

**FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS  
CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

João Marcos Pacifici Rangel

MATRÍCULA: 2093009/6

**ESTUDO DE CASO: Planejamento e gestão para a fase de acabamento em  
obras moduladas do Jardins Mangueiral-DF**

Brasília  
2013

JOÃO MARCOS PACIFICI RANGEL

**ESTUDO DE CASO: Planejamento e gestão para a fase de acabamento em obras moduladas do Jardins Mangueiral-DF**

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB– Centro Universitário de Brasília

Orientadora: Eng<sup>a</sup> Civil Maruska T. N. Silva, D.Sc.

Brasília  
2013

JOÃO MARCOS PACIFICI RANGEL

**ESTUDO DE CASO: Planejamento e gestão para a fase de acabamento em obras moduladas do Jardins Mangueiral-DF**

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB– Centro Universitário de Brasília

Orientadora: Eng<sup>a</sup> Civil Maruska T. N. Silva, D.Sc.

Brasília, 2013.

**Banca Examinadora**

---

Eng<sup>a</sup>.Civil: Maruska T. N. da Silva, D.Sc.  
Orientadora

---

Eng<sup>o</sup>. Civil: Jorge Antônio da Cunha Oliveira, D.Sc.  
Examinador Interno

---

Eng<sup>o</sup>. Civil: Bruno Leite Moraes  
Examinador Externo

## SUMÁRIO

SUMÁRIO .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE ABREVIACÕES.....	6
1. RESUMO .....	7
2. ABSTRACT.....	8
3. INTRODUÇÃO .....	9
4. OBJETIVOS.....	14
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
5.1 Projetos de engenharia.....	15
5.2 Orçamento .....	17
5.3 Cronograma de obra .....	22
5.4 Planejamento de obra .....	23
5.5 Sistema de comunicação e gerenciamento.....	29
5.6 Lean Construction (Construção Enxuta).....	3030
5.7 Gerenciamento e gestão da qualidade .....	311
5.8 BIM como auxílio na construção enxuta .....	35
6 MATERIAIS E METODOLOGIA DE TRABALHO.....	37
7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	47
8. CONCLUSÃO.....	62
9. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	64
10. BIBLIOGRAFIA.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - .....	9
Figura 2 - .....	10
Figura 3 - .....	11
Figura 4 - .....	12
Figura 5 - .....	13
Figura 6 - .....	39
Figura 7 - .....	40
Figura 8 - .....	41
Figura 9 - .....	42
Figura 10 - .....	42
Figura 11 - .....	43
Figura 12 - .....	44
Figura 13 - .....	45
Figura 14 - .....	47
Figura 15 - .....	49
Figura 16 - .....	51
Figura 17 - .....	51
Figura 18 - .....	51
Figura 19 - .....	51
Figura 20 - .....	51
Figura 21 - .....	54
Figura 22 - .....	55
Figura 23 - .....	56
Figura 24 - .....	56

Figura 25 - .....	56
Figura 26 - .....	58
Figura 27 - .....	59
Figura 28 - .....	60
Figura 29 - .....	61

## ÍNDICE DE ABREVIações

ABNT .....	Associação Brasileira de Normas Técnicas;
PROHAB .....	Programa de Rastreabilidade e Controle de obras Habitacionais;
TCPO .....	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos;
MS.....	.. <i>Microsoft</i> ;
PERT/CPM.....	<i>Program Evaluation and Review Technique /Critical Path Method</i> ;
PCP .....	Planejamento e Controle da Produção;
PSP.....	Projeto do Sistema de Produção;
JIT.....	<i>Just-In-Time</i> ;
STP.....	Sistema Toyota de Produção;
SGQ.....	Sistema de Gestão da Qualidade;
BIM.....	<i>Building Information Modeling</i> ;
FVS.....	Ficha de Verificação de Serviço.

## 1. RESUMO

O objeto de estudo desta pesquisa refere-se do acompanhamento e análise da implantação do Programa de Rastreabilidade e Controle de Obras Habitacionais (PROHAB), desenvolvido pelo autor, junto com a equipe de acabamento do empreendimento Jardins Mangueiral, criado neste trabalho com o objetivo de garantir o controle e a administração dos serviços da construção civil no empreendimento imobiliário Jardins Mangueiral, que consiste na construção de um bairro planejado com oito mil residências divididas em três tipologias — 20% de casas com dois dormitórios, 40% de casas com três dormitórios e 40% de apartamentos com dois dormitórios — e distribuídas em quinze quadras com áreas de lazer e centros comerciais. Nesse empreendimento, é utilizada a tecnologia de paredes de concreto e de formas de alumínio moldadas *in loco*, que favorece a otimização de materiais e o tempo de execução da obra, tornando-a viável pela rapidez, pelo volume produzido e pela redução de atividades que não agregam valor. Dadas a dimensão desse empreendimento, que emprega em média 2.100 colaboradores diretos, e a premência da execução da obra, faz-se necessária, além da formação no trabalho de profissionais especializados para lidar com a tecnologia empregada, a otimização do tempo dos serviços, o que requer precisão e atualização das informações do canteiro de obra, de modo que o setor de produção e o de engenharia possam analisar e adequar prazos, preços, qualidade dos serviços e quantidade de efetivo para todas as fases da obra, inclusive de acabamento, condições que motivaram a criação do PROHAB.

Palavras-chave: obras moduladas, planejamento, gestão.

