pode ser elaborada após a definição de alguns parâmetros, sendo eles (AVILA; JUNGLES, 2013):

- a. Duração Total: A duração total, DT, corresponde ao tempo total para conclusão da obra, estabelecido em contrato e definido como prazo final pela construtora. Pode ser entendido como o somatório a seguir:

Equação 1 - Duração total do projeto

$$DT = T_M + T_B + T_R$$

Fonte: Avila e Jungles (2013, p. 293).

Sendo  $T_M$  o tempo de mobilização,  $T_B$  o tempo base e  $T_R$  o tempo restante;

- b. Tempo de Mobilização: O tempo de mobilização,  $T_M$ , é o tempo que se passa entre a assinatura do contrato até o início efetivo da obra. Ele engloba o tempo despendido para execução do canteiro de obras e das atividades prévias ao início das atividades propriamente ditas;
- c. Tempo Base: O tempo base,  $T_B$ , é definido como tempo de execução de uma unidade básica, ou seja, é o somatório das durações das atividades presentes em uma unidade básica. Assim,  $T_B$  pode ser definido como segue:

Equação 2 - Tempo base

$$T_B = \sum_{s=A}^K t(s)$$

Fonte: Avila e Jungle (2013, p. 294).

Sendo  $t(s)$  o tempo de duração de uma atividade qualquer dentro da unidade básica;

- d. Tempo Restante: O tempo restante,  $T_R$ , corresponde ao tempo restante entre a conclusão da primeira unidade básica até a data final para conclusão do empreendimento, previamente estipulada em contrato. Assim, pode ser representado pela fórmula:

Equação 3 - Tempo restante

$$T_R = DT - (T_B + T_M)$$

Fonte: Avila e Jungle (2013, p. 294).

- e. Ritmo de Construção: Esse parâmetro expressa o número de unidades básicas pelo tempo. A medida é calculada pela razão entre o número de unidades básicas restantes após a conclusão da primeira e o tempo restante,  $T_R$ . Assim, o ritmo de construção,  $\rho$ , pode ser expresso por:

Equação 4 - Ritmo de construção

$$\rho = \tan \alpha = \frac{n - 1}{T_R}$$

Fonte: Avila e Jungle (2013, p. 295).

- f. Duração das Atividades: A duração de uma atividade isolada do cronograma é função do número total de horas necessárias para a sua conclusão, do número de equipes alocadas ao serviço e do tempo de jornada de trabalho. O cálculo da duração inicia da seguinte forma:

Equação 5 - Duração da atividade

$$T_0(s) = QS(s) \times \pi(s)$$

Fonte: Avila e Jungles (2013, p. 296).

Onde  $T_0(s)$  é o total de horas necessárias para realizar a atividade em questão,  $QS(s)$  é o volume de serviço daquela atividade e  $\pi(s)$  é a produtividade de uma equipe padrão. A duração de uma atividade, expressa em horas, é a razão entre  $T_0(s)$  e o número de equipes padrão destinadas para aquela atividade, sendo assim a duração é representada por:

Equação 6 - Duração da atividade

$$d(s) = \frac{T_0(s)}{N^\circ Eq(s)}$$

Fonte: Avila e Jungles (2013, p. 296).

Por fim, a duração de qualquer atividade deve ser calculada por jornada de trabalho, ou seja, deve ser transformada para semanas ou meses, conforme preferência do gestor. Pode ser calculada como segue:

Equação 7 - Duração por jornada de trabalho

$$t(s) = \frac{d(s)}{H_j} = \frac{T_0(s)}{N^\circ Eq(s) \times H_j}$$

Fonte: Avila e Jungles (2013, p. 297).

- g. Número de Equipes: A definição da quantidade de equipes necessárias para realização de uma determinada atividade é diretamente proporcional a duração da unidade básica e do ritmo dos respectivos serviços, como mostrado abaixo:

Equação 8 - Número de equipes

$$N^\circ Eq(s) = d(s) \times \rho(s) \quad \text{ou} \quad N^\circ Eq(s) = t(s) \times \rho(s)$$

Fonte: Avila e Jungles (2013, p. 297).

- h. Duração Total da Atividade Repetitiva: A duração total de uma atividade repetitiva,  $d_T(s)$ , é dependente do número de repetições da atividade em questão, da duração da atividade e do número de equipes disponível. Essas variáveis relacionam-se da seguinte forma:

Equação 9 - Duração total da atividade repetida

$$d_T(s) = \frac{NR \times d(s)}{N^\circ Eq(s)} = \frac{NR}{\rho(s)}$$

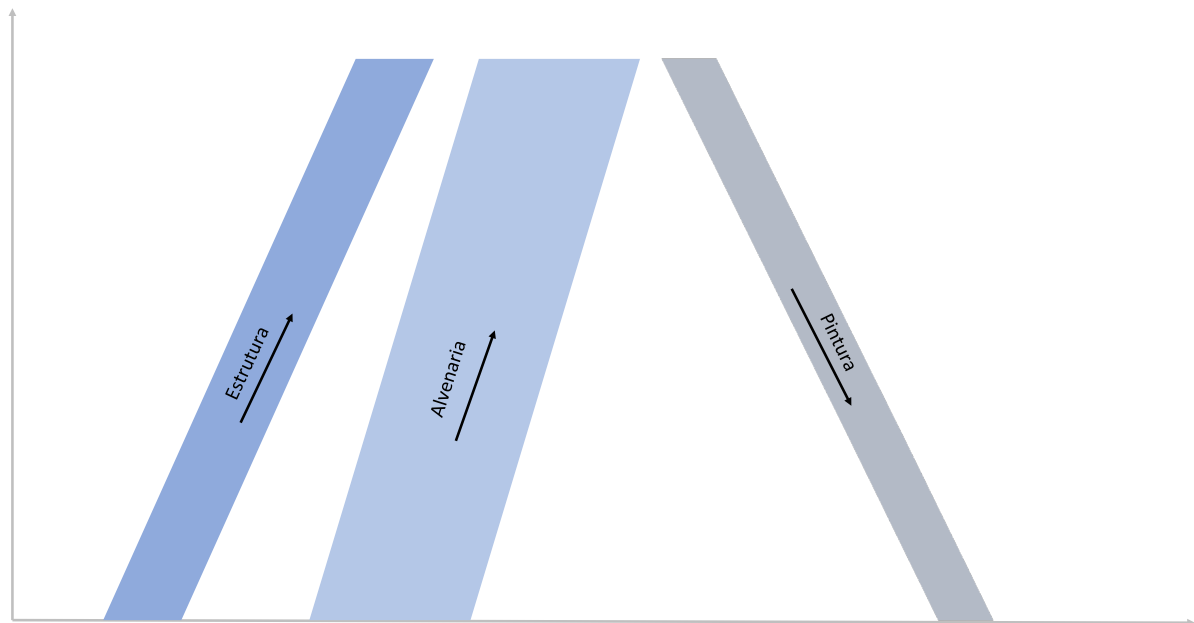
Fonte: Avila e Jungles (2013, p. 298).

Lembrando que esta fórmula funcionará enquanto o ritmo da atividade em cada pavimento for mantido o mesmo. Caso contrário, a fórmula deverá ser adaptada ao caso específico.

A definição dos parâmetros apresentados acima são etapas da construção da linha de balanço. Anteriormente a isso deve-se ter em mãos o volume de trabalho de cada serviço, bem como a produtividade de uma equipe padrão para cada um deles. Então, elabora-se a EAP do projeto, juntamente com a definição da sequência lógica de execução de uma unidade básica. A partir disso, define-se o caminho crítico, identificando as atividades que o compõe e a duração desses caminhos. Essa duração corresponderá a duração de uma unidade básica do projeto (LOSSO; ARAÚJO, 1995). No decorrer da construção de uma linha de balanço recomenda-se a análise das atividades escolhidas para controle, no intuito de identificar aquelas que serão

realizadas de forma descendente, ou seja, que iniciam na última unidade base e finalizam na primeira, por exemplo os serviços de pintura externa. Essas atividades também devem estar representadas na linha, porém de forma invertida das atividades ascendentes, como mostra a figura 9 (MATTOS, 2010).

Figura 9 - Linha de Balanço para serviços ascendentes e descendentes



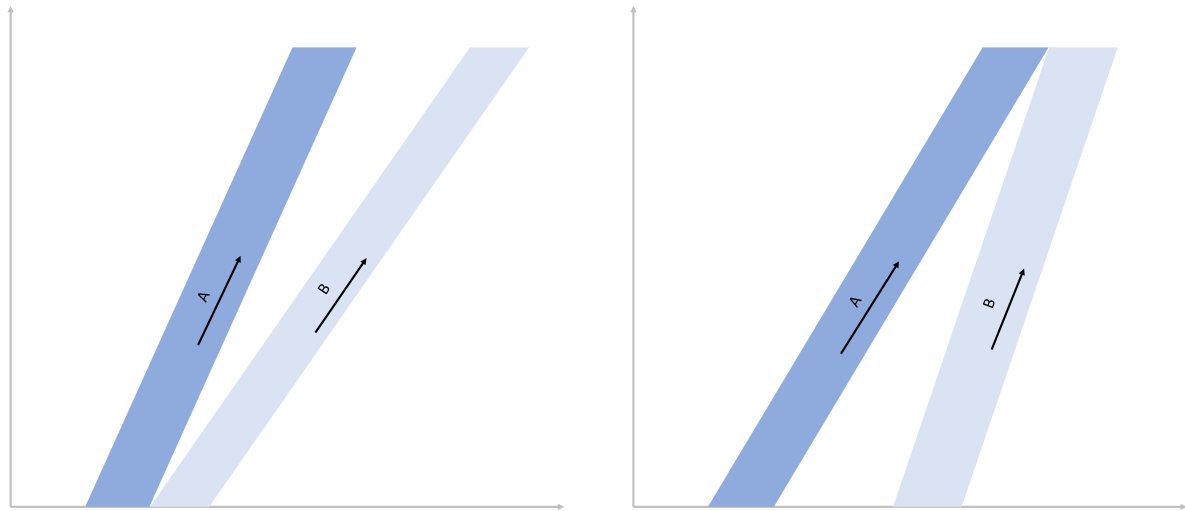
Fonte: adaptado de Mattos (2010, p. 397).

Durante a elaboração da linha de balanço, é comum observar gestores realizando planejamentos paralelos. Isto é, definir o mesmo ritmo para todas as atividades, fazendo com que as linhas das atividades fiquem paralelas entre si (HARRIS; McCAFFER, 1989). Mas isso nem sempre é realista do ponto de vista operacional. Serviços muito rápidos podem ficar com a duração distorcida, enquanto serviços muito lentos podem necessitar de equipes muito grandes para cumprir o prazo. Além disso, a necessidade de recursos materiais e as operações logísticas durante a execução podem se tornar difíceis. Nesses casos sugere-se realizar um balanceamento das operações, ou seja, definir um ritmo adequado para a atividade, em função de uma equipe condizente com a demanda de trabalho (MATTOS, 2010). O resultado do balanceamento pode ser observado na figura 10, e é feito a partir de comparações entre o serviço e sua sucessora, explicado a seguir (MATTOS, 2010):

- a. Quando o ritmo de uma atividade é maior do que o da sua sucessora, as atividades devem unir-se pela base. Isto é, a atividade B deve iniciar após a conclusão da atividade A na primeira unidade;

- b. Quando o ritmo de uma atividade for menor do que o da sua sucessora, as atividades devem unir-se pelo topo. Ou seja, a atividade B na última unidade deve iniciar logo depois da atividade A na última unidade. Assim, cria-se uma folga entre a atividade A e o início da atividade B.

Figura 10 - Regra para traçado da Linha de Balanço para atividades com ritmos diferentes



Fonte: adaptado de Mattos (2010, p. 405).

A respeito da visualização da linha de balanço representada por uma linha efetivamente (Figura 10), ou por uma sequência de barras (Figura 9), algumas vantagens e desvantagens podem ser apontadas, como segue abaixo (LOSSO; ARAÚJO, 1995):

a. Vantagens:

- Facilidade no entendimento do gráfico, quanto as atividades a serem realizadas e o prazo;
- Utilizar a linha de balanço para extrair informações sobre mão-de-obra, material, equipamentos ou desmobilizações, permitindo a programação de cada recurso;
- A repetitividade proporciona a especialização da mão-de-obra;
- Metas bem definidas, o que facilitam a responsabilização e cobrança, e aumenta a motivação da equipe para o cumprimento do prazo;
- Surgimento do efeito aprendizagem.

b. Desvantagens:

- A mão-de-obra pode ficar especializada demais, uma vez que realiza apenas a tarefa que a foi designada;

- Necessidade de um projeto integrado a forma de execução;
- Algumas atividades têm necessidades especiais de programação, o que dificulta a elaboração do planejamento, uma vez que se torna difícil considerar todas as variáveis;
- Serviços não repetitivos precisam de um planejamento a parte;
- A linha de balanço desconsidera o efeito aprendizagem, que resulta em um aumento da produtividade de cada serviço ao longo do tempo. Por isso, exige-se a constante revisão e adequação da linha de balanço.

## 2.8 UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE PARA PLANEJAMENTO E CONTROLE

A velocidade com que são apresentadas inovações e novas tecnologias nos dias de hoje é algo que impressiona a todos. Todos os dias novidades são apresentadas no mercado, prometendo mudar a vida de todos, solucionando problemas cada vez mais específicos. As diversas áreas da indústria estão sempre ligadas nas últimas novidades, e as empresas estão constantemente buscando algo que dê um mínimo de vantagem sobre as concorrentes, uma vez que isso pode garantir a sobrevivência da companhia no mercado concorrido dos dias de hoje.

A construção civil não fica de fora desse grupo. O desenvolvimento de materiais e equipamentos melhores, que visam aumentar a produtividade e melhorar a qualidade do produto final, é uma preocupação constante de fornecedores. Mas além disso, a construção civil também é beneficiada com os avanços na computação e produção de softwares. Os sistemas computacionais permitem um controle cada vez melhor dos processos produtivos tanto em fábricas, quanto em canteiros de obra. E é de conhecimento geral os benefícios que essas soluções podem trazer para o gerenciamento e planejamento de atividades e recursos, auxiliando as equipes de gestão nas tomadas de decisão necessárias.

O dia a dia de um canteiro de obra é dinâmico. Decisões são tomadas em minutos e alterações devem ser feitas de um dia para o outro. Essas condições acabam exigindo uma constante atualização do planejamento e dos parâmetros utilizados inicialmente, a fim de adequar à realidade o controle do canteiro de obras (GEHBAUER, 2002). A velocidade de processamento de dados e a entrega imediata de informações que os recursos computacionais tem apresentado adequa-se perfeitamente com o dinamismo de uma obra civil (ASSED, 1986).

A informatização da gestão de obra não se limita apenas ao controle de prazos e do andamento das atividades. Harris e McCaffer (1989) listam alguns usos para esse recurso:

- a. Planejamento através de planilhas e organização de atividades;

- b. Elaboração de um plano de recursos, e a possibilidade de adicionar recursos durante o processo;
- c. Monitoramento de atividades e recursos, e a atualização do plano com o tempo;
- d. Elaboração de fluxos de caixa, permitindo a realização de estimativas e previsões de gastos;
- e. A possibilidade de analisar cenários futuros diferentes, facilitando a tomada de decisão.

No mercado de sistemas informatizados, uma área em especial tem chamado a atenção do público e das empresas: o da inteligência artificial. Harris e McCaffer (1989) já davam indicações de que os sistemas iriam se tornar mais inteligentes, e poderiam sugerir melhores práticas para os gestores, adiantando situações adversas e gerando alertas sobre elas. Com isso, a tomada de decisão pode ser mais rápida e mais assertiva, diminuindo o risco e deixando o planejamento e controle mais próximos da realidade. Hoje em dia, já é comum encontrar sistemas munidos de algoritmos que reconhecem padrões do usuário e aprendem com eles. A reunião das informações coletadas por todos os usuários do sistema gera um banco de dados enorme, que pode ser processado e entregar informações técnicas precisas de volta para os usuários.