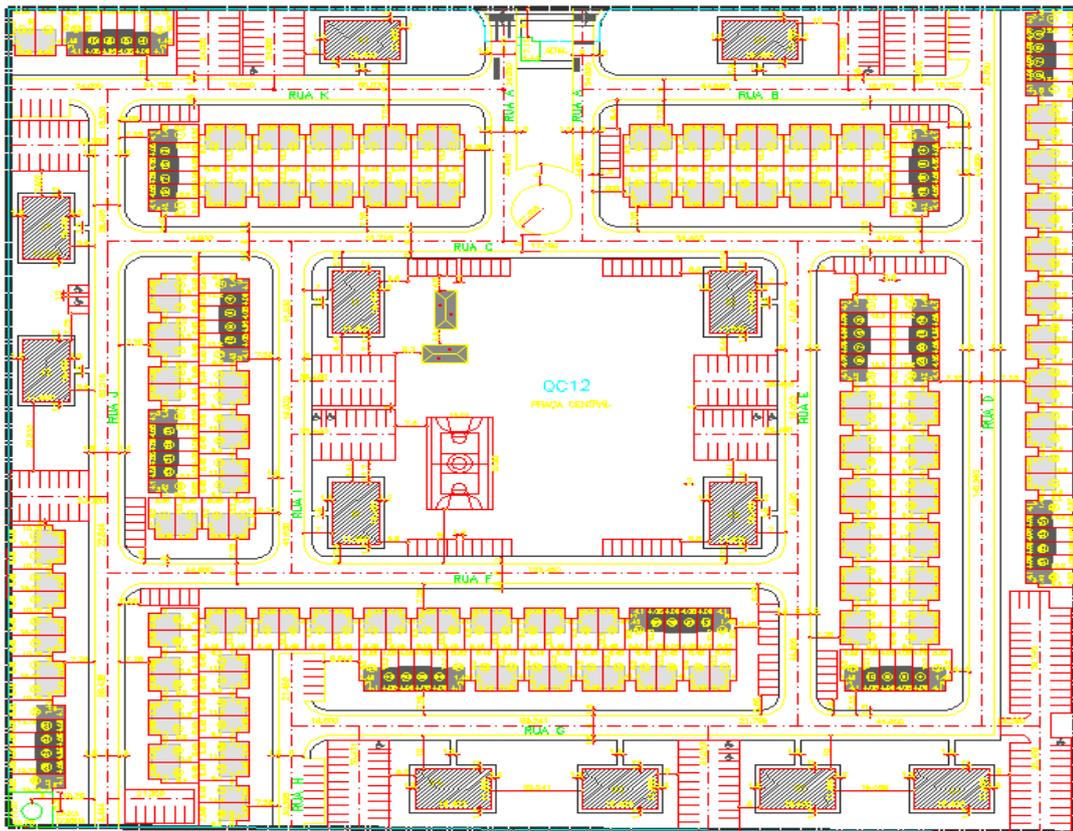
## 2. ABSTRACT

The objective of this research focuses on monitoring and analyzing the implementation of the Tracking and Housing Construction Control Program (PROHAB). This program was created through a prior study in order to ensure the control and administration of construction services, in the specific enterprise “Jardins Mangueiral” which constitutes on the construction of a planned neighborhood with eight thousand households divided into three housing types - 20% are houses with two bedrooms, 40% are houses with three bedrooms and 40% are apartments with two bedrooms - and distributed in fifteen blocks with playground areas and malls. In this enterprise, the construction technology used is forms of aluminum molded on the spot into concrete walls, which favors the optimization of materials and time period of execution. Its viability is enforced due to the speed, the volume produced and the reduction of activities that do not add value. Due to the size of this enterprise, which employs 2,100 direct employees, and the need for the heavy workload, it is necessary, in addition to job training of specialized professionals to deal with the technology employed, time period optimization services, which requires precision and update in the information referring to the construction site, so that the production and engineering sectors can analyze and adjust deadlines, costs, service quality and effective quantity for the final stage of construction completion, conditions that led to the creation of PROHAB.

### 3. INTRODUÇÃO

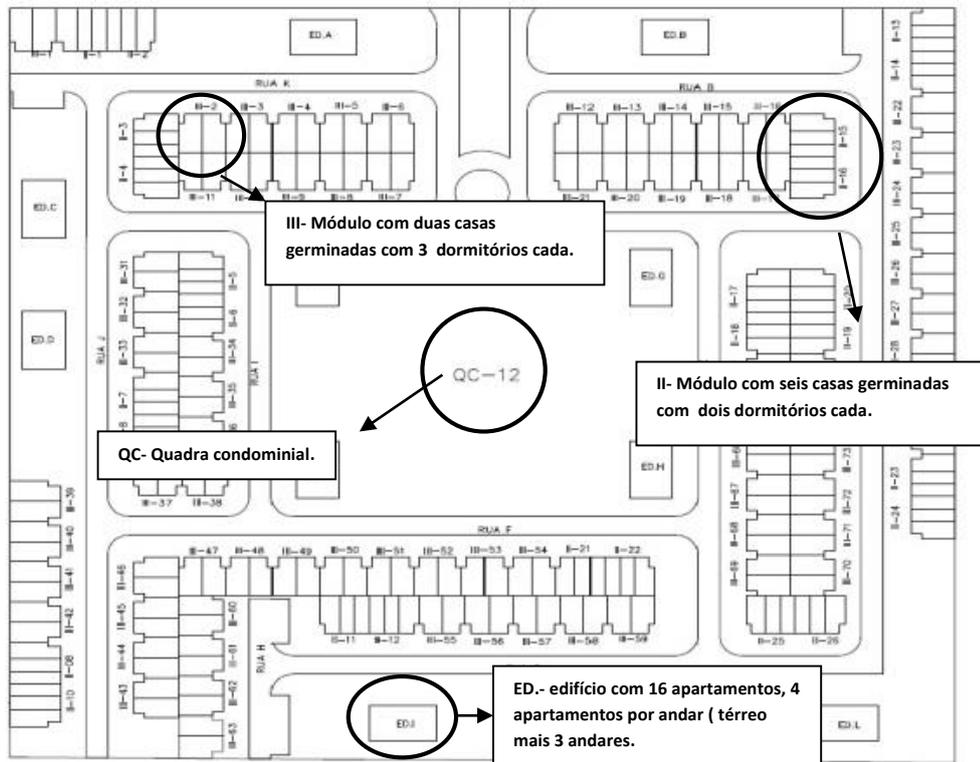
Até 2011, ano da implantação do Programa de Rastreabilidade e Controle de obras Habitacionais (PROHAB) ainda como projeto piloto, as informações do canteiro, a cargo de várias pessoas, eram transmitidas sem padrão definido, o que dificultava a obtenção do histórico dos trabalhos desenvolvidos e tornava quase impossível a sua divulgação em tempo real, com confiabilidade e assertividade. Como tentativa de solução para o problema, foi criado um croqui dos projetos das quadras, denominado “mapa”, utilizado para o repasse das informações, que, registradas por escrito, passaram a ser mais bem interpretadas. As figuras 1 e 2, a seguir, ilustram o referido croqui. A figura 2 indica uma quadra identificada com letras e números.

Figura 1 – Projeto arquitetônico de uma quadra habitacional do Jardins Mangueiral.



Fonte: Projeto (sem escala) do Jardins Mangueiral (2009).

Figura 2 – Croqui (mapa) de uma quadra do empreendimento Jardins Mangueiral.



Fonte: Projeto (sem escala) do empreendimento Jardins Mangueiral (2009).

Em 2011, a curva de aprendizagem da obra encontrava-se em processo de estabilização, e, estando os serviços com um grau de rapidez elevado, era perceptível a necessidade de um controle mais eficiente do repasse das informações relativas ao trabalho dos encarregados à gerência.

À medida que a obra foi progredindo, os serviços de acabamento aumentaram e ganharam velocidade e, como na fase de acabamento, esses serviços interferem no desenvolvimento de outros, predecessores e sucessores, tornou-se imprescindível controlá-los. Entretanto, os encarregados responsáveis pelo repasse das informações utilizavam formas diferenciadas para o preenchimento dos mapas, sem critérios de padronização, o que impedia a divulgação de informações seguras e confiáveis. Além disso, a grande dimensão da obra e sua característica horizontal dificultavam a comunicação e a visualização das unidades disponíveis para o início de novos serviços, tal como ocorria com as unidades liberadas pela gestão da qualidade, que

precisa dos serviços finalizados para acompanhar, controlar e gerenciar, juntamente com a gestão da produção, os problemas que surgem durante a execução dos serviços.

Na figura 3, a seguir, é possível visualizar os croquis dos projetos em que as informações relativas aos serviços executados eram prestadas sem critérios de padronização.

Na figura 4, é apresentado um mapa de medição, sem critério de cores, onde foram registrados, a caneta, o nome e a matrícula da equipe que executou o serviço medido.

Figura 3 – Croqui (mapa) com informações sem padronização: feito a caneta na cor preta.



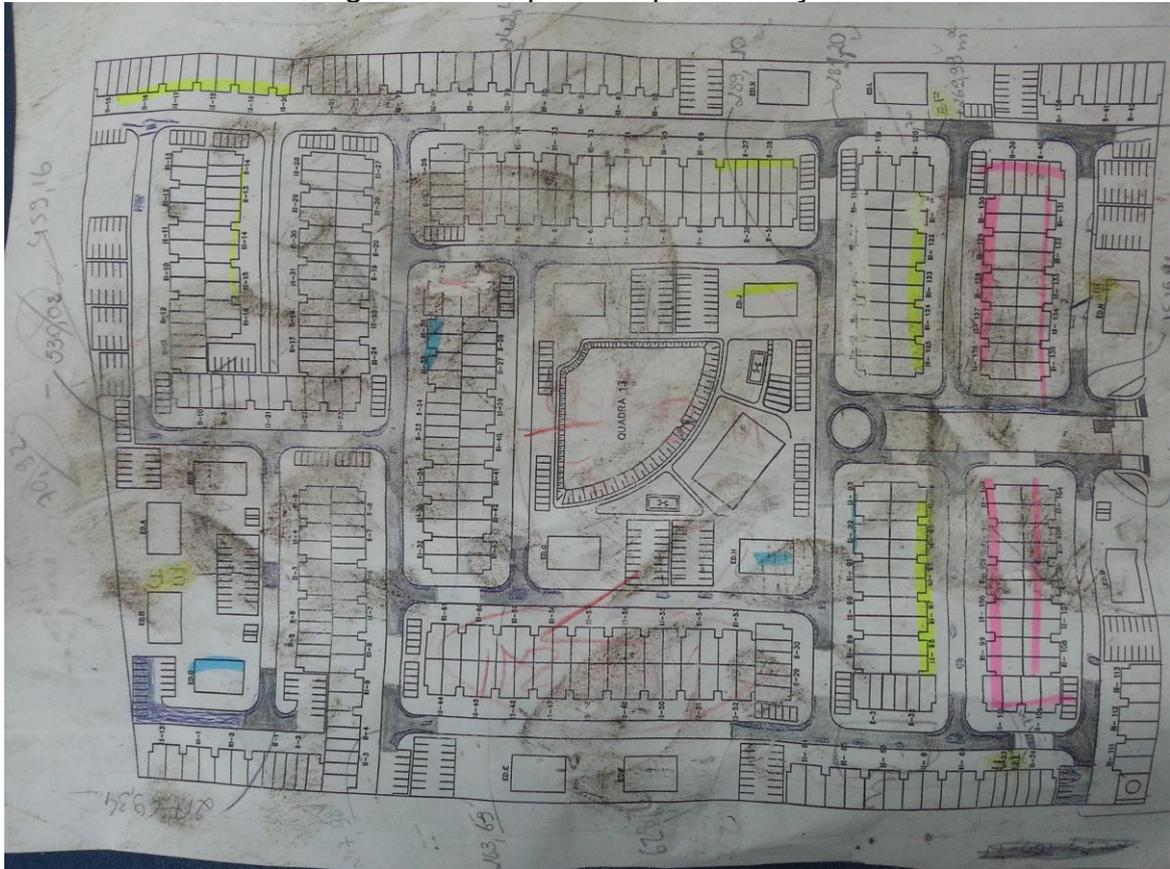
Fonte: Arquivo do empreendimento Jardins Mangueiral (2011).