Mesmo conhecendo os benefícios dessa informatização, é importante que as empresas tenham consciência das suas reais necessidades. O custo benefício dessas tecnologias deve ser levado em consideração na hora de escolher a mais adequada (ASSED, 1986). A empresa deve escolher uma alternativa que, ao final do processo de implantação do novo sistema, esteja totalmente integrada com as pessoas e com os processos gerenciais internos. Assim, além do custo de compra, ou de assinatura, do programa, é importante que se leve em consideração os custos de implantação, de treinamento, ou aumento, da equipe, de manutenção do sistema, entre outros aspectos específicos da empresa (DINSMORE, 1992). Ademais, o tempo que será despendido com o processo de introdução do sistema, e o tempo necessário para operar esse sistema diariamente devem ser levados em conta na hora dessa decisão. Essas análises são importantes para evitar gastos desnecessários por parte das empresas (KEMMER; DEPEXE; HEINECK, 2005).

A tecnologia utilizada nessa área evoluiu consideravelmente desde os anos 80, possibilitando o desenvolvimento de diversas soluções que auxiliam as equipes de obra em seus processos de gerenciamento. Por isso, enquanto nos anos 80 e início dos anos 90 a utilização de ferramentas computacionais ainda era uma novidade, criando expectativas a respeito do potencial de auxílio, hoje em dia tornou-se algo comum e necessária para qualquer empresa que participe, de alguma forma, da execução de um empreendimento.

### 3 MÉTODO E ESTUDO DE CASO

#### 3.1 MÉTODO

Com base na teoria apresentada no capítulo anterior, o presente capítulo é dedicado a apresentar um estudo de caso, com a intenção de obter um melhor entendimento das aplicações da linha de balanço em obras repetitivas. Após, será proposta uma alternativa de automatização do Método da Linha de Balanço, por meio de ferramentas computacionais, visando contribuir para um melhor desempenho desse método.

Estudo de caso é definido como “um estudo de um caso específico, que seja relevante pelo potencial de abrangência, de forma a permitir, um amplo e detalhado conhecimento do caso, fato ou fenômeno estudado, através da análise e interpretação” (SOUZA; FIALHO; OTANI, 2007, p. 42).

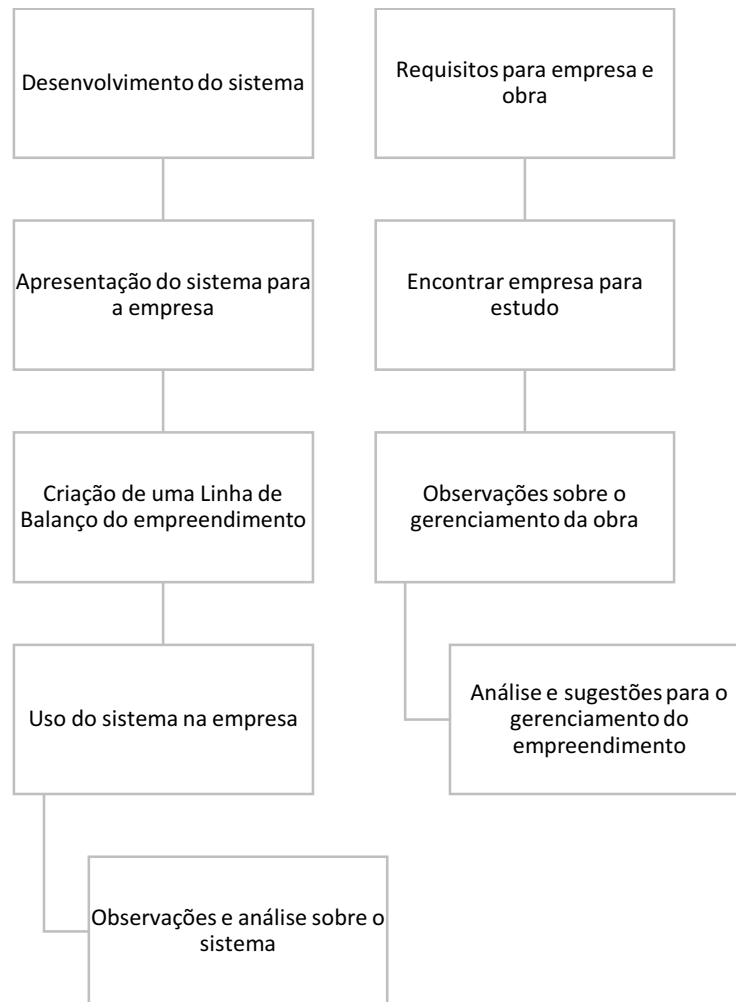
Para realizar o estudo de caso, uma empresa foi convidada a participar como objeto de estudo. Como requisitos para escolha, a empresa deveria ter pelo menos um projeto de edificação, comercial ou residencial, iniciando, ou em andamento, e o mesmo deveria ter atividades de caráter repetitivo em seu cronograma. Outro requisito importante para a escolha da empresa, e conseqüentemente do empreendimento, foi o fato de a empresa ter realizado algum tipo de planejamento inicial da obra utilizando o Método da Linha de Balanço.

O estudo foi feito através de observações assistemáticas, isto é, quando o observador tem total liberdade para decidir que tipos de informações são relevantes para a análise e qual a melhor forma de registrá-las (Moura e Ferreira, 2005), sobre o planejamento inicial realizado, e sobre a forma de gerenciamento do projeto.

A partir dessas observações, foi realizada uma análise crítica do processo adotado. A partir disso, um novo planejamento inicial foi proposto, baseado nas observações feitas, de uma forma que se adequasse melhor à realidade do projeto. Esse novo planejamento foi realizado em um sistema para automatização do Método da Linha de Balanço, proposto e apresentado logo em seguida através de caracterizações e um passo a passo de utilização.



Figura 11 - Método utilizado



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

### 3.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa onde foi realizado o estudo de caso é uma incorporadora, fundada em 2001 e com sede localizada na cidade de Florianópolis. Em seu portfólio, a empresa possui 8 empreendimentos, distribuídos pelas cidades de Florianópolis e Porto Alegre. Desses 8 empreendimentos, 7 deles já foram entregues e 1 tem entrega prevista para o ano de 2017.

Uma vez que a empresa se caracteriza como incorporador, seu envolvimento na etapa de execução dos empreendimentos é limitado, restringindo-se mais a parte de gerenciamento, com uma participação restrita nas questões técnicas, além de ser responsável pela venda das unidades disponíveis.

Sendo assim, o organograma da empresa é constituído por 5 membros, sendo eles: 1 diretor, que representa a empresa e também é responsável pelas áreas de venda e *marketing* dos empreendimentos; 1 gerente de engenharia, responsável pela gestão dos prazos e metas dos

projetos em andamento; 1 gerente de suprimentos, responsável pela compra de material e acompanhamento do orçamento do projeto; 1 gerente financeiro, responsável pelos pagamentos dos fornecedores e gerenciamento de pendências administrativas e jurídicas da obra; e 1 estagiário de engenharia, que auxilia o gerente de engenharia em suas funções cotidianas. Apesar da distinção entre áreas e responsabilidades, o trabalho é feito em conjunto, uma vez que todas essas atividades estão interligadas e qualquer impedimento em uma dessas pode gerar atrasos e problemas no processo como um todo.

Para realização de qualquer novo projeto, a incorporadora realiza um estudo de viabilidade econômica e contrata um escritório de arquitetura para confecção dos projetos iniciais básicos e memorial descritivo, para em seguida contratar projetistas que conceberão os projetos complementares, sendo eles: estrutural, instalações elétrica, hidrossanitária e gás, sistema preventivo, entre outros mais específicos que se tornem necessários. Para a etapa de execução, é contratada uma construtora, empresa especializada na execução de empreendimentos, que assume responsabilidade técnica pelo projeto. E por fim, é feita a contratação de empreiteiros para o fornecimento da mão-de-obra.

A incorporadora em questão foca no desenvolvimento de empreendimentos com caráter residencial de alto padrão, optando por projetos com um número menor de apartamentos, para preservar a exclusividade e privacidade dos futuros condôminos. Além disso, tem como prioridades a localização dos mesmos, e a integração com o ambiente externo, promovendo a preservação da natureza e buscando as melhores soluções construtivas que contribuam com a redução do impacto ambiental que seus projetos possam vir a causar.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O projeto onde o estudo de caso foi realizado é um edifício residencial, classificado como alto padrão, localizado na cidade de Florianópolis, no bairro Centro. O projeto possui 15 pavimentos, divididos em: 2 pavimentos garagem, sendo o primeiro um subsolo; um pavimento pilotis onde localiza-se o hall de entrada e as áreas comuns do condomínio, como a piscina; 9 pavimentos tipo; 2 andares que compõe um apartamento duplex; e uma cobertura onde fica localizado o reservatório de água do condomínio. O empreendimento soma, aproximadamente 4750 m<sup>2</sup> de área construída.

O pavimento tipo é composto por dois apartamentos por andar, totalizando 18 apartamentos. Os apartamentos de final 01 totalizam 139,03 m<sup>2</sup> de área privativa, com 3 suítes, 1 lavabo, sacada, living integrado com a cozinha, área de serviço e dependência de serviço com

banheiro. Os apartamentos de final 02 totalizam 94,29 m<sup>2</sup> de área privativa, com 2 quartos e 1 suíte, 1 banheiro íntimo, 1 lavabo, sacada, living integrado com a cozinha e área de serviço.

Figura 12 - Planta baixa pavimento tipo



Fonte: site da empresa.

Logo acima dos pavimentos tipo localizam-se 2 apartamentos duplex, totalizando assim 20 apartamentos disponíveis no projeto. O andar de baixo do apartamento duplex é composto pelos quartos e home-office e conta com uma sacada comum a todos os quartos, enquanto no segundo andar do duplex localiza-se os outros cômodos como cozinha, living, churrasqueira e um terraço exclusivo para cada apartamento. A cobertura de final 01 conta com 4 suítes, totalizando 265,43 m<sup>2</sup> de área privativa. A cobertura de final 02, por sua vez, conta com 3 suítes, totalizando 210,24 m<sup>2</sup> de área privativa.

Figura 13 - Planta baixa pavimento cobertura



Fonte: site da empresa.

Além dessas opções, também é disponibilizada a opção de 1 apartamento por andar no pavimento tipo, onde o projeto sofre alterações para integrar os dois apartamentos. Com isso, o apartamento final possuirá 235 m<sup>2</sup> de área privatiza, com 4 suítes, living e cozinha integrados, área de serviço, dependência de serviço com banheiro e escritório. A incorporadora também permite alterações de projeto desejadas pelos clientes em suas unidades, contanto que não interfiram no desempenho dos sistemas construtivos utilizados no empreendimento.

Figura 14 - Planta baixa opção de um apartamento por andar



Fonte: site da empresa.

Alinhado com suas prioridades, a empresa adotou algumas soluções no projeto que visam agregar valor ao produto final que será entregue aos clientes. Entre essas soluções destacam-se:

- a. Sistema de aspiração central em todos os apartamentos, dispensando os aspiradores tradicionais;
- b. Revestimento de piso com laminado nos quartos, living e cozinha;
- c. Sistema de aquecimento de piso nos quartos e banheiros privativos;
- d. Painéis solares individuais para cada apartamento, utilizados para captação de energia que é injetada na rede e alimenta os apartamentos;
- e. Fachada ventilada, que permite a passagem de ar entre a parede e o revestimento externo em cerâmica, auxiliando no conforto térmico dentro do apartamento;
- f. Isolamento termo-acústico no piso e nas janelas, para manter o conforto nos apartamentos;
- g. Esquadrias teto-chão, que permitem uma entrada maior de luz natural, além de possibilitar uma vista melhor do ambiente externo;
- h. Tomadas para carros elétricos em todas as vagas de garagem.

Por outro lado, a incorporadora opta por não entregar alguns itens, entre eles:

- a. Sistema de automatização de luz, venezianas, entre outros. No entanto, são deixadas esperas para a instalação desses itens, caso o cliente queira adquirir esse produto posteriormente a entrega do apartamento;
- b. Bancadas da cozinha e banheiro, para respeitar o gosto do cliente. Apenas as louças são entregues;
- c. Churrasqueira elétrica. Apenas os pontos de gás, energia e dutos de exaustão são executados, ficando por conta do cliente a opção de instalar ou não o aparelho;
- d. Central de aspiração. Apenas os dutos e tomadas de aspiração são executadas;
- e. Aquecedor. Apenas as instalações de água, gás e elétrica são executadas, bem como o duto de exaustão.

O conhecimento prévio dos itens que serão ou não entregues para os clientes é importante, uma vez que influenciam no orçamento do projeto, na programação das atividades da obra, e conseqüentemente influenciando a compra de material e contratação de serviços especializados.

#### 3.4 PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DO EMPREENDIMENTO

Como dito anteriormente, a empresa possui em seu portfólio 7 empreendimentos concluídos e entregues. E, para todos esses projetos, foi realizado um planejamento inicial das atividades, e um posterior acompanhamento da produção, por meio de um processo de gerenciamento, em que foram utilizados diferentes métodos e ferramentas. Assim, percebe-se o reconhecimento que a empresa tem pelas etapas anteriores e paralelas ao processo executivo.

A empresa cumpriu com seus padrões de gestão e também realizou o planejamento inicial do empreendimento objeto de estudo, e, posteriormente, manteve a prática de acompanhar o que foi planejado, com a intenção de fazer as intervenções que lhe eram cabíveis nos momentos que considerava oportunos.

Para auxiliar nessa gestão foi contratada uma empresa terceirizada, especializada nesse tipo de serviço, que, em conjunto com a equipe de obra, elaborou o planejamento inicial do empreendimento e fez o acompanhamento desse planejamento durante o processo.

O planejamento iniciou com a definição de algumas diretrizes. Por decisão da incorporadora, o empreendimento teve seu tempo de execução limitado em 30 meses, com previsão de conclusão para junho de 2017. Além disso, a incorporadora não determinou nenhum

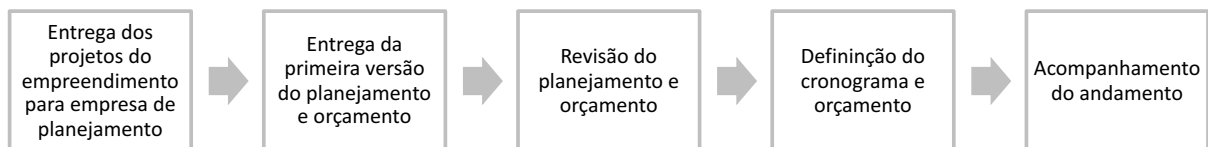
limite de desembolsos mensais ou anuais. Sendo assim, os custos embutidos em cada serviço não foram considerados na hora de realizar o planejamento de prazo.

A etapa de planejamento seguiu com a entrega do projeto arquitetônico aprovado na prefeitura para a empresa de planejamento, que, a partir de estudos e análises feitas sobre o projeto, elaborou um quantitativo, um orçamento inicial do empreendimento e um primeiro plano de atividades, desenvolvidos utilizando o seu próprio banco de dados. Ou seja, a empresa de planejamento utilizou seus próprios índices de custo e produtividade, além de dados de composição de insumos e serviços.

Para realizar o planejamento de prazos, a empresa contratada utilizou o método da Linha de Balanço, entregando a primeira versão de forma impressa e em arquivo formato PDF. A lógica construtiva escolhida para essa primeira versão também foi baseada no *know-how* da empresa de planejamento. Juntamente com a linha, foi entregue um gráfico de Gantt das atividades escolhidas, e um histograma de mão-de-obra, indicando a quantidade de pessoas que seriam necessárias para cada etapa.

Após a entrega dessa primeira versão, a incorporadora, juntamente com a construtora contratada para realizar a parte técnica, encarregaram-se de revisar os prazos, custos e lógicas construtivas previamente elaboradas pela empresa de planejamento. Nessa etapa, o corpo técnico do empreendimento pode sugerir adequações ao planejamento de prazo, adicionando e retirando alguns serviços, além de opinar na lógica construtiva baseando-se na forma que entendiam ser a mais correta. Após os feedbacks anotados, a empresa de planejamento fez as alterações, e o processo se repetiu, até todos concordarem com o resultado. Um resumo do processo inicial de planejamento está mostrado na Figura 15.

Figura 15 - Fluxograma do planejamento



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Após a conclusão dessa primeira etapa do planejamento, os planos na forma de Linha de Balanço foram apresentados para o empreiteiro responsável pela mão-de-obra, juntamente com a quantidade de funcionários que cada atividade deveria contar para ser realizada no prazo. Versões impressas da linha foram deixadas em obra, e penduradas na parede do escritório para facilitar o acesso de todos.

A incorporadora também investiu na assinatura de um ERP para ser utilizado pelo responsável pela compra de suprimentos e pelo responsável pelo financeiro da obra. O ERP é utilizado para fazer o controle do orçamento, uma vez que cada compra é apropriada a um item do orçamento a partir do cadastramento das notas de compras. Com isso, é possível realizar um comparativo entre o que foi orçado e o que está sendo efetivamente gasto pela obra. O ERP também é utilizado para realizar os pedidos de material, demandados pela equipe de obra. Com isso, é possível retirar relatórios do ERP, que são utilizados para análise da equipe administrativa. Por isso, um acesso foi liberado para a empresa de planejamento, uma vez que a mesma também realiza o acompanhamento econômico e financeiro da obra.

Com todas as decisões feitas e o planejamento divulgado para os envolvidos, a obra iniciou, e paralelamente, o processo de gestão. Esse processo é composto por diferentes tarefas que se tornaram rotina no dia-a-dia da obra, e tem como objetivo possibilitar um melhor acompanhamento das etapas de execução, além de ajudar na comunicação entre todos os envolvidos.

Todas as segundas-feiras, no início da manhã, acontece em obra uma reunião entre os representantes da incorporadora, engenheiros e todos os empreiteiros, representando as equipes de mão-de-obra. Durante a reunião o cronograma é revisado e são discutidas as atividades pendentes e as próximas metas que devem ser cumpridas. Nela são abordadas as questões operacionais de cada etapa, com cada um dos responsáveis. Todas essas análises são feitas apenas com base na linha de balanço gerada pela empresa de planejamento.

Da mesma forma, todas as segundas-feiras, porém no período da tarde, acontece outra reunião, apenas da equipe administrativa da incorporadora, no escritório, para tratar de assuntos internos da empresa, além de tomar decisões sobre a obra e a sua evolução. Cada um dos integrantes da equipe é responsável por levar à reunião um índice de progressão semanal, isto é, um índice que demonstra qual foi o avanço entre uma semana e outra, dentro da sua área. Por exemplo, a equipe de obra avalia quanto a obra avançou de uma semana para outra, assim como a equipe de suprimentos avalia quanto do orçamento já foi comprometido. Com base nesses dados, situações podem ser antecipadas e decisões são tomadas e aplicadas em obra.

Na última semana de cada mês, o corpo técnico da obra, composto pelos engenheiros e pelo empreiteiro, fazem uma avaliação sobre qual foi a produção de cada equipe durante o período de um mês. Ou seja, é medida qual a porcentagem concluída de cada atividade. Essa medição é utilizada, principalmente, para realizar os pagamentos da mão-de-obra. Além disso, ela pode ser utilizada para fazer uma análise da produtividade de cada equipe, auxiliando no gerenciamento dos prazos de obra. São realizadas ao todo 3 medições diferentes: pelo



engenheiro da incorporadora, pelo engenheiro da construtora e pelo engenheiro da empresa de planejamento. As medições são comparadas e balizadas para que todos entrem em um acordo a respeito do andamento do empreendimento.

A empresa de planejamento realiza, além da medição física, uma análise financeira da obra, a partir dos relatórios de comprometimento de orçamento retirados do ERP. Com essas informações, a empresa apresenta para a incorporadora um relatório mensal, chamado de Relatório Gerencial Mensal (RGM), contendo informações mais detalhadas a respeito da evolução do empreendimento até aquele momento e fazendo previsões para os próximos meses. No relatório, entre outras coisas, inclui-se: os índices de produtividade de cada atividade, a produtividade geral da obra e a produtividade ideal para o cumprimento do prazo; acompanhamento do efetivo real trabalhando em obra naquele período; porcentagem concluída de cada serviço; discriminação das atividades atrasadas; comparativos de previsto e realizado, físico e financeiro; discriminação das atividades a serem concluídas nos próximos 30 dias; e projeções de prazo e custo.

O RGM serve como subsídio para embasar tomadas de decisão por parte da equipe administrativa do empreendimento. Essas informações são utilizadas nas reuniões de acompanhamento semanal, e podem ser divulgadas para a mão-de-obra com a intenção de cobrar metas antigas, e elaborar novas metas para o futuro. Além disso, caso solicitada, a empresa de planejamento realiza o replanejamento da obra, com a atualização da Linha de Balanço da obra, definindo novos prazos.

Por fim, foi elaborado um processo para realização dos pedidos de materiais que deveriam ser comprados. Estabeleceu-se que todas quartas-feiras, cada empreiteiro deveria entregar para o engenheiro da construtora uma relação dos materiais em falta na obra para continuar serviços em andamento, ou que seriam necessários para os serviços na sequência. O engenheiro então aprova o pedido, encaminhando-o, via *e-mail*, para a equipe técnica da incorporadora, que é responsável por inserir o pedido no ERP. A partir disso, a equipe de suprimentos faz as cotações com fornecedores, realiza a compra e programa a entrega na obra.

### 3.5 PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO DA LINHA DE BALANÇO

Com a intenção de contribuir para o processo de planejamento e gerenciamento deste, e outros empreendimentos, o autor apresenta um sistema para automatização de procedimentos inerentes ao Método da Linha de Balanço, tornando-os mais ágeis e fáceis. Assim, propõe-se adequar o método ao dinamismo de um canteiro de obras, permitindo que a equipe técnica-

administrativa tenha um planejamento de prazos sempre atualizado. Até a data de publicação do presente trabalho, o sistema continha apenas um módulo de prazos, permitindo a criação e manuseio da Linha de Balanço

De maneira resumida, a montagem no sistema se inicia com o cadastramento do perfil do prédio, ou seja, adicionam-se os pavimentos que constarão na Linha de Balanço. Em seguida é feito um cadastramento dos serviços que serão controlados. E finalmente a Linha de Balanço é construída adicionando-se esses serviços pré-determinados à linha, definindo datas de início e término, os pavimentos em que a atividade vai acontecer e definindo seus predecessores, criando assim a lógica de execução do projeto.

A partir de comandos fáceis e rápidos, o sistema permite a criação de Linhas de Balanço em poucas horas. E com a definição das lógicas de precedência, o replanejamento fica mais rápido de ser realizado, uma vez que qualquer alteração de prazo, em qualquer uma das atividades, irá repercutir em toda a Linha de Balanço, atualizando as datas de todas as atividades seguintes e, conseqüentemente, o prazo final do projeto. A mesma ideia se aplica quando se deseja simular cenários para as atividades a serem executadas, com a intenção de ter um melhor entendimento do impacto que certas decisões podem acarretar ao prazo final do projeto.

### 3.5.1 Início da utilização do sistema

O sistema inicia-se com um cadastramento do usuário, com o acesso protegido com senha para impedir que qualquer pessoa acesse o planejamento da obra. Uma vez que o *login* é realizado, o usuário pode configurar o seu perfil, adicionando algumas informações e, se julgar necessário, adicionar uma foto para identificação (ver figura 16).

Figura 16 - Tela de criação de perfil

Informações do perfil

Alterar foto

Nome  
Yan Bedin

Email  
yanbedin@tcc.com.br

Telefone/Celular  
(99)9.9999-9999

Empresa  
TCC Engenharia

Salvar

Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

Em seguida, na aba “Projeto”, é possível nomear o projeto que está sendo executado, e adicionar algumas descrições e informações do empreendimento afim de caracteriza-lo (ver figura 17).

Figura 17 - Tela para cadastramento de informações do projeto

Configurações do projeto

Gerais  
Pavimentos  
Serviços

Informações básicas

Nome  
Nome do Projeto

Descrição  
Edifício residencial de alto padrão, com 15 pavimentos no total. 9 deles são pavimentos tipo, 1 andar duplex, 2 pavimentos garagem (1 subsolo) e um pilotis com áreas comuns. São 20 apartamentos no total. A área comum conta com piscina, salão de festas e academia.

Empresa  
Nome da Empresa

Localização  
Localização do Projeto

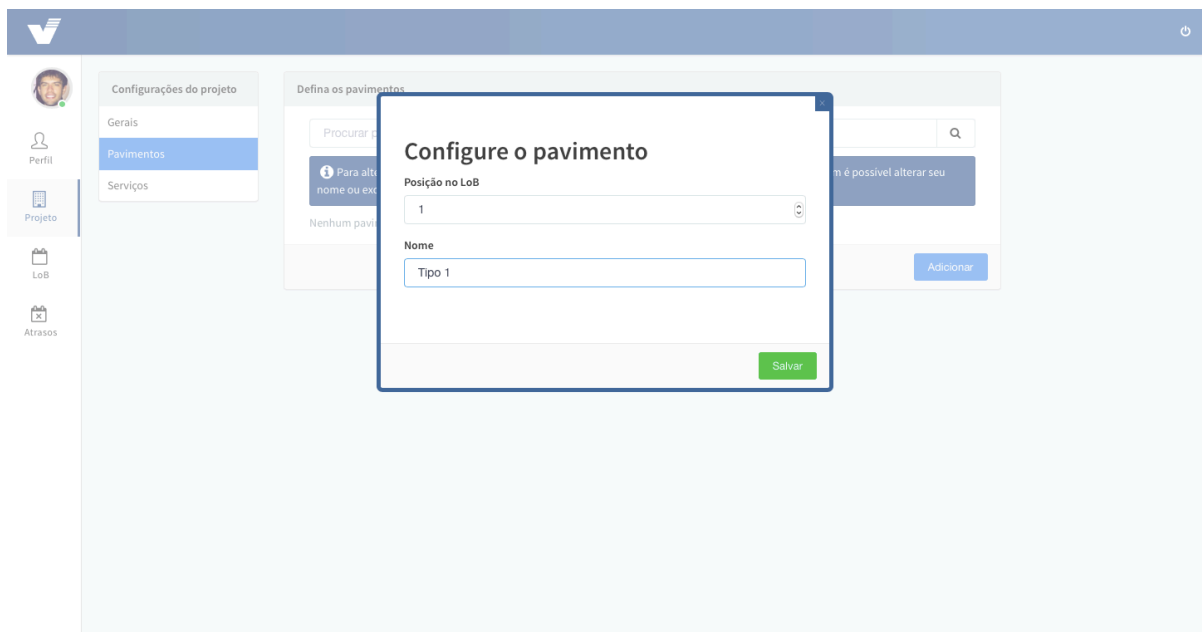
Salvar

Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

### 3.5.2 Cadastramento de pavimentos

O passo seguinte é o cadastramento dos pavimentos que serão controlados com a Linha de Balanço. Ao clicar no botão “Adicionar” uma janela sobrepõe-se, e ali é possível cadastrar o nome do pavimento, por exemplo “Tipo 1”, e em seguida dizer em qual posição da linha de balanço ele será adicionado, sendo que a posição 1 indica o pavimento mais alto do empreendimento. Em seguida basta clicar no botão salvar que a janela será fechada. Basta repetir o procedimento para todos os pavimentos, e ao final, a lista de pavimentos será mostrada (ver figuras 18 e 19).

Figura 18 - Cadastramento de pavimentos



Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

Figura 19 - Lista de pavimentos cadastrados

Defina os pavimentos

Procurar por...

Para alterar a ordenação do pavimento basta selecioná-lo e arrastá-lo para a posição desejada. Também é possível alterar seu nome ou excluí-lo ao clicar.

Posição no LoB	Nome do pavimento	Editar
1	Tipo 9	
2	Tipo 8	
3	Tipo 7	
4	Tipo 6	
5	Tipo 5	
6	Tipo 4	
7	Tipo 3	
8	Tipo 2	
9	Tipo 1	

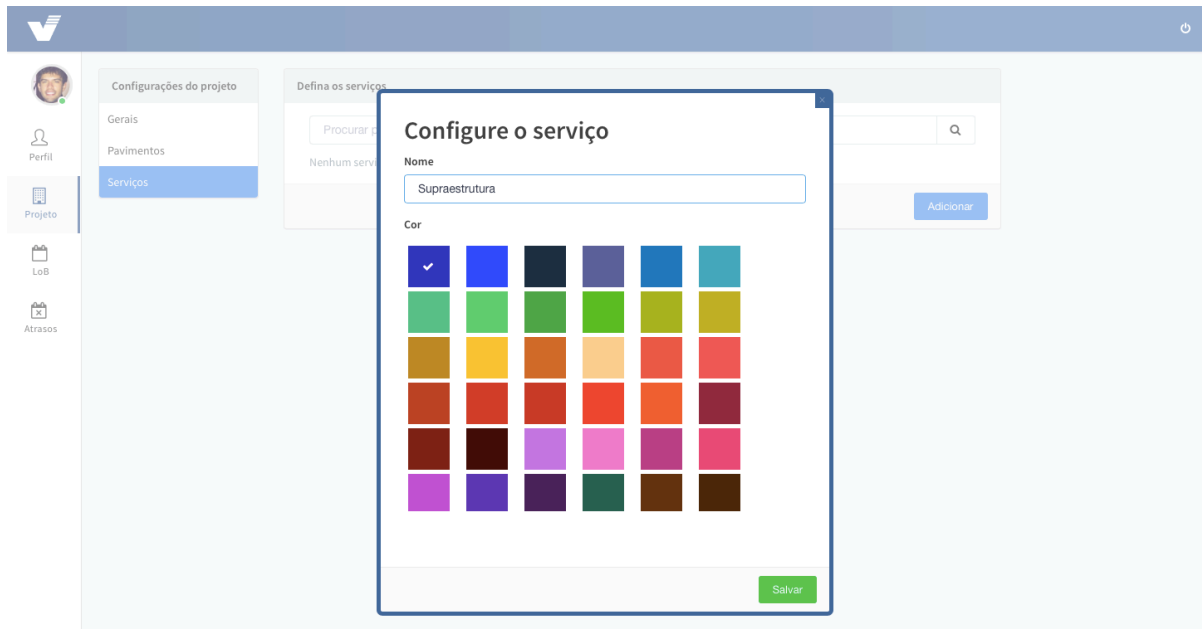
Adicionar

Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

### 3.5.3 Cadastramento dos serviços

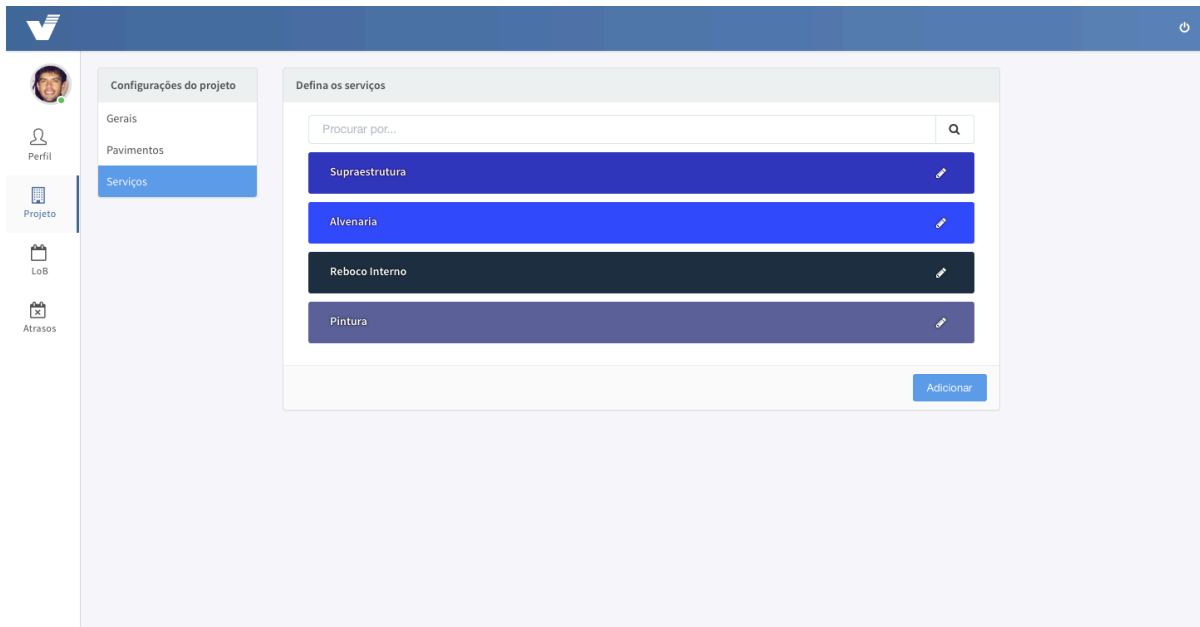
O cadastramento de uma atividade inicia ao clicar no botão “Adicionar”. Automaticamente uma janela irá se sobrepor a tela onde será possível identificar o serviço, por exemplo “Supraestrutura”, e escolher uma cor que representará esse serviço na Linha de Balanço. Em seguida, basta clicar no botão “Salvar” e a janela irá fechar automaticamente. O procedimento deve ser repetido para todos os serviços, e a lista final será apresentada na tela de início, na ordem em que foram adicionados. Um recurso de pesquisa permite localizar serviços para que seja feita a conferência se algum deles está faltando, ou para alterar nome ou cor (ver figuras 20 e 21).