Figura 4 – “Mapa” sem padronização, marcado com canetas nas cores verde e rosa.



Fonte: Arquivo do empreendimento Jardins Mangueiral (2011).

Figura 5 – “mapa” sem padronização.



Fonte: arquivo do empreendimento Jardins Mangueiral (2012)

Baseado nos critérios supramencionados surgiu à motivação de criar o PROHAB.

A implantação desse programa de planejamento e gestão na fase de acabamento em obras moduladas é o foco de estudo deste trabalho, desenvolvido com base no referencial teórico relacionado à eficiente gestão de projetos e execução das obras de engenharia.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo geral**

Proporcionar um melhor acompanhamento de serviços, com o auxílio do PROHAB, tendo em vista mais eficiência e qualidade da obra.

### **4.2 Objetivo específico**

- Criar uma logística ordenada para acompanhamento do serviço de acabamento;
- Buscar uma forma mais organizada de apresentação dos serviços de acabamento executados e a executar;
- Envolver de maneira mais técnica e ordenada os colaboradores responsáveis pelos serviços de acabamento no que se diz respeito a produtividade de obra;
- Criar, por meio de uma ferramenta computacional, um programa que auxilie na qualidade e eficiência do serviço de acabamento.

## **5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **5.1 Projetos de engenharia**

Na engenharia civil, o setor de projetos abrange, segundo Tisaka (2006), serviços como estudos de viabilidade, estudos organizacionais e planos diretores, assim como outros relacionados com obras e serviços de engenharia, tais como a elaboração de anteprojetos; projetos básicos e projetos executivos de obras; fiscalização, supervisão, acompanhamento técnico e gerenciamento de obras; vistorias e elaboração de laudos técnicos; consultoria especializada, avaliações e pareceres referentes a obras de engenharias; e desenvolvimento de técnicas relacionadas com a informática.

Para o sucesso de um empreendimento, é necessário que todos os envolvidos no processo, desde o gerente da obra ao operário, tenham o hábito de estudar, analisar, conhecer os desenhos e formas de medições. As especificações técnicas devem ser bem analisadas, pois contêm as propriedades dos materiais, informações sobre a tolerância de acabamentos, precisão de montagem, componentes definitivos a serem empregados e tudo que faz parte das expectativas do cliente com relação ao produto (Chagas, 2008).

Na implantação de um empreendimento, há dificuldades e problemas complexos, principalmente no que se refere à engenharia e ao gerenciamento da obra, o que aponta para a necessidade da elaboração de um bom projeto, o primeiro passo para que um empreendimento tenha sucesso. Vieira Netto (1988) comenta que as fases de concepção, projeto e execução são os desafios que tangem a eficiência.

Segundo Rodríguez e Heineck (2001), a melhoria do desempenho nas edificações está associada à análise e ao detalhamento do projeto. Nos últimos anos, os participantes de empreendimentos demonstram preocupação com a elaboração de projetos.

O cumprimento da norma de desempenho (NBR 15.575/2012) contribui para a melhoria das análises dos projetos, na medida em que o detalhamento exigido na norma cria as condições indispensáveis para o atendimento das necessidades materiais e de tempo útil da edificação.

É difícil tangenciar o ganho com a adequada gestão do projeto. A quantificação do ganho não é exata, e autores como Rodríguez e Heineck (2001) observam que uma adequada gestão do processo de projetos pode significar uma redução de 6% do custo direto das obras.

Sabattini (1989) propõe dois níveis para a racionalização dos recursos em uma construção: um para o setor e outro para as técnicas construtivas, definindo a racionalização construtiva como

“um processo composto por um conjunto de ações que tenham como objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas suas fases”.

Planos de ataque, distribuição de materiais, localização de canteiro e acessibilidade devem ser analisadas juntamente com o anteprojeto e projeto, pois qualquer interferência entre esses fatores pode ocasionar perda de tempo de utilização da mão de obra direta, o que, conseqüentemente, afeta a área de recursos (custo).

Griffith e Sidwell(1995) definem “construtibilidade” no projeto como a

“consideração detalhada dos elementos de projeto para atender os requerimentos técnicos e financeiros do empreendimento, considerando quando possível a relação projeto-construção para melhorar a efetividade do projeto e com isto subsidiar o processo de construção no canteiro”.

A coordenação de projetos pode ser definida como um processo que compreende a organização das etapas do projeto, a análise, o controle e a compatibilização das soluções técnicas, a elaboração de projetos executivos e o acompanhamento do desenvolvimento desses.