Figura 20 - Cadastramento de pavimentos



Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

Figura 21 - Lista de serviços cadastrados



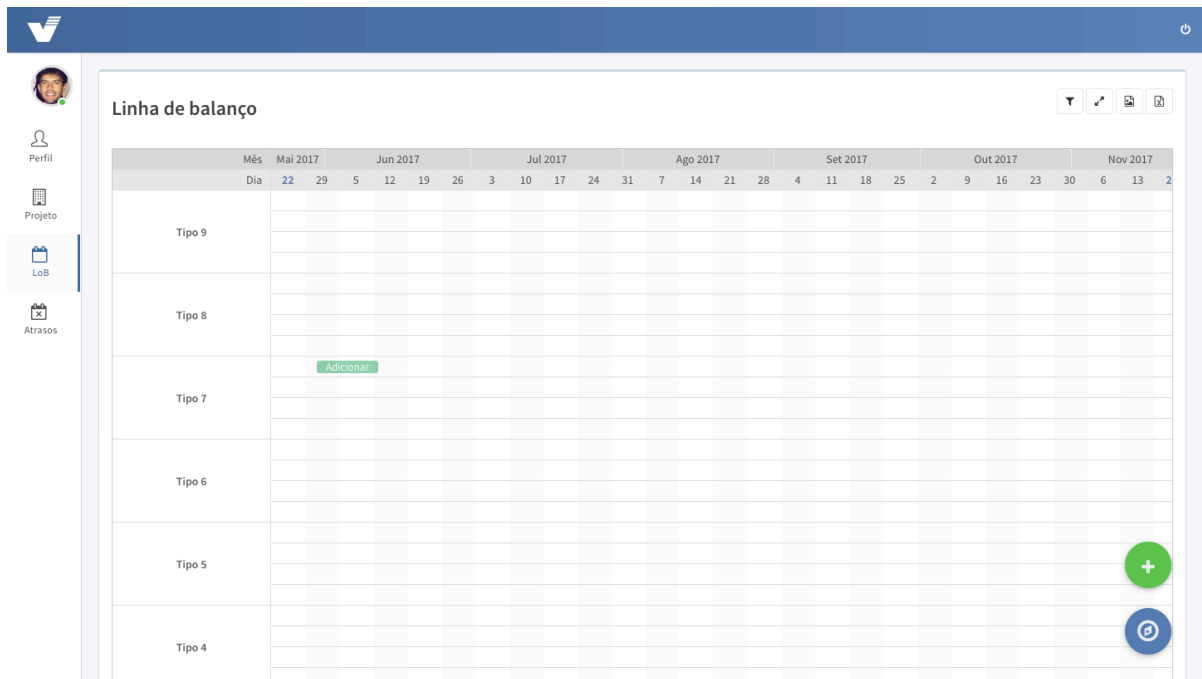
Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

### 3.5.4 Construção da Linha de Balanço

A construção da Linha de Balanço inicia na aba “LoB”. Ao selecionar essa aba, a estrutura básica de uma Linha de Balanço irá aparecer, com os pavimentos que foram previamente cadastrados na vertical à esquerda, na ordem que foi determinada, e as datas acima,

na horizontal. Cada coluna representa uma semana, com o primeiro dia de cada semana sendo mostrado. A semana que está correndo é destacada das demais (ver figura 22).

Figura 22 - Tela inicial da Linha de Balanço

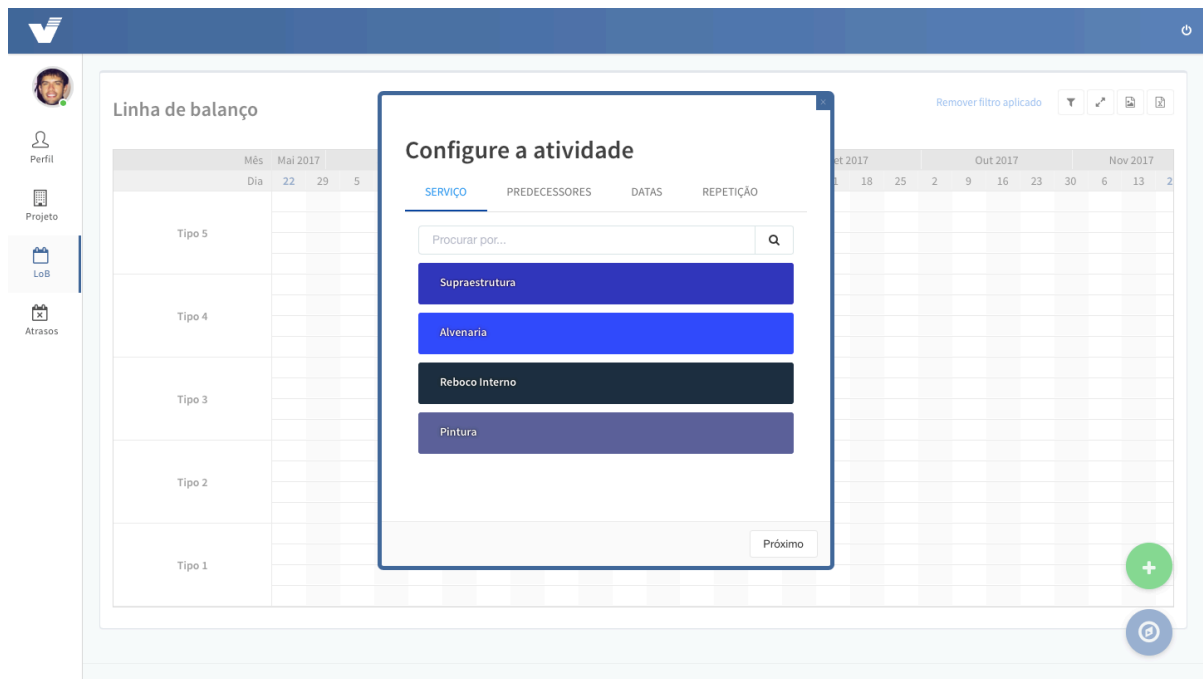


Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

Para adicionar um serviço na linha, basta clicar na data que se deseja alocar a atividade e no pavimento em que ela vai iniciar. Automaticamente uma janela para configurar a atividade vai se sobrepôr sobre a Linha de Balanço. Nesta janela é possível escolher a atividade desejada, definir predecessores, a data de início e fim com maior precisão e definir em quais outros pavimentos essa atividade irá se repetir.

A lista de atividades é a mesma lista que foi cadastrada previamente. O sistema também dispõe de um recurso de pesquisa para encontrar alguma atividade específica (ver figura 23).

Figura 23 – Escolha de atividade para adição na Linha de Balanço



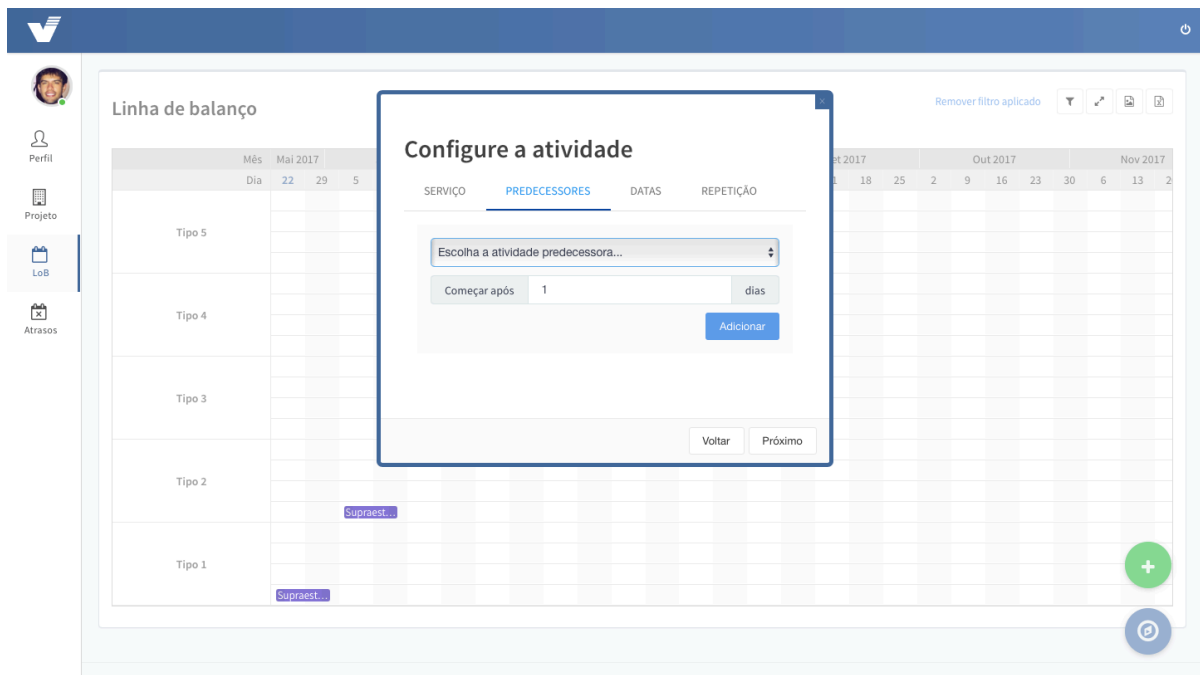
Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

No passo seguinte é definido o predecessor dessa atividade. Ou seja, é definido qual outra atividade deve ser concluída para que essa atividade possa começar. O sistema permite definir a atividade predecessora e de qual pavimento, inclusive com a opção de depender dele mesmo em outros pavimentos. Além disso, pode-se definir quantos dias úteis após o predecessor a atividade em questão deve iniciar.

Para confirmar a precedência, basta clicar no botão adicionar. O usuário tem a possibilidade de escolher mais de uma precedência para a mesma atividade. Ou seja, uma mesma atividade pode ter seu início dependente de duas atividades distintas que acontecem antes dela (ver figuras 24 e 25).

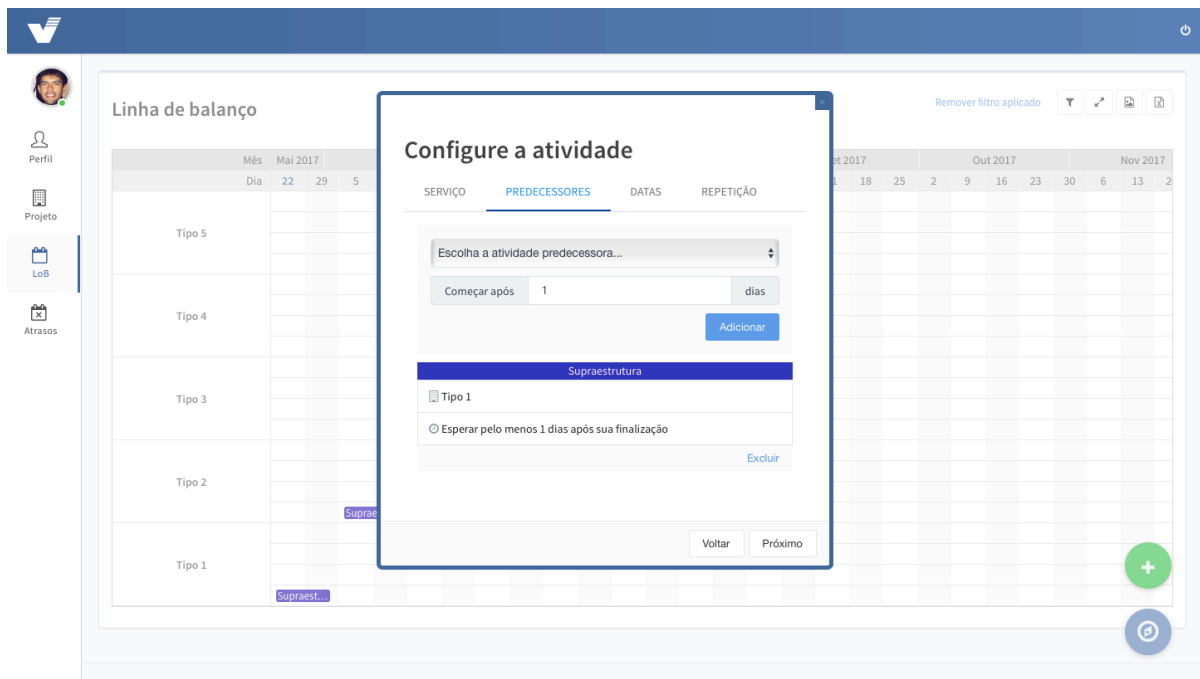


Figura 24 - Escolha do predecessor da atividade



Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

Figura 25 - Confirmação da definição do primeiro predecessor

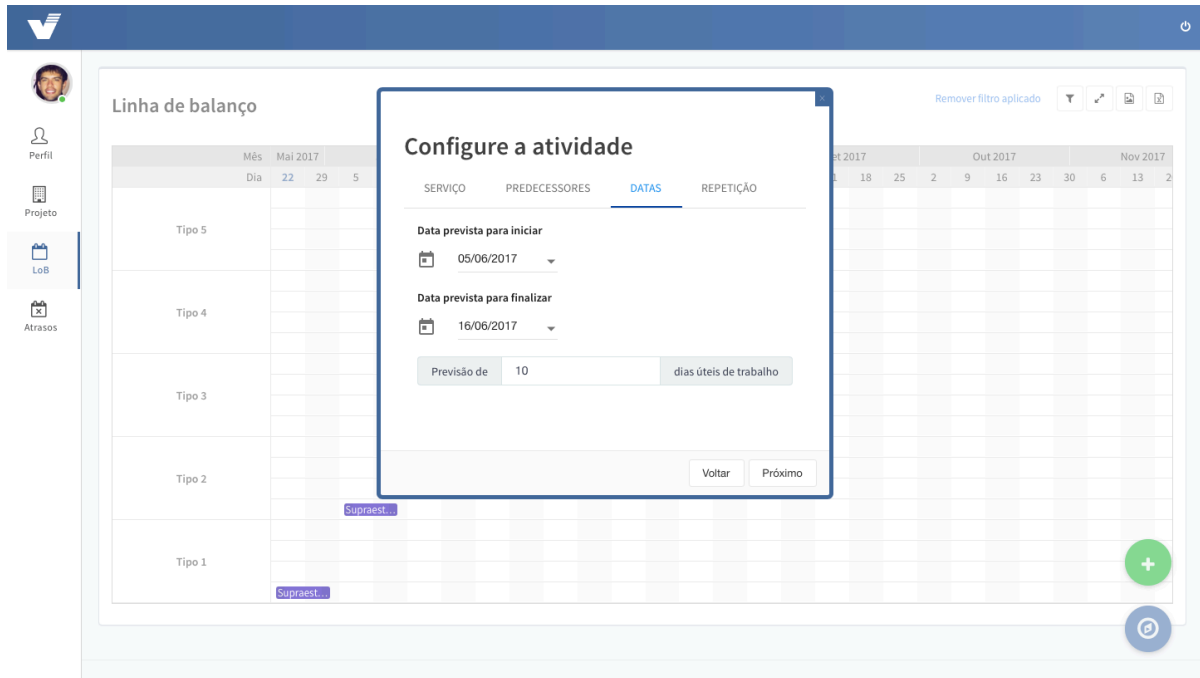


Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

As datas de início e fim são apresentadas na etapa seguinte. O cálculo da data de início é feito automaticamente a partir da definição da precedência. Também é possível fazer essa definição manualmente. A data de fim também tem essa opção e é apresentada logo abaixo da

data de início. Além disso, abaixo da data de fim é apresentado quantos dias úteis de duração a atividade terá calculado a partir das datas de início e fim. É permitido alterar diretamente a duração da atividade, o que altera automaticamente a data de fim da mesma (ver figura 26).

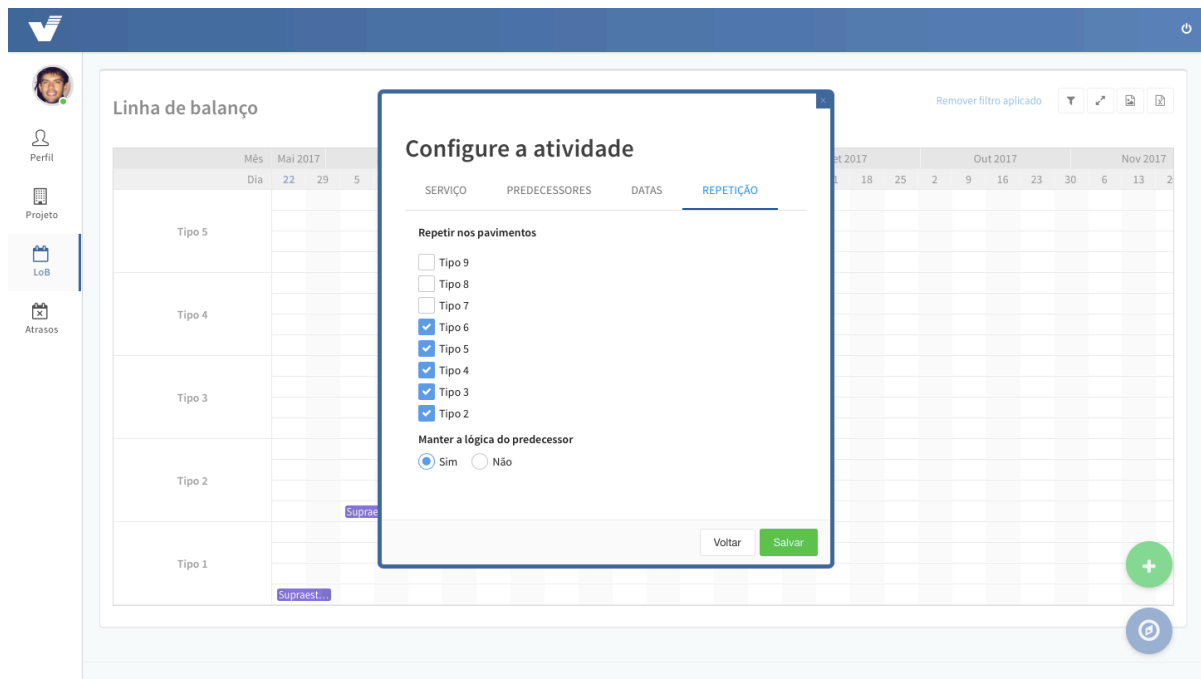
Figura 26 - Datas de início e fim, e previsão de duração da atividade



Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

A etapa final de criação da atividade é a definição do padrão de repetição da atividade. Isto é, nessa etapa será definido em quais pavimentos essa atividade também irá ocorrer, e a definição desses pavimentos é flexível. Também é possível determinar se a atividade vai manter a mesma lógica de predecessor definida anteriormente, ou seja, se as atividades repetidas em cada pavimento irão ser configuradas com o predecessor igual a esta atividade. O sistema ajusta a precedência para o pavimento adequado (ver figura 27).

Figura 27 - Definição do padrão de repetição da atividade



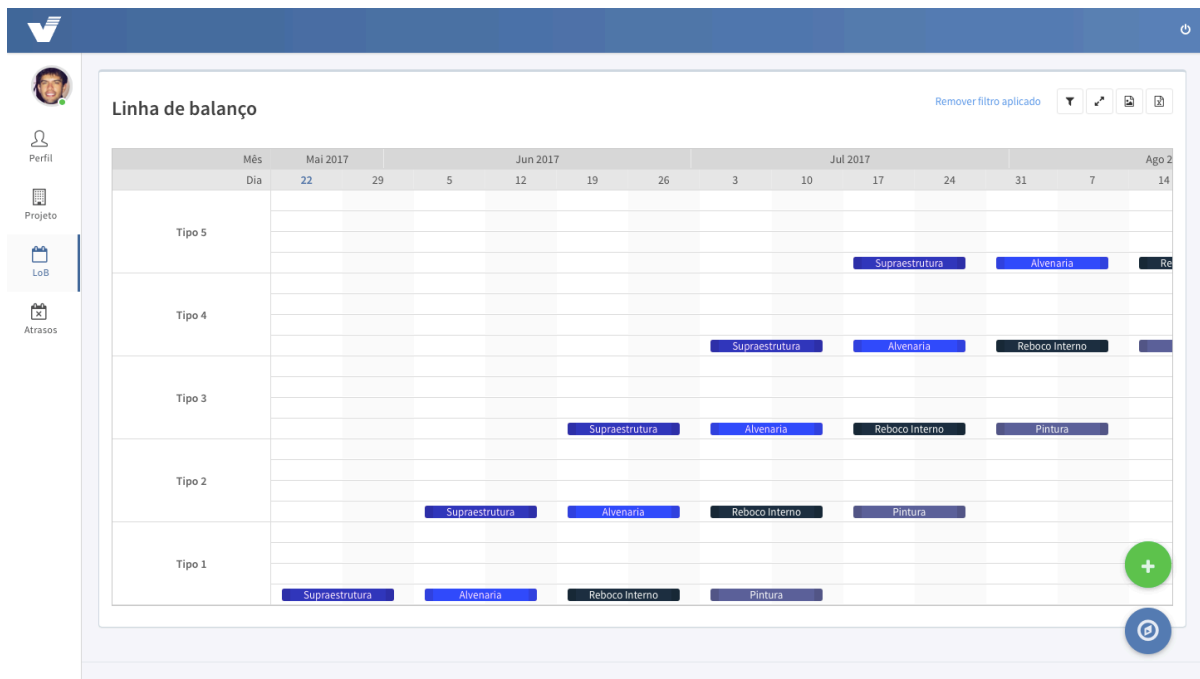
Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

Após a definição de repetições, basta clicar no botão “Salvar”. A janela sobreposta vai se fechar automaticamente e a atividade configurada vai ser disposta na Linha de Balanço conforme a configuração definida previamente. Esse processo é repetido para todas as atividades, criando assim a lógica construtiva do projeto.

A Linha de Balanço apresentada pelo sistema tem características um pouco diferentes do método apresentado em teoria. Na literatura a Linha de Balanço é apresentada em forma de linha propriamente dita, na sua forma mais simples, ou então em linhas paralelas, com o meio entre elas preenchido por uma cor sólida, para representar uma atividade.

No sistema proposto, a linha é apresentada na forma de blocos, individualizados por atividades e pavimentos. Cada bloco recebe o nome do serviço que representa e uma cor para representar aquele serviço específico. Dessa forma, a visualização de prazos fica mais fácil, e permite-se planejar atividades simultâneas ocorrendo no mesmo pavimento, situação muito comum no dia-a-dia de uma obra. Vale a observação que o sistema disponibiliza um conjunto de 4 linhas para cada pavimento, sendo assim, é possível programar até 4 atividades simultâneas para o mesmo pavimento (ver figura 28).

Figura 28 - Linha de Balanço com atividades cadastradas

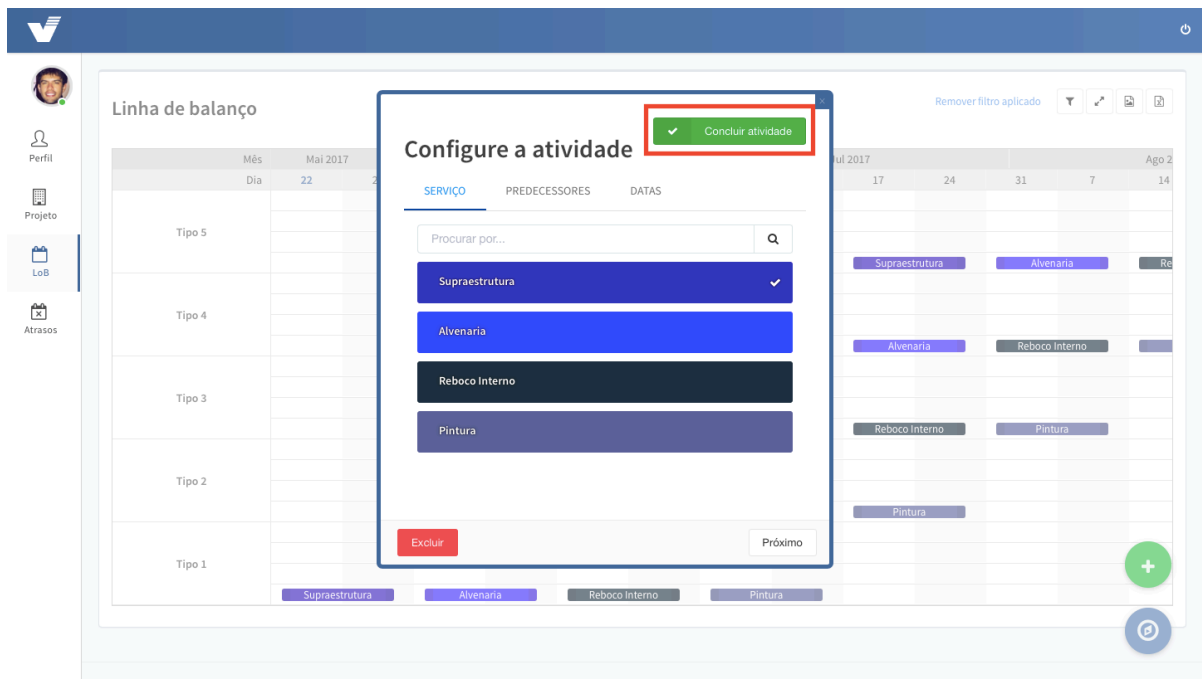


Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

Quando o ponteiro do *mouse* está parado em cima de um bloco de uma atividade, um botão de editar, representado por um lápis, aparece ao lado do bloco, que ao ser clicado abre uma janela sobreposta a linha. Através desse botão é possível fazer qualquer edição da atividade, seja de prazo, precedência, ou cor.

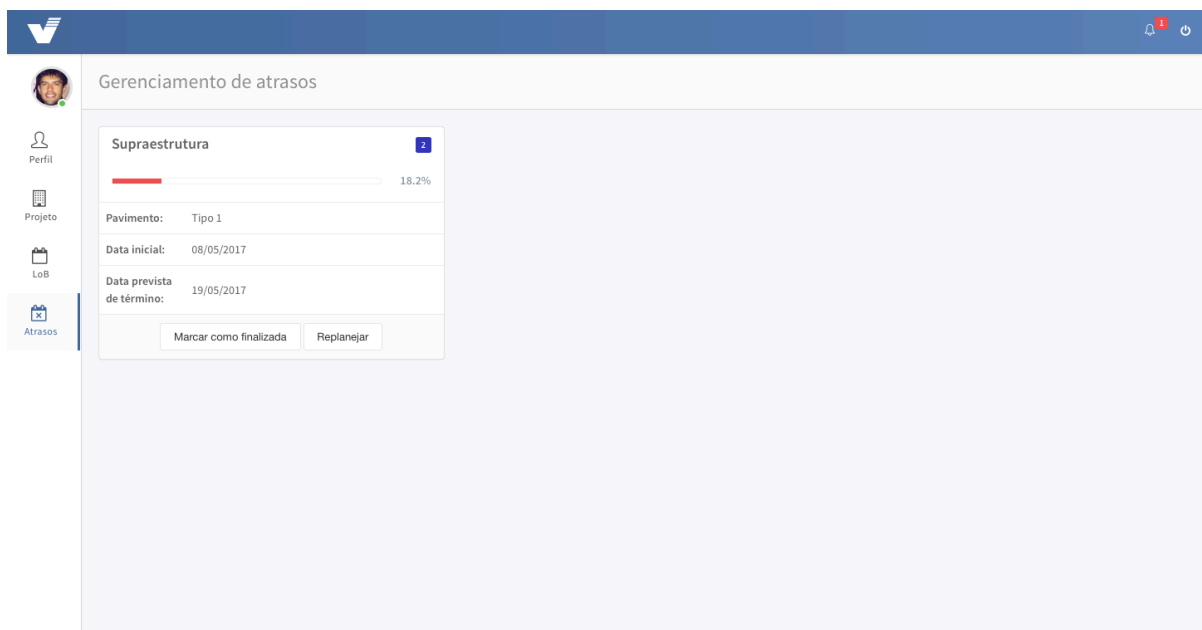
Além disso, conforme as atividades forem sendo concluídas, é possível fazer uma marcação de conclusão da atividade. Quando a janela de edição é aberta, no topo direito é possível encontrar um botão “Concluir Atividade”. Esse botão tem a função de marcar a atividade como concluída, assim que esse fato for observado em obra. Caso a atividade não tenha sido concluída dentro do tempo pré-determinado, ou seja, quando o botão de concluir atividade não for acionado, a atividade vai ser listada automaticamente na aba “Atrasos”. Nessa aba é possível encontrar todas as atividades que estão atrasadas no projeto, com informações de quão atrasada está, as datas de início e fim e o pavimento que está atrasado. Nessa aba também é possível marcar a atividade como concluída (ver figuras 29 e 30).

Figura 29 - Destaque para botão de conclusão de atividade



Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

Figura 30 - Gerenciamento de atividades atrasadas

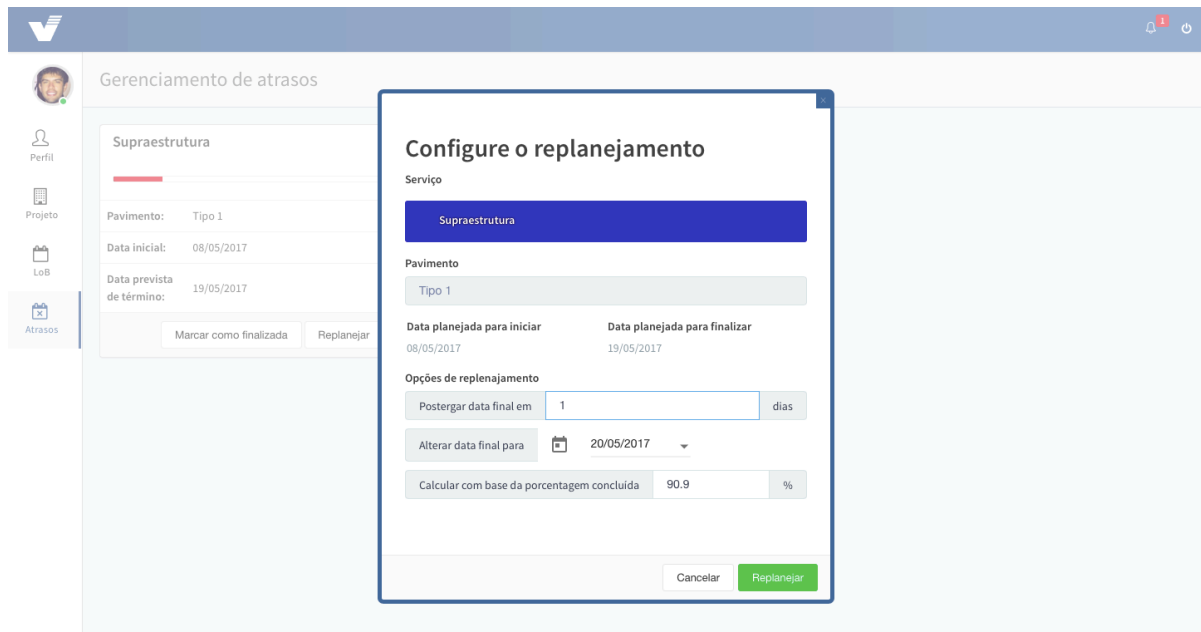


Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

Outra opção que o sistema disponibiliza é a de reprogramação daquela atividade atrasada. Com isso, é possível reprogramar a atividade optando por postergar a data final em um número inteiro de dias, ou alterando diretamente a data final, ou ainda reprogramar com base na porcentagem que foi executada da atividade. Ao clicar em “Replanejar”, o sistema irá

recalcular o prazo da atividade, e alterar todas as outras dependências daquela atividade (ver figura 31).