Nesse contexto geral, pode-se, então, afirmar que a aplicação do conceito de “construtibilidade” está implicitamente inserida dentro da coordenação de projetos com vistas a um sistema de gestão da qualidade, sendo o objetivo específico da “construtibilidade” racionalizar os recursos para melhorar o desempenho do empreendimento. (Rodríguez e Heineck, 2001)

Apenas com o projeto arquitetônico em mãos, é possível, na fase do anteprojeto do empreendimento, fazer um estudo de viabilidade, pois as especificações técnicas e acabamentos podem ser definidos de acordo com a viabilidade do empreendimento. Em geral, nos empreendimentos, os projetos de estrutura e instalações são, normalmente, semelhantes (60% do valor do empreendimento), portanto podem ser feitos após a confirmação da viabilidade do empreendimento.

## **5.2 Orçamento**

Segundo Anthony (1965), a orçamentação, fase posterior ao planejamento do projeto, envolve a transposição dos programas em atividades a serem executadas pelos centros de responsabilidade. É essencialmente um processo de negociação, em que os gerentes responsáveis pelos centros de responsabilidade discutem o nível de recursos necessários para as atividades a serem desenvolvidas e os produtos a serem gerados, devendo a discussão ser delimitada pela estrutura programática da organização. Um bom orçamento é feito com base no detalhamento das atividades com o conhecimento do projeto. Já na década de 60 do século passado, discutia-se a veemente necessidade de se entender o projeto, adequando-o ao orçamento, e nota-

se que tal discussão é, ainda, imprescindível nos dias atuais, dado o insucesso de tantos empreendimentos atribuído à inobservância desses ensinamentos.

Para a obtenção de um produto final de boa qualidade na execução de um projeto, a incorporadora deve seguir um passo a passo, conhecer suas possibilidades e limitações técnicas e saber aliar materiais e sistemas construtivos.

O orçamento é uma das primeiras informações de interesse do empreendedor no estudo de determinado projeto, tenha o empreendimento fins lucrativos, ou não, pois a construção implica gastos consideráveis, por isso eles devem ser determinados no estudo da viabilidade do projeto. Para a elaboração do orçamento e o devido atendimento e acompanhamento orçamentário, é necessário analisar cada pequeno item, contar com uma composição planejada, que respeite a cultura da empresa construtora, seus procedimentos, capacidade financeira e organizacional.

A estimativa de custo embasa-se no levantamento quantitativo de materiais e de mão de obra (serviços), nas pesquisas de preços médios e nas aplicações de porcentagens calculadas, podendo ser efetuada na etapa de estudo preliminar. Entretanto, para um orçamento detalhado, é necessário que se analise, no momento da execução do empreendimento, o dimensionamento ótimo das equipes, para que seja possível obter boa produtividade.

O orçamento analítico consiste na avaliação de custo com as informações obtidas por meio de levantamentos quantitativos de materiais, serviços e da composição de preços unitários que são efetuados na etapa executiva.

Segundo Vieira Netto (1988), a preparação do orçamento deve obedecer a algumas regras básicas, a fim de que este seja, realmente, um instrumento de controle administrativo e de avaliação de desempenho entre o previsto e o realizado.

Para o dimensionamento dos recursos de uma obra, é necessário ter o conhecimento do início e do fim das atividades e dos índices de produtividade dos serviços. Os índices podem ser encontrados na tabela de composição de preços para

orçamentos (TCPO). Segundo Vieira Netto (1988), devem-se considerar os índices de mão de obra, de consumo de materiais, produtividade dos equipamentos e cronograma físico.

O orçamento e o planejamento devem estar em sintonia para que as metas não sejam absurdas. Normalmente, um orçamento bem elaborado é usado pela equipe de planejamento para a realização das metas, devendo os índices ser bem aproximados. Ainda segundo o citado autor, o orçamento deve ter por base objetivos que possam ser alcançados, e sua elaboração deve ter ampla participação, de modo que todos os profissionais envolvidos no orçamento sejam informados a respeito das metas estabelecidas.

Para a elaboração de um orçamento, é necessário desenvolver, além do cálculo dos custos, uma série de tarefas sucessivas e ordenadas, que requerem uma abordagem individualizada. Necessidade de canteiro, serviços gerais, custos indiretos, treinamentos, *marketing* são os elementos que fazem a diferença em uma obra, embora não seja possível o dimensionamento de uma conta exata ou de índices de retorno, o que se denomina de resultados intangíveis, ou seja, resultados visíveis, porém não calculados.

Além da análise e interpretação de um projeto como um todo, é indispensável decompor os projetos específicos, como os de arquitetura, de instalações, de estrutura, de fundações entre outros, bem como especificá-los e analisá-los para que se extraiam os dados que irão compor o orçamento.

De modo análogo, para relacionar todos os itens e subitens dos serviços, é preciso conhecer a discriminação orçamentária e comparar os serviços a executar com os já discriminados, a fim de se obter uma relação completa.

Na composição de custos unitários, é necessário conhecer os insumos, tais como materiais, mão de obra e encargos sociais, e também os benefícios e despesas indiretas.

O responsável pela área de custo deve controlar o orçamento, fazendo disso uma rotina indispensável, sendo essenciais para a obtenção de um ótimo acompanhamento na área de custo de um empreendimento as seguintes:

- **Análise de viabilidade econômico-financeira do empreendimento** – realizada ainda com o anteprojeto em mãos, consiste no estudo de dados básicos relativos a local, clientes, vizinhança entre outros. Essa análise, primordial para o lançamento do produto do empreendimento, corresponde à fase em que se define o que irá ser construído;
- **Levantamento de materiais e de serviços** – com os projetos e cadernos técnicos em mãos, deve-se proceder aos levantamentos quantitativos de materiais e à análise da mão de obra. A análise de serviço deve ser criteriosa, pois, conforme a dimensão do efetivo e da logística de canteiro, é possível obter alta produtividade;
- **Levantamento do número de operários para cada etapa de serviços** – o dimensionamento de equipe é a parte mais desafiadora do estudo de custo de um empreendimento. Normalmente, usam-se obras parecidas como referência de estudo, porém, como o estudo é feito a partir do trabalho realizado pelos colaboradores, em locais e tempos diferentes, esse levantamento, embasado em variável humana, nunca é exato, sendo necessário que cada empreendimento calcule seus próprios índices e seu quantitativo de mão de obra;
- **Cronograma físico ou de execução da obra e cronograma financeiro** – os responsáveis pelas áreas de planejamento e orçamento devem acompanhar a execução do projeto para que se possam obter informações sobre o desenvolvimento do empreendimento. Quanto mais detalhados o orçamento e o planejamento e maior o tempo de atualização das informações, melhor o acompanhamento. Um bom acompanhamento implica uma tomada de decisões mais rápida, o que evita eventuais atrasos ou desvios de custos;

- **Acompanhamento sistemático da aplicação de mão de obra e materiais para cada etapa de serviço** – o acompanhamento diário de aplicação da mão de obra é de responsabilidade da área de produção, ao passo que o acompanhamento mensal e a análise de desvio de custo são de responsabilidade da equipe de custo;
- **Controle da execução da obra** – na execução da obra, qualquer desvio ou execução não planejada pode gerar desvio no custo e no cronograma da obra, por isso é necessário sempre estar analisando o que deve ser feito e quando deve ser feito.

Elaborar um orçamento é controlar os custos e tarefas sérias, que podem resultar em lucro ou prejuízo para a empresa.

O orçamento deve estar claramente integrado à elaboração do planejamento estratégico da empresa. Apesar da importância desta integração, Kaplan e Norton afirmam que

“pesquisas apontam que muitas empresas elaboram orçamentos desconectados da formulação estratégica. Aduzem que a separação destas atividades faz com que o foco de controle das organizações se concentre na consecução de metas de curto prazo”. (2001, p. 288)

Um orçamento bem elaborado decorre do conhecimento da execução de cada serviço. As informações de índices são retiradas do TCPO (Ed. Pini), porém a necessidade do conhecimento das formações das equipes surge da experiência e do conhecimento do tipo de projeto. A forma de composição da equipe, com oficiais e ajudantes, por exemplo, conforme a logística do empreendimento, pode implicar a melhoria dos índices de produtividade.

### 5.3 Cronograma de obra

O cronograma de obra consiste na organização sequencial dos serviços, dentro dos prazos estipulados para o início e o fim das atividades, e dos custos.

O cronograma contempla a duração, que pode ser calculada ou estimada, de todos os principais serviços do empreendimento. Por meio desse cálculo, é possível visualizar o prazo final da construção e os seus caminhos críticos (Chagas, 2008).

Para realizar o cálculo da duração das atividades do cronograma, devem-se definir, para cada quantidade e tipo de serviço a executar, uma característica baseada nos números de horas trabalhadas por dia e a produtividade das equipes em cada serviço (Chagas, 2008).

Existem ferramentas que auxiliam os cálculos dos prazos das obras, como o *Microsoft (MS) Project* e o PERT/CPM (*program evaluation and review technique /critical path method*). O *Microsoft project* é uma ferramenta computacional que auxilia a gestão de projetos. Com informações básicas como data, produtividade, calendário e custos, é possível gerar caminhos críticos e gráficos de Gantt (gráficos de barra). O MS Project é uma ferramenta facilitadora, que pode ser utilizada para o planejamento e acompanhamento das atividades. Os PERT/CPM, programas independentes, envolvem técnica de avaliação e revisão (PERT), e método do caminho crítico (CPM). A diferença entre os dois é que o PERT estimula a duração de cada serviço, baseando-se simplesmente em um nível de custo, e o CPM faz a relação da duração com o custo, na qual provém uma diversidade de durações para cada serviço. Como possuem grande semelhança, os termos são utilizados juntos como ferramenta no gerenciamento de projetos (Prado, 2010).

Segundo Boiteux (1979), o PERT é utilizado em relação ao fator tempo, e o CPM, ao fator custo.

Segundo Cukierman (1977), a utilização do PERT/CPM em projetos de construção permite uma visão de totalidade do empreendimento, identifica as fases iniciais e as finais dos serviços, de acordo com a relação entre eles, estabelece um sistema de comunicação que abastece e permite à administração decidir, em função

dos dados e informações que convergem de diversos setores, sobre o andamento da obra. Segundo o autor, a utilização dessa ferramenta interdisciplinar e de comunicação visa à chamada regra dos 5 Ps (política, *performance*, prazo, preço e perigo).

#### **5.4 Planejamento de obra**

O planejamento abrange o estudo e o acompanhamento da obra. Como observa Vieira Netto (1988), o gerenciamento (planejamento) tem como objetivo principal assegurar o cumprimento de todas as metas, o que requer a elaboração de uma sequência interativa, visando-se à otimização dos resultados por meio do ajuste de folgas (*legs*) entre os serviços e a correção dos caminhos críticos.

O *Construction Industry Institute* (*apud* Griffith e Sidwell, 1995) define construtibilidade como

“o uso ótimo do conhecimento e da experiência em construção no planejamento, projeto, contratação e trabalho no canteiro, para atingir os objetivos globais do empreendimento”. (1995)

Segundo Koskela (2000), existe, na construção civil, o mau hábito de se dizer que obra não atende prazos. Esse costume, surgido do sentimento de incerteza de determinadas empresas em relação aos prazos, gera características intrínsecas no processo produtivo. O grande número de insumos e de intervenientes no processo de produção, a variabilidade do produto e das condições locais, o ritmo da mão de obra e a falta de domínio das empresas sobre seus processos, bem como a vulnerabilidade associada a fatores climáticos fazem com que empresas mal preparadas atrasem os projetos.