Figura 31 - Replanejamento de atividades atrasadas



Fonte: tela do sistema (do Autor, 2017).

Outros recursos também estão disponíveis no sistema, sendo eles:

- Filtragem dos pavimentos, possibilitando apenas a visualização dos pavimentos que o usuário quer analisar;
- Visualização da Linha de Balanço em tela cheia, ampliando o campo de visualização da linha e escondendo outras informações ao redor da linha;
- Opção de exportar a Linha de Balanço para impressão, permitindo obter uma cópia física do planejamento;
- Opção de exportar as atividades e suas respectivas datas em cada pavimento no formato Excel;
- Notificações que avisam quando uma atividade da linha atrasar;
- Atalho para criação de novos pavimentos à linha, ou adição de novas atividades a lista de atividades pré-definidas;
- Atalho para encontrar o “dia de hoje”, início e final da Linha de Balanço.

### 3.6 PROPOSTA DE PLANEJAMENTO INICIAL DE PRAZOS EM LINHA DE BALANÇO AUTOMATIZADA

Com a intenção de testar e exemplificar o uso do sistema, o autor propôs-se a desenvolver um planejamento inicial de prazos do empreendimento, baseado em informações coletadas com a equipe técnica da obra, que auxiliou com a definição das atividades que seriam controladas, com a elaboração das lógicas construtivas e determinação das durações de cada atividade. Com isso, foi possível fazer alguns ajustes na Linha de Balanço que estava sendo utilizada até o momento. Cabe lembrar que o planejamento proposto pelo autor, limita-se aos pavimentos tipo e as atividades que possuem um padrão de repetição.

Inicialmente, para elaboração da programação de prazos proposta, uma relação das atividades que seriam controladas foi feita e posteriormente validada com o engenheiro da incorporadora, adicionando ou removendo serviços sugeridos. Em seguida, a duração de cada atividade foi definida com base no que foi observado em obra e registrado no histórico de medições da obra utilizada no estudo. Por último, definiu-se um predecessor para cada atividade, baseado na lógica construtiva entendida como a mais correta pelos engenheiros.

Para deixar essas relações de dependência mais visuais, antes da construção da linha, uma rede PERT/CPM simplificada foi elaborada apenas para um pavimento tipo. Após a conclusão dessas etapas, a Linha de Balanço pôde ser construída no sistema.

A relação das atividades, juntamente com a suas durações e predecessores, a rede PERT/CPM e a Linha de Balanço montada são mostradas nos apêndices A, B e C, respectivamente.

Após a conclusão do planejamento inicial de prazos proposto, o sistema foi disponibilizado para a incorporadora utilizar conforme a sua necessidade, fazendo atualizações, adições e propondo ajustamentos à Linha de Balanço e melhorias ao sistema.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISE DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DO EMPREENDIMENTO ANTES DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

A incorporadora diferencia-se de algumas construtoras e incorporadoras uma vez que dá valor às atividades gerenciais no processo construtivo de um empreendimento, preocupando-se com o planejamento inicial, e estando ciente que um acompanhamento do que está sendo realizado é necessário. Um exemplo da importância que a incorporadora dá à essa etapa, para auxiliar no seu processo de gestão, uma vez que a incorporadora possui uma equipe enxuta, uma empresa terceirizada especializada em planejamento e gerenciamento de obra foi contratada.

Apesar da atitude positiva e diligente na procura por uma empresa especializada nesse tipo de auxílio, isso pode trazer alguns pontos negativos. A empresa que planeja pode trazer índices e lógicas construtivas que não se adequam a realidade do empreendimento, uma vez que os dados que possuem são de um banco de dados mais genérico. Apesar disso, esse problema foi minimizado uma vez que a equipe técnica do empreendimento participou da concepção do planejamento inicial da obra e do acompanhamento subsequente.

Além disso, a empresa contratada não disponibilizava suas planilhas e cálculos para que a incorporadora fizesse alterações quando necessário, já que a tecnologia e o conhecimento por trás das ferramentas são propriedade da empresa de planejamento. Mesmo que a atitude seja compreensível, isso limita a atuação da incorporadora, uma vez que para fazer qualquer tipo de atualização, mudança ou análise, uma solicitação deve ser feita a empresa terceira, que tem um prazo para entregar o material solicitado. Esse tipo de burocracia acaba não sendo funcional em um canteiro de obras, uma vez que o ambiente é dinâmico e muda todos os dias. Assim, o controle da obra fica prejudicado, uma vez que, apesar da etapa de planejamento ser realizada, a etapa de controle e revisão não é feita com a regularidade necessária, o que pode acabar inutilizando o planejamento inicial elaborado.

A etapa de planejamento e orçamento foi iniciada somente com o projeto arquitetônico aprovado na prefeitura em mãos. Ou seja, foi feito mesmo sem ter todos os projetos complementares elaborados e definidos. Isso torna-se muito arriscado, uma vez que o projeto arquitetônico entrega poucas informações para a elaboração de quantitativos, e que impacta diretamente o orçamento do empreendimento. A falta de projetos complementares gera informações incompletas, obrigando a empresa de planejamento a fazer suposições e trabalhar com índices genéricos, ocorrendo em margens de erro muito grandes. Além disso, a falta de



definição sobre os sistemas construtivos que serão utilizados abre espaço para mudanças e alterações no meio do processo executivo e que podem impactar tanto no orçamento, quanto no prazo total de obra.

Outro ponto importante a ser observado é que não houve envolvimento de qualquer empreiteiro durante a etapa de planejamento inicial. Isso aconteceu pois não havia ainda a definição da equipe que seria contratada para fornecer a mão-de-obra. No entanto, a participação do empreiteiro nessa etapa é recomendável, uma vez que ele conhece a mão-de-obra que irá trabalhar e por isso consegue ajudar a balizar melhor o número de equipes por atividade e a produtividade dessas equipes. Além de tudo, a participação do empreiteiro nesse momento e o aval dele a respeito dos prazos e do efetivo podem ajudar a fortalecer o compromisso entre as partes.

O histórico de índices e prazos de outras obras não foram utilizados no planejamento desse empreendimento. Um motivo encontrado para isso foi a grande diferença entre os projetos, tanto de porte, quanto de custo, mão-de-obra e localização. De qualquer forma, uma análise dos dados produzidos em obras passadas nunca foi feita, o que, apesar das diferenças de projeto, poderiam contribuir com o entendimento dos ritmos das atividades e consumo de material.

As reuniões de escritório ocorreram de forma regular e eram sucintas, com definições rápidas, o que permitia a equipe utilizar a maior parte da reunião para repasses gerais e decisões estratégicas para a empresa e para a obra, ou seja, durante o tempo de reunião era investido mais tempo em planejar o futuro do que discorrer sobre o passado. Os índices de progressão semanal eram realmente cobrados e utilizados por todos, e se mostrou uma técnica simples, mas que ajudava a equipe a entender melhor o andamento da obra e tomar decisões.

As reuniões semanais em obra são realmente importantes e ajudam na programação de atividades, cobrança de metas, definição de prioridade e divulgação de decisões para todos os envolvidos. Entretanto, as reuniões que aconteciam em obra não tinham, algumas vezes, um caráter realmente estratégico, uma vez que o tempo de reunião era utilizado para se discutir pendências e cobrar tarefas atrasadas da mão-de-obra. Além disso, em muitos momentos o tempo era investido em discussões de caráter técnico e operacional ao invés de ser utilizado para programar atividades para as próximas semanas.

Durante as reuniões semanais em obra, foi percebida também a utilização inadequada da Linha de Balanço. Essa ferramenta serve para dar uma visão macro das atividades que devem ser realizadas, quando devem iniciar e o ritmo com que devem ser feitas. Ou seja, serve como guia para embasar uma programação semanal, ou quinzenal, das próximas tarefas, sendo que

essas tarefas compõem os serviços macro expostos na linha. Sendo assim, falta uma programação semanal dos serviços, elaborada antes da reunião. Essa é uma ferramenta simples e que auxiliaria na definição de metas e distribuição de tarefas.

A maneira elaborada para realizar a tarefa de compra de material permite a equipe técnica da obra revisar os pedidos de material que são feitos pela mão-de-obra, diminuindo as chances de erro. No entanto, tornou-se um processo burocrático, onde a solicitação deve passar por muitas pessoas antes de chegar ao fornecedor. A consequência disso é um processo mais lento, estendendo o prazo de entrega dos materiais. Além disso, a solicitação parte da mão-de-obra, que não tem conhecimento sobre o orçamento e sobre os quantitativos, dando margem para erros que podem vir a comprometer o orçamento da obra. Por fim, a obra não possui almoxarifado, e conseqüentemente um almoxarife, para cuidar dos estoques da obra. Cada equipe é responsável pelos seus materiais e pela organização dos seus espaços de armazenagem. Isso dificulta o controle de estoque e do consumo desses materiais.

Outra observação sobre o processo de compra de material para a obra é a falta de um plano de compras, isto é, as compras poderiam ser programadas, baseadas no cronograma de prazo, como a Linha de Balanço. Com as informações de datas geradas pela linha, em conjunto com as informações de cotação e entrega dos fornecedores é possível estabelecer datas para que cada pedido de material seja feito. Isso impede que as solicitações sejam feitas de forma reativa, ou seja, solicitações que são feitas apenas quando surge a necessidade de um material específico em obra. Isso pode gerar atrasos de entrega, que refletem no bom andamento das atividades. Além disso, se o quantitativo de obra for confiável, esse processo pode ser tornar ainda mais rápido e assertivo, além de dar poder de barganha para o comprador, que consegue negociar preços melhores, as vezes até abaixo do orçamento inicial.

Os relatórios mensais entregues pela empresa de planejamento eram muito completos, com informações bastante detalhadas e que auxiliavam nas decisões da equipe técnica-administrativa. Os relatórios também foram bastante utilizados nas reuniões semanais em obra para divulgar a situação real do andamento das atividades, e em quais pontos cada equipe deveria melhorar.

Apesar da quantidade de informações que os RGMs da empresa de planejamento entregavam, a sua atualização mensal não condizia com a dinâmica diária da obra. No período de um mês muitas decisões são tomadas e muitas alterações são feitas no canteiro de obras, exigindo que as informações sejam atualizadas quase que diariamente. Com isso, apesar do auxílio que os relatórios fornecem, no momento da sua entrega para a incorporadora, muitas vezes eles já não condiziam mais com a realidade do empreendimento. Além disso, as

informações nem sempre eram apresentadas de forma clara, exigindo esclarecimentos extras por parte da empresa de planejamento.

A mesma observação pode ser feita sobre a Linha de Balanço. A sua atualização deveria ser quase diária, devido à velocidade dos acontecimentos e das decisões em obra. No entanto, no período de quase 2 anos, a linha foi atualizada apenas 4 vezes. Além disso, o processo para atualização demandava um certo tempo, e quando o replanejamento era entregue, a Linha de Balanço já não condizia mais com realidade da obra, sendo necessárias novas atualizações. Até mesmo quando novas técnicas construtivas foram incorporadas, e outras não seriam mais utilizadas, não houve uma reprogramação das atividades. Isso influenciou diretamente nas decisões que eram tomadas nas reuniões semanais em obra, na programação de compras e no fluxo de caixa da obra.

#### 4.2 ANÁLISE, MELHORIAS E INFORMAÇÕES RETIRADAS DO SISTEMA PROPOSTO

O sistema foi utilizado para elaborar um planejamento inicial da obra, por meio da técnica da Linha de Balanço. Durante o período de operação do sistema, com a construção da linha, foi possível fazer análises de desempenho e das melhorias que o sistema pode trazer para o cotidiano da obra.

Em seguida, o sistema foi disponibilizado para a empresa utiliza-lo livremente. Após algumas atualizações foi possível utilizar o sistema por um período curto de tempo. Mesmo assim, foi possível coletar observações de terceiros a respeito do sistema e avaliar o seu uso em uma empresa.

##### 4.2.1 Análises

A partir das observações feitas, pode-se afirmar que, quando a Linha de Balanço é feita pela própria incorporadora, isso incentiva a revisão e a atualização do planejamento. O sistema proposto entrega esta independência para a empresa, permitindo que atualizações e replanejamentos sejam feitos livremente, além de permitir o acesso de todas as pessoas envolvidas, desde o nível estratégico até o nível operacional.

O procedimento para montagem da Linha de Balanço no sistema tornou a operação mais rápida. Com todas as informações prévias necessárias em mãos, como a lista de atividades e durações, a linha pode ser construída em menos de um dia. O resultado disso pode ser uma economia de tempo por parte da equipe, uma vez que essa atividade operacional, possa ser

executada de maneira realmente rápida. A mesma observação vale para os momentos de ajustes e replanejamentos.

A automatização mostra-se uma opção eficiente em situações de ajustes e replanejamentos da Linha de Balanço. A possibilidade de definir, previamente, os vínculos entre as atividades serve para facilitar o entendimento da equipe sobre o impacto que as mudanças de prazo, como atrasos e adiantamentos, causariam no andamento da obra. Uma vez que a atualização da Linha de Balanço acontece de maneira quase instantânea, economiza-se tempo nas tomadas de decisão relativas ao prazo das atividades, dado que os desdobramentos da decisão podem ser conferidos no mesmo momento. Com isso, permite-se que o planejamento seja atualizado quase diariamente, tornando-o mais condizente com a realidade, uma vez que o número de atualizações permitidas é infinito.

O mesmo recurso de identificação de predecessores pode ser utilizado para simular cenários de andamento do projeto, ou seja, simulando o atraso ou o adiantamento de alguma atividade, é possível entender o quão crítica a atividade é para o projeto, e assim priorizar a sua execução em detrimento de outras atividades para evitar essa situação, caso necessário. Com isso, é possível uma antecipação de ações por parte da equipe na hora de programar o fornecimento de material, ou na mobilização da mão-de-obra, por exemplo.

A visualização da Linha de Balanço por meio de blocos, onde cada bloco representa uma atividade e identificado com o nome dessa atividade, auxilia no entendimento de prazos e sequências construtivas. Isso acontece, pois, os blocos delimitam precisamente a duração das atividades, demarcando de maneira mais clara o início e o fim de cada uma delas, e em qual pavimento cada uma delas deve ocorrer. Com isso, permite-se analisar os tempos de trabalho por pavimento, além do andamento do projeto como um todo. Outro benefício desse tipo de visualização é a possibilidade de planejar a mesma atividade acontecendo em pavimentos diferentes no mesmo período, caso em que se tem disponível duas equipes, por exemplo.

A visualização por blocos facilitou outra característica encontrada no sistema. Cada pavimento é formado por um conjunto de 4 linhas, sendo que em cada uma dessas linhas permite-se adicionar um bloco diferente, ou atividade diferente. Com isso, é possível programar atividades simultâneas no mesmo pavimento, deixando mais claro quando cada uma delas deveria começar. Dessa maneira, a programação das atividades torna-se mais condizente com a realidade, facilitando o controle por parte da equipe, uma vez que a simultaneidade de serviços no mesmo pavimento é um cenário comum na programação de obra.

A Linha de Balanço, em teoria, é indicada para programação das atividades repetitivas de um projeto. Por isso, o planejamento feito nesse estudo de caso limitou-se apenas aos

pavimentos denominados Tipo, ou seja, que possuam o conjunto de atividades repetitivas. No entanto, percebeu-se que a Linha de Balanço também pode ser utilizada para a programação das atividades não repetitivas, permitindo assim a inclusão dos outros pavimentos no planejamento da obra. Isso também foi possível devido à utilização de blocos para representação das atividades, uma vez que o sistema permite a inclusão de apenas uma atividade isolada em um único pavimento, sem a necessidade de replica-lo para os pavimentos seguintes. Assim, basta apenas adicionar os pavimentos e atividades faltantes ao planejamento, e seguir o mesmo procedimento de adição de serviço à Linha de Balanço, apresentado anteriormente. Cabe lembrar que nesse caso, pode não existir um padrão de repetição, e o planejamento ter que ser feito de forma independente em cada pavimento.