Nesse contexto, pesquisas demonstram a importância do planejamento e controle da produção (PCP) no ambiente da construção civil (Soilbelman, 1993;

Formoso *et al.*, 1999; Oliveira, 2000; Bernardes, 2001; Gonzalez, 2002; Hernandez, 2002 e Soares, 2003). Percebe-se, nesses estudos, que, em muitas empresas, o planejamento é realizado de maneira informal, o que prejudica a consistência e a eficácia desses planos, dada a negligência em relação às características do setor.

Em função desse ambiente incerto e variável, destaca-se a necessidade de execução de planejamentos que considerem tais aspectos e procurem reduzi-los ou controlá-los. Diversos estudos foram realizados com esse objetivo (Ballard, 1994, 1999, 2000; Assumpção, 1996; Formoso *et al.*, 1999; Bernardes, 2001).

Ballard (2000) busca minimizar os efeitos da variabilidade e incerteza por meio da concepção de um sistema de controle de produção — *last planner system* —, no qual é estabelecida uma cadeia hierárquica de planejadores, em que o último (*lastplanner*) atua diretamente na determinação do plano operacional, de modo a garantir a execução das atividades programadas. No entanto, os estudos supracitados realizados por Ballard intensificam suas análises no desenvolvimento das atividades no nível operacional, avaliando o desempenho desse nível de planejamento, identificando e analisando as raízes das causas de falhas nesse processo. Dessa maneira, pode-se afirmar que, embora faça parte da hierarquia de planejamento, o plano de longo prazo não é abordado de modo a considerar possibilidades de melhorias nessa etapa.

Assumpção (1996) formula um modelo para planejamento estratégico de edifícios em que são realizadas simulações com alterações de sequências e ritmos de serviços, concentrando-se o objetivo básico no ajustamento do fluxo de caixa do empreendimento com vistas à redução dos investimentos durante o período de produção.

Trabalhos realizados por Formoso *et al.* (1999) e Bernardes (2001) procuram mostrar como as empresas de construção civil podem desenvolver seus sistemas de PCP (Planejamento e Controle de Produção), empregando conceitos e princípios da denominada construção enxuta.

Bernardes e Formoso (2002) afirmam que a redução de perdas na produção pode ser obtida por meio de trabalhos que contemplem as inovações gerenciais propostas pela construção enxuta. Soares (2003) concorda e afirma que “o processo de PCP tem um papel importante na aplicação dos novos conceitos de gestão da produção”.

No modelo de PCP apresentado por Bernardes (2001), são propostas três etapas básicas indispensáveis à implantação do planejamento: preparação do processo, PCP propriamente dito e avaliação do processo. Esse autor reconhece as incertezas envolvidas no ambiente da construção civil e propõe, para lidar com essa particularidade, a divisão do processo de PCP em diferentes níveis hierárquicos, ou seja, longo, médio e curto prazos.

No entanto, Akkari (2003) destaca a dificuldade na operacionalização da hierarquização do sistema de PCP e assinala a falta de integração entre os níveis como uma das barreiras à eficácia desse processo. A mesma autora enfatiza a importância do plano de ataque da obra nesse contexto e salienta que o plano deve ser analisado juntamente com a gerência de produção, por intermédio de ferramentas que favoreçam a transparência nas análises dos processos. Segundo a autora, a formulação inadequada do planejamento de longo prazo, ou seja, o planejamento que desconsidera os requisitos da gerência de produção dificulta à utilização do plano dado a necessidade da reformulação constante de seu conteúdo.

Kern (2004) demonstra que o sistema de produção pode ser baseado em modelos de simulação, por meio do uso das curvas de agregação, com vistas a avaliar o comportamento do empreendimento em face de diferentes estratégias de execução ao longo do seu desenvolvimento.

Schramm (2004) também reconhece as incertezas e variabilidades presentes no processo produtivo e procura reduzi-las por meio do desenvolvimento de estudos sobre o projeto do sistema de produção (PSP), cujos objetivos são a busca de melhorias na gestão da obra e a criação de condições para o controle. Entre as

definições que fazem parte do PSP proposto por esse autor, destaca-se novamente a importância da determinação da estratégia de ataque à obra, com os objetivos de promover a sincronização entre os processos e a manutenção de um fluxo de trabalho contínuo, ambos alcançados por meio de estudos de sequência e trajetória das equipes de produção. O termo estratégia de ataque (Bernardes, 2001), de produção ou de execução (Schramm, 2004) deve ser entendido de forma similar ao termo plano de ataque (Assumpção, 1996), visto que ambos possuem foco na definição dos fluxos de trabalho.

Estudos realizados por Bulhões *et al.* (2003) e; Bulhões e Formoso (2004) ressaltam a importância do esforço gerencial na preparação do plano de longo prazo, em especial na etapa referente à definição da estratégia de produção da obra.

No entanto, ao mesmo tempo em que são reconhecidas a influência e a importância do plano de ataque para a eficácia do planejamento de longo prazo dos empreendimentos, ressalta-se a escassez de estudos que aprofundem suas análises nessa fase do processo de planejamento. (Bulhões *et al.* (2003) e; Bulhões e Formoso (2004)

Para a operacionalização da elaboração do plano de ataque, é preciso recorrer à utilização de técnicas que favoreçam a transparência nas análises dos processos (AKKARI, 2003). As linhas de balanço aparecem nesse cenário como uma ferramenta gerencial importante, visto que fornecem parâmetros importantes para o gerenciamento dos processos de produção.