Um pavimento denominado “Fachada” foi sugerido na nova Linha de Balanço. Esse pavimento representa as atividades realizadas na parte externa do empreendimento. A sugestão surgiu uma vez que as atividades de fachada não acontecem exatamente por pavimento, e sim por pedaços verticais da fachada. Isto é, os serviços de fachada não são feitos de andar por andar, e sim, são feitos por faixas, devido a limitação do tamanho dos equipamentos de balancim. Para facilitar a representação e o entendimento do prazo necessário para realizar esses serviços, criou-se um “pavimento” fachada, onde os serviços foram distribuídos. Apesar disso, o ideal seria definir exatamente o número de faixas que seriam feitas na fachada e o prazo de execução de cada uma delas, em cada uma das atividades.

O sistema também apresenta as atividades que estão atrasadas, e em qual pavimento. Esse recurso ajuda na identificação dessas atividades, auxiliando a equipe a focar no que precisa ser concluído para dar continuidade ao projeto. Além disso, o sistema também oferece a opção de replanejar a atividade de 3 formas diferentes: definindo uma nova data de fim, aumentando a duração da atividade, ou inserindo a porcentagem executada da atividade, deixando que o sistema recalcule a data de fim. Dessa forma é possível realizar o replanejamento de uma forma mais simples, rápida e baseada nas informações que a equipe possui no momento.

O recurso de impressão também se mostra útil, uma vez que a cada atualização da Linha de Balanço, ou quando julgar-se necessário, tem-se a possibilidade de imprimir a última versão do planejamento. Essas impressões podem ser levadas para a obra, e disponibilizadas para que todos tenham conhecimento do que foi planejado, facilitando assim o repasse das metas para a equipe operacional, uma vez que a Linha de Balanço é um recurso gráfico de fácil assimilação.

#### 4.2.2 Melhorias

O autor e os representantes da incorporadora que tiveram contato com o sistema observaram que alguns recursos não estão disponíveis no sistema, e que, uma vez implementados, poderiam ajudar a deixá-lo mais completo.

O sistema mostrou-se útil para realizar a montagem da Linha de Balanço, e para futuros replanejamentos, uma vez que modificações podem ser feitas rapidamente e seu impacto entendido no mesmo momento. No entanto, o sistema não tem a capacidade de avaliar o planejamento inicial elaborado. Ou seja, a própria equipe deve ter uma percepção se os ritmos de execução das atividades estão coerentes, por exemplo.

Apesar de a Linha de Balanço ser uma ótima ferramenta para planejamento e controle de prazos, o método limita-se à programação de macro atividades. Isto é, planeja-se uma atividade que representa um conjunto de outras tarefas menores, que duram menos tempo, e por isso dificultariam a sua inclusão na Linha de Balanço. Para realizar um planejamento mais detalhado, com a discriminação dessas tarefas menores, exige-se um cronograma semanal, onde os dias da semana pudessem ser visualizados e essas tarefas pudessem ser alocadas da maneira mais coerente, diminuindo o risco de falhas e atrasos.

Outro recurso classificado como necessário, mas que não está disponível no sistema, é a identificação do caminho crítico e das atividades críticas com maior facilidade. Enquanto que em outros métodos esse recurso é mais fácil de ser entendido, em uma Linha de Balanço torna-se mais complexo devido ao grande número de interações. Realizando alterações de prazo no sistema, é possível entender os impactos que qualquer uma das atividades tem sobre o planejamento inteiro. No entanto, para identificar, entre as atividades, qual delas é a mais crítica para o andamento do projeto, isso torna-se uma operação demorada e cansativa, uma vez que para esse entendimento é necessária a alteração de prazo de todas as atividades colocadas na Linha de Balanço.

Apesar de o sistema permitir a definição de predecessores para cada atividade, o recurso é limitado apenas a uma opção de dependência, a dependência “Término-Início”. Ou seja, a atividade só pode ser configurada para iniciar após a conclusão da sua predecessora. Dessa forma, apesar da ligação “Término-Início” ser mais comum, outras opções de dependência como “Início-Início”, “Término-Término”, ou “Início-Término” não são permitidas no sistema, e isso acaba limitando as configurações da rede lógica de construção.

A possibilidade de impressão da linha é realmente útil e mostra-se fundamental para divulgação do planejamento para as equipes do canteiro de obras. No entanto, a qualidade da impressão disponível no sistema foi contestada, exigindo melhorias.

Outro recurso tido como indispensável, é a possibilidade de salvar múltiplas versões do planejamento, que seriam utilizados para comparações e estudos a respeito dos ritmos de trabalho. O sistema não possui esse tipo de recurso, sendo assim, uma vez que alguma alteração é realizada, ela só pode ser desfeita retornando a atividade para a sua antiga data. Isso pode se tornar um problema caso muitas alterações sejam feitas para simulações, por exemplo, mas que sejam preteridas pela equipe, necessitando retorna-las à posição original.

Por fim, a performance do sistema mostrou-se outro ponto a ser revisado. Em muitos momentos, o sistema mostrou-se lento ao carregar atualizações nas atividades, exigindo paciência do usuário. Essa situação pode comprometer o principal propósito do sistema, que é a agilidade e velocidade na criação e atualização da Linha de Balanço.

Vale lembrar que o sistema ainda não está pronto, e se encontra em fases iniciais de desenvolvimento, sendo o módulo de construção da linha de balanço apenas a primeira etapa. O sistema, durante a elaboração do presente trabalho, ainda passava por testes e validações, com sua utilização sendo controlada e avaliada pelos desenvolvedores. Sendo assim, *feedbacks* a respeito do mesmo eram esperados e serão utilizados para evolução do sistema.

#### 4.2.3 Informações Retiradas da Linha de Balanço

O sistema utilizado durante o estudo de caso limita-se apenas ao planejamento de prazo do projeto, baseado no Método da Linha de Balanço. No entanto, o planejamento feito utilizando essa metodologia não gera apenas informações de datas de início e término de cada atividade. Atrélado a outras informações, é possível realizar um planejamento completo do projeto.

A partir das informações de datas retiradas da Linha de Balanço criada durante o trabalho, e que se encontra no Apêndice C, juntamente com informações do orçamento e custos do projeto, é possível realizar um planejamento financeiro da obra, gerando um fluxo de caixa muito próximo da realidade. Assim, o controle de prazo e o controle financeiro passam a ser vinculados, melhorando a comunicação e sinergia da equipe financeira que atua no escritório, normalmente, com a equipe de engenharia que passa mais tempo em obra.

Seguindo o mesmo raciocínio apresentado acima, a partir das informações de datas retiradas da Linha de Balanço (ver Apêndice C), é possível realizar um planejamento de

material que deverá ser comprado em cada etapa da obra, e quando eles devem ser entregues. Sendo assim, uma vez que a equipe de compras tem conhecimento dessas datas, em conjunto com as condições de entrega de cada fornecedor, é possível saber com maior precisão a data e a quantidade que cada material deve ser comprado. Esse procedimento facilita o trabalho da equipe de compras e pode gerar economias de orçamento, uma vez que os recursos podem ser comprados e negociados com maior antecedência. Vale lembrar aqui também que, para um maior aproveitamento dessa condição, o orçamento e os quantitativos de obra devem ser precisos.

Outra área que pode se beneficiar de informações extraídas da Linha de Balanço (ver Apêndice C), é o gerenciamento de mão-de-obra dentro do canteiro de obras. Paralelamente à definição das durações de cada atividade, define-se também a quantidade de equipes para executar cada serviço, e a composição de cada equipe. Com isso, é possível programar a entrada de cada equipe em obra e controlar se cada atividade esta sendo executada pela quantidade de efetivo previamente programado. Além disso, torna-se uma informação importante para a empreiteira responsável pela contratação da mão-de-obra, uma vez que com o conhecimento prévio dessas informações, a mobilização das equipes pode ser feita de maneira antecipada, evitando atrasos no início de cada atividade.

Ainda a respeito da mão-de-obra, a medição sobre a evolução de cada serviço, e que é utilizada posteriormente para pagamento do efetivo de trabalho e avaliação da produtividade da equipe também pode ser uma área beneficiada. O controle de quais atividades foram inteiramente concluída torna-se mais fácil, fazendo com que as medições sejam mais rápidas e a produtividade calculada mais facilmente.

Mesmo não contando com módulos que supram essas necessidades, o sistema utilizado no estudo de caso possui uma opção de exportação das informações de data de cada atividade, em formato de planilha Excel. A partir das informações contidas nessa planilha, em conjunto com outros sistemas computacionais, ou outras planilhas em Excel, é possível realizar os controles acima sugeridos.



## 5 CONCLUSÃO

Ao final, foi possível afirmar que os objetivos estabelecidos no início do trabalho foram atingidos, uma vez que um sistema para automatização do Método da Linha de Balanço foi apresentado e mostrou-se funcional e adequado para aplicações básicas do Método da Linha de Balanço.

Um empreendimento residencial em construção foi escolhido, e a empresa proprietária do projeto autorizou a utilização de informações internas para aplicação do sistema proposto, com a intenção de elaborar uma Linha de Balanço do projeto, e que foi apresentada ao final do trabalho. Posteriormente o sistema foi liberado para a empresa utilizar livremente.

Após a aplicação e utilização do sistema pela empresa, foi possível realizar uma análise dos resultados e do desempenho do mesmo. Assim, os benefícios que o sistema pode trazer e puderam ser demonstradas. Bem como as possíveis melhorias que o sistema pode receber para deixá-lo mais interessante e adequado ao uso na empresa.

Além da liberação de informações a respeito do empreendimento e da sua metodologia construtiva, a empresa também autorizou a análise do seu processo de gerenciamento da obra, o que permitiu a indicação dos pontos positivos e os pontos a serem melhorados no processo.

A partir das observações realizadas durante o estudo pode-se concluir que, apesar da iniciativa positiva por parte da incorporadora em realizar o planejamento e o posterior acompanhamento das atividades, alguns pontos do processo podem ser melhorados.

No início da etapa é importante que se tenha em mãos todos os projetos do empreendimento, tanto o arquitetônico, quanto os complementares, além de definir todas as técnicas construtivas que serão utilizadas. Essa conduta diminui significativamente a margem de erro nos quantitativos, no orçamento e no planejamento das atividades.

A participação do empreiteiro, responsável pela mão-de-obra, durante o processo de programação das atividades é uma atitude estratégica e recomendável, uma vez que com o auxílio dele é possível definir melhor a duração de cada serviço e a quantidade de mão-de-obra necessária para cumprir as metas. Além disso, o compromisso criado quando todos participam é fortalecido com essa atitude.

O sistema propõe-se permitir que a equipe técnica tenha um planejamento sempre atualizado, além de realizar simulações de cenários para o andamento da obra. Com isso, o planejamento das atividades pode ser feito em tempo real e tornar-se mais independente, conferido a empresa domínio sobre o planejamento. Com as informações geradas pelo sistema, uma vez que ele seja constantemente atualizado, pode-se observar benefícios nas outras áreas

da empresa, como suprimentos e financeiro, na hora de realizar as compras para a obra, ou analisar o fluxo de caixa da mesma.

Observou-se que apesar de disporem de ferramentas para a organização das atividades, a atitude do corpo técnico da obra não tinha um caráter estratégico, uma vez que as cobranças eram feitas sempre a respeito de atividades que ficaram no passado, e não sobre as atividades que deveriam ser executadas nas próximas semanas. Apesar de se esforçarem para ter uma postura estratégica, essa é uma atitude que deve ser realizada desde o primeiro dia de obras e tomada como hábito por toda a equipe.

Para auxiliar na organização das metas, recomenda-se que seja feito um planejamento semanal, ou quinzenal, das atividades baseando-se na Linha de Balanço disponível. Foi observado que a própria linha era utilizada para esse planejamento mais detalhado, quando na verdade ela representa um planejamento mais macro da obra.

O processo de compras, apesar de ser revisado pelos engenheiros, poderia ser realizado de uma maneira mais proativa e menos reativa. Ao invés de receber a demanda diretamente da mão-de-obra quando a falta de material é percebida, com um quantitativo e um planejamento confiáveis, é possível realizar um planejamento de compras, principalmente de insumos mais caros e volumosos. Isso ajuda na organização do canteiro, diminui o desperdício e dá um poder de barganha maior, uma vez que é possível negociar os preços com maior antecedência.

Quanto as ferramentas de planejamento utilizadas, o Método da Linha de Balanço mostrou-se o mais adequado para esse empreendimento. No entanto, a dificuldade para realizar um replanejamento dos prazos não é conveniente com o dinamismo encontrado em obra. Por isso, o sistema de automatização da Linha de Balanço proposto mostra-se uma solução conveniente para o problema.

Apesar dos benefícios, o sistema mostrou alguns limites e que é necessário realizar melhorias. A revisão dos códigos para o cálculo das datas é necessária para evitar erros de planejamento. Melhorias na usabilidade e no recurso de impressão também fazem parte das observações. Outro ponto destacado foi que as informações que podem ser retiradas da linha, comentadas anteriormente, são exportadas do sistema em planilha Excel, o que exige da equipe um trabalho mais manual de análise.

Além disso, o sistema carece de alguns recursos tidos como fundamentais pela equipe, como a definição de um calendário de dias de trabalho, a visualização do caminho crítico, a adição de mais tipos de dependências entre as atividades, a possibilidade de se fazer um planejamento semanal e a possibilidade de salvar múltiplas versões do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSED, José Alexandre. **Construção Civil: Viabilidade, Planejamento e Controle**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1986.

AVILA, Antonio Victorino; JUNGLES, Antônio Edésio. **Gestão do Controle e Planejamento de Empreendimento**. Florianópolis: Autores, 2013.

BAIN & COMPANY. **Ferramentas para vencer**. In: HSM MANAGEMENT, n 6, jan./fev. 2000a; Id. **Quem tem medo das ferramentas gerenciais?** In: HSM MANAGEMENT, n 19, mar./abr. 2000b;

DINSMORE, Paul Campbell. **Gerência de Programas e Projetos**. São Paulo: Pini, 1992.

ELIEZER, Arantes Da Costa. **Gestão Estratégica: Da Empresa que Temos para a Empresa que Queremos**. São Paulo: Saraiva, 2007.

ESCRIVÃO FILHO, Edmundo. **Gerenciamento na Construção Civil**. São Paulo: EESC-USP, 1998.

ESTRADA, Rolando Juan Soliz; PEREIRA, Maurício Fernandes; DE ALMEIDA, Martinho Isnard Ribeiro. **A eficiência e a eficácia da Gestão Estratégica: do planejamento estratégico à mudança organizacional**. In: REVISTA DE CIÊNCIAS DE ADMINISTRAÇÃO, v. 9, n 19, p. 147-178, set./dez. 2007.

FERREIRA, Manuel Portugal; PEREIRA, Maurício Fernandes; SERRA, Fernando Antônio Ribeiro; MORITZ, Gilberto de Oliveira. **Estratégia em Diferentes Contextos Empresariais: Fundamentos, Modelos e Perspectivas**. São Paulo: Atlas, 2010.

GEHBAUER, Fritz; EGGENSPERGER, Marisa; ALBERTI, Mauro Edson; NEWTON, Sérgio Auriquio. **Planejamento e Gestão de Obras: Um Resultado Prático da Cooperação Técnica Brasil-Alemanha**. Curitiba: CEFET-PR, 2002.

HARRIS, Frank; McCAFFER, Ronald. **Modern Construction Management**. Londres: BSP Professional Books, 1989.

JUNGLES, Antônio Edésio; AVILA, Antonio Victorino. **Gerenciamento na Construção Civil**. Florianópolis: Editora Argos, 2006.

KEMMER, Sérgio; DEPEXE, Marcelo; HEINECK, Luiz Fernando. **Controle eletrônico de obra integrado à programação por linha de balanço**. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2., 2005, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 2005.

LOSSO, Iseu Reichmann; ARAÚJO, Hércules Nunes. **Aplicação do método da linha de balanço: estudo de caso**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 1995, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ANTAC, 1995.

MACEDO, Mauro Lemberg de. **A aplicação do método da linha de balanço na coordenação da execução de canteiros de habitações unifamiliares**. In: SIMPÓSIO

- LATINO-AMERICANO DE RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SUA APLICAÇÃO ÀS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL, 1981, São Paulo. Anais... São Paulo, 1981. p. 777-786.
- MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Editora Pini, 2010.
- MENDES JUNIOR, Ricardo; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. **Dados básicos para programação de edifícios com linha de balanço: estudos de casos**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ANTAC, 1998. p. 687-695.
- MENDES JUNIOR, Ricardo. **Um modelo computacional para o planejamento da construção de edifícios com linha de balanço**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 1995, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ANTAC, 1995.
- MENDES JUNIOR., Ricardo. **Um modelo integrado para o planejamento de edifícios com linha de balanço**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., 1996, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ABEPRO, 1996.
- MOURA, Maria Lucia Seidl de; FERREIRA, Maria Cristina. **Projetos de Pesquisa: Elaboração, redação e apresentação**. Rio de Janeiro: Editora UERJ, 2005.
- MUTTI, Cristine do Nascimento. **Guia Prático para Trabalho de Conclusão de Curso em Construção Civil: Graduação e Pós-Graduação**. Florianópolis: Secco, 2008.
- NETTO, Antonio Vieira. **Como Gerenciar Construções**. São Paulo: Pini, 1988.
- PRADO, Renato Lucio. **Aplicação e acompanhamento da programação de obras em edifícios de múltiplos pavimentos utilizando a técnica da linha de balanço**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- REBOUÇAS, Djalma de Pinho. **Administração Estratégica na Prática: A Competitividade para Administrar o Futuro das Empresas**. São Paulo: Atlas, 2009.
- REZENDE, Denis Alcides. **Planejamento Estratégico para Organizações Privadas e Públicas: Guia Prático para a Elaboração do Projeto de Plano de Negócios**. Rio de Janeiro: Brasport Livros, 2008.
- SOUZA, Antonio Carlos de; FIALHO, Francisco Antonio Pereira; OTANI, Nilo. **TCC: Métodos e Técnicas**. Florianópolis: Editora Visual Books, 2007.
- TAVARES, Mauro Calixta. **Gestão Estratégica**. São Paulo: Atlas, 2007
- TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. São Paulo: Editora Atlas, 2009.
- VARGAS, Carlos Luciano Sant'ana; COELHO, Renato de Quadros; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. **Utilizando programas de computador de gerenciamento de projetos para estruturar a programação de atividades repetitivas em obras de construção civil**

**com a técnica da linha de balanço.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., 1996, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ABEPRO, 1996.

VARGAS, Carlos Luciano Sant'ana; MENDES JUNIOR, Ricardo; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. **Programação e controle de atividades repetitivas na execução de obras com modelo reduzido utilizando a técnica da linha de balanço.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 1998, Niterói. Anais... Niterói: ABEPRO, 1998.

## APÊNDICES

O Apêndice A mostra a relação das atividades escolhidas para serem controladas na Linha de Balanço, juntamente com as suas durações e predecessores. O Apêndice B é a rede de atividades de um pavimento tipo, utilizada para facilitar o entendimento da sequência lógica dos serviços e suas dependências. E por último, o apêndice C é a Linha de Balanço construída no sistema automatizado proposto e exportada.

**APÊNDICE A – Atividades controladas na linha de balanço, durações e predecessores**

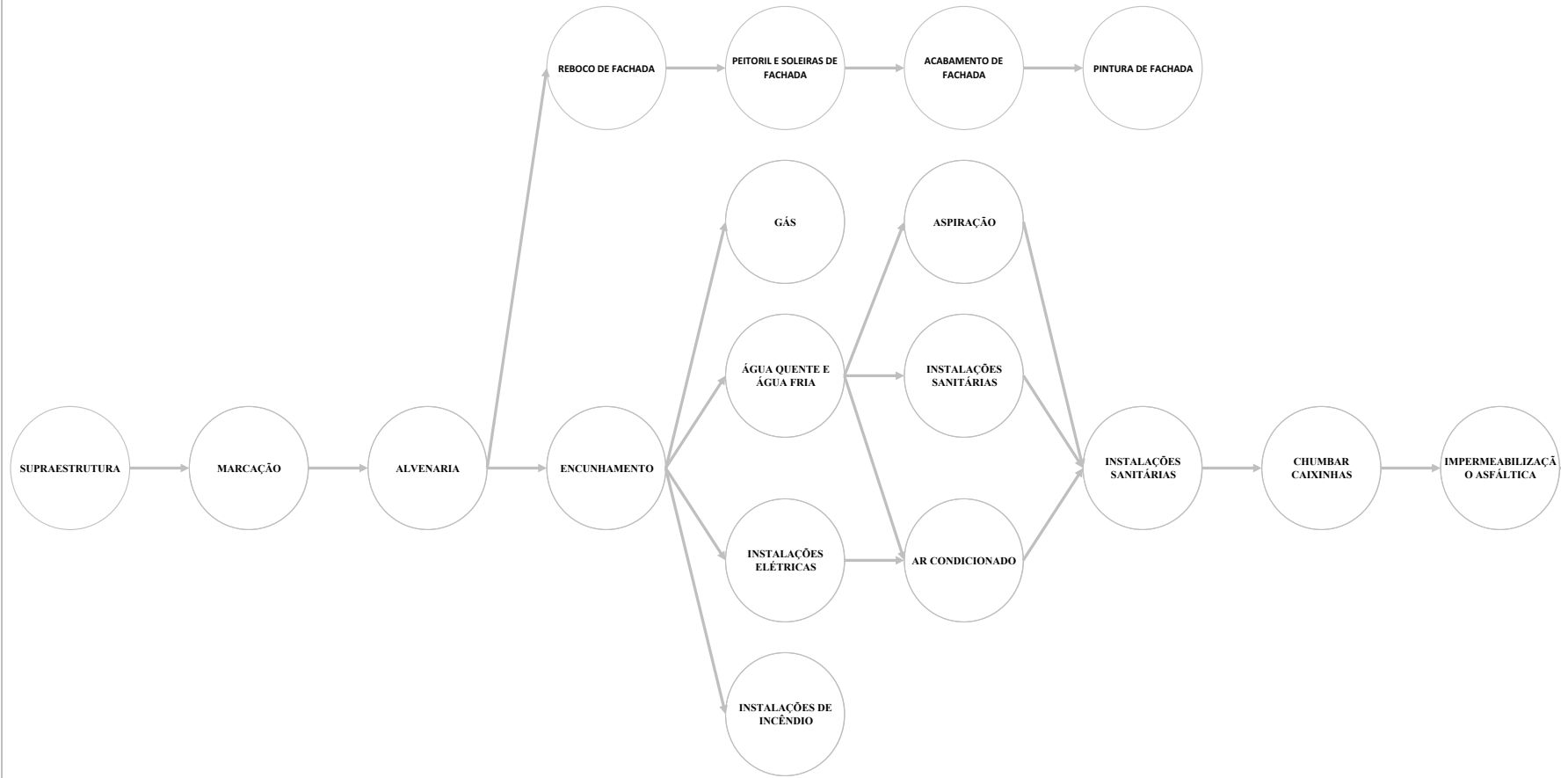
Relação de Atividades, Durações e Predecessores			
	Atividade	Duração	Predecessor
1	Supraestrutura	15	-
2	Marcação	5	Supraestrutura
3	Alvenaria	10	Marcação
4	Reboco de Fachada	60	Alvenaria
5	Peitoril e Soleiras de Fachada	55	Reboco de Fachada
6	Acabamento de Fachada	45	Peitoril e Soleiras de Fachada
7	Pintura de Fachada	45	Acabamento de Fachada
8	Encunhamento	5	Alvenaria
9	Aspiração	5	Água Fria e Água Quente
10	Água Fria e Água Quente	15	Encunhamento
11	Instalações Sanitárias	10	Água Fria e Água Quente
12	Instalações Elétricas	10	Encunhamento
13	Instalações Preventivas/Incêndio	5	Encunhamento
14	Gás	5	Encunhamento
15	Ar Condicionado	5	Instalações Elétricas e Água Fria e Água Quente
16	Chapisco	5	Aspiração, Instalações Sanitárias e Ar Condicionado
17	Chumbar Caixinha	10	Chapisco
18	Impermeabilização Asfáltica	10	Chumbar Caixinha
19	Reboco	15	Impermeabilização Asfáltica
20	Impermeabilização Cristalizante	5	Reboco
21	Isolamento Termo-Acústico	5	Impermeabilização Cristalizante
22	Piso Aquecido	5	Impermeabilização Cristalizante
23	Contrapiso	5	Piso Aquecido e Isolamento Termo-Acústico
24	Fios e Cabos	5	Contrapiso

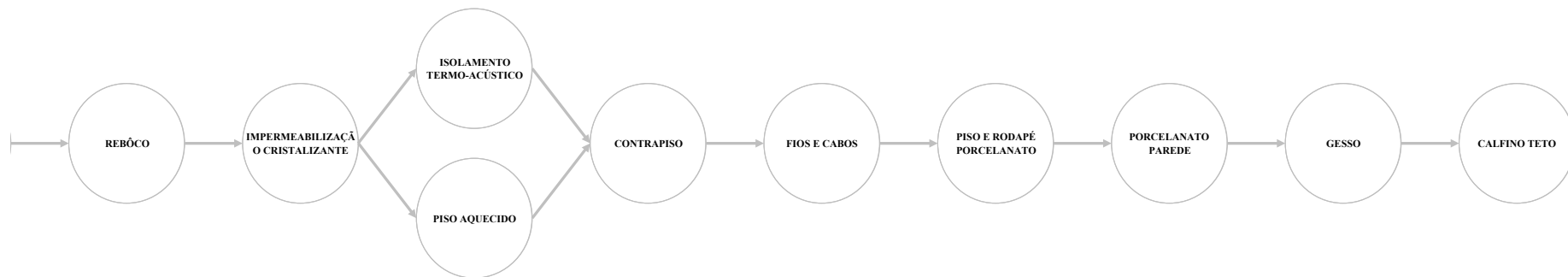


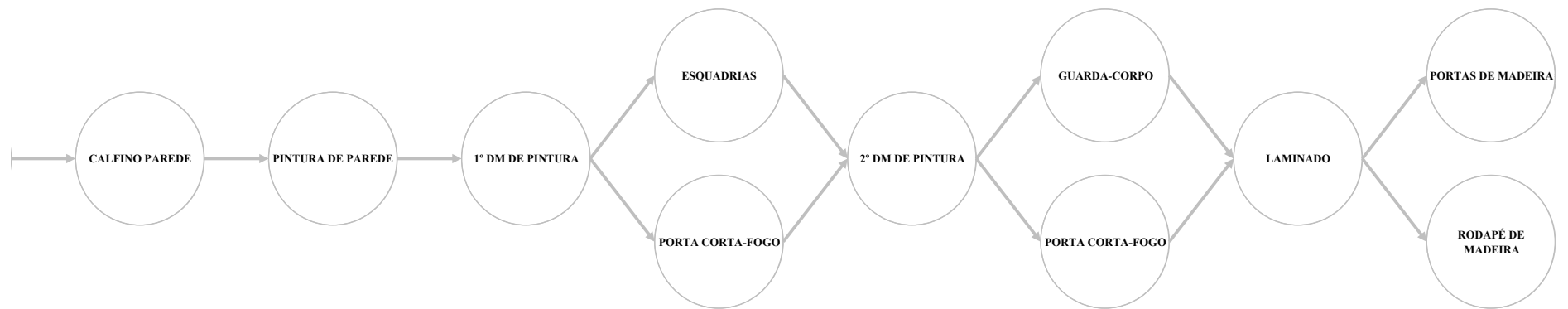
25	Porcelanato Piso e Rodapé	10	Fios e Cabos
26	Porcelanato Parede	10	Porcelanato Piso e Rodapé
27	Gesso	10	Porcelanato Parede
28	Calfino Teto	10	Gesso
29	Calfino Parede	10	Calfino de Teto
30	Pintura de Teto	5	Calfino de Parede
31	1º DM de Pintura	5	Pintura de Teto
32	Esquadrias	5	1º DM de Pintura
33	Porta Corta-Fogo	5	1º DM de Pintura
34	2º DM de Pintura	5	Esquadrias
35	Guarda-Corpo	5	2º DM de Pintura
36	Soleiras da Porta	5	2º DM de Pintura
37	Laminado	5	Guarda-Corpo e Soleiras da Porta
38	Portas de Madeira	5	Laminado
39	Rodapé de Madeira	10	Laminado
40	Tomadas, Quadros e Disjuntores	10	Portas de Madeira
41	Metais	5	Portas de Madeira
42	Louças	5	Portas de Madeira
43	3º DM de Pintura	5	Tomadas, Quadros e Disjuntores, Metais e Louças
44	Acabamento Elétrico	10	3º DM de Pintura
45	Tomada Carro Elétrico	5	3º DM de Pintura
46	4º DM de Pintura	5	Acabamento Elétrico e Tomada para Carro Elétrico
47	Limpeza	5	4º DM de Pintura
48	Limpeza Final	5	Limpeza

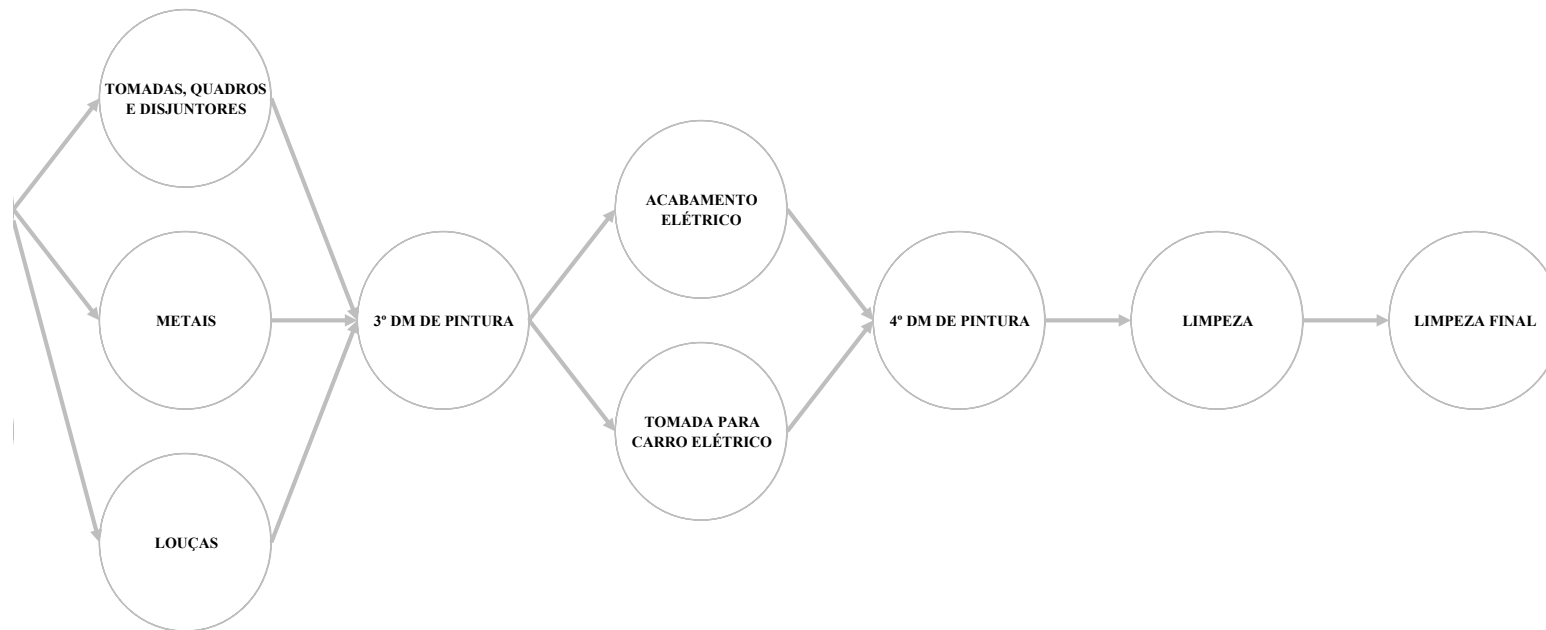
**APÊNDICE B – Sequência em rede das atividades a serem realizadas em um pavimento Tipo**

REDE DE DEPENDÊNCIAS ENTRE AS ATIVIDADES DE UM PAVIMENTO TIPO









**APÊNDICE C – Linha de Balanço construída e retirada do sistema proposto**