Pesquisas recentes (Bulhões *et al.*, 2003 e 2005; Bulhões e Formoso, 2004; Costa *et al.*, 2004; Schramm, 2004) comprovam o impacto positivo da explicitação dos planos por meio de gráficos. Esses estudos reconhecem a eficácia da linha de balanço como ferramenta de representação das estratégias de produção.

Segundo Vieira Netto (1988), não é possível planejar programas e executá-los sem acompanhamento. Portanto o acompanhamento deve estar voltado para os resultados, sendo uma ferramenta indispensável para o projeto.

De acordo com Laufer e Tucker (1987), o planejamento é um processo de tomada de decisão com o objetivo de idealizar o futuro desejado e elaborar formas de alcançá-lo. Sua função é planejar as atividades que devem ser realizadas ao longo do tempo do projeto, ou seja, sua sequência, duração, procedimentos de execução, equipes necessárias para a execução e recursos estimados.

Ohno (1997) faz uma analogia entre o planejamento e controle da produção com a coluna vertebral do corpo humano, afirmando que o departamento de planejamento e controle é o centro do sistema de produção, pois é quem determina seu presente e futuro através do preestabelecimento de planos e metas.

Segundo Araújo e Meira (1997), para uma organização atingir o objetivo de máxima eficiência, ela deve investir no planejamento racional de seus recursos financeiros e físicos e, assim, dimensioná-los corretamente e em concordância com os custos e os prazos previstos, sob pena de a empresa quantificar erroneamente a mão-de-obra e materiais, o que pode ocasionar atrasos, interrupções na produção e custos adicionais. Segundos os autores, na construção civil, são especialmente importantes os custos diretos e indiretos. Os custos diretos, oriundos da aquisição de suprimentos em geral para a obra, mão-de-obra para a produção, equipamentos, máquinas, entre outros, dependem diretamente da quantidade de serviço a ser executada na obra. Já os indiretos, que independem da quantidade de serviços, são os custos para administrar a obra, custos de projetos como estudos de viabilidade, custo de construção e mobilização de canteiro, entre outros. Assim, consoante observam os autores, à medida que uma obra é bem planejada e controlada, evitam-se gastos adicionais durante a execução ou até mesmo ocorre a diminuição dos gastos previstos, indiretos ou diretos.

Outra característica da construção civil que requer que o empreendimento seja bem planejado e controlado, conforme salientam Alves et al. (2007), é a inexistência de postos fixos de trabalho, o que obriga os trabalhadores a se deslocarem dentro da obra. O planejamento nesse aspecto é importante porque possibilita antever

congestionamentos nos locais dos serviços e fornecer segurança às equipes durante a execução dos serviços.

Laufer e Tucker (1987) afirmam que o planejamento é um processo composto por estágios, cada um deles abrangendo objetivos específicos. Para se criar um ciclo de planejamento, é necessário seguir os seguintes passos:

- Levantamento de informações – momento em que ocorre o levantamento de todas as informações necessárias para a execução do planejamento (pranchas dos projetos, especificações técnicas, recursos e equipamentos necessários, índices de produtividade, metas da alta direção ou clientes, entre outros);
- Planos de ataque – etapa em que se determina o plano da obra de acordo com a logística do canteiro, as técnicas de programação escolhidas no planejamento do processo de planejamento e a elaboração das metas de planejamento;
- Distribuição das metas – fase em que se distribuem os planos aos envolvidos, devendo-se evitar tanto o excesso dos dados quanto sua escassez, de modo a prover apenas os dados necessários a cada nível gerencial e em formato adequado;
- Ação – fase em que os colaboradores, tendo recebido as informações necessárias, realizam ações com o intuito de cumprir as metas preestabelecidas;
- Avaliação do processo de planejamento – momento em que todo o processo de planejamento e controle da produção é analisado com vistas à sua melhoria e à sua aplicação em futuros empreendimentos;

Bernardes (2001) afirma a importância dos processos por etapas de planejamento para o alcance de maior transparência na implantação do planejamento e controle da produção, por meio do detalhamento das suas etapas constituintes, ou seja, quanto mais detalhado o planejamento, mais completa e precisa será a obra.

## 5.5 Sistema de comunicação e gerenciamento

Em um empreendimento da construção civil, as decisões gerenciais são tomadas por meio de informações de avanço físico e avanço financeiro colhidas no canteiro de obras. Portanto, para a boa gestão do empreendimento, é necessário que as informações sejam precisas, atualizadas e confiáveis. (Vieira Netto 1988),

O sistema de comunicação mais antigo e eficiente é o visual, por isso, quanto mais bem exemplificada visualmente a informação, e, se possível, com a utilização de cores variadas, maior será a possibilidade de seu entendimento.

Segundo Farina (2005), o visual, a imagem e a fotografia não teriam o mesmo apelo senão pela cor. O homem se entregou às cores desde o começo de sua história, os chineses e os egípcios sentiam na cor um profundo sentido psicológico. Cada cor pertencia a uma representação simbólica e o homem fazia ligação entre as cores e os deuses, ou seja, as cores eram uma necessidade psicológica e não meramente estética. Segundo a autora,

“as cores são muito importantes em nossa vida, pois elas definem ações e comportamentos. Elas provocam reações corporais e psíquicas, atraem e avisam.” (2005: 206)

Perles (2007) reconhece que

*“há cerca de 3.000 anos a.C, os egípcios representavam aspectos de sua cultura por meio de desenhos e gravuras colocados nas casas, edifícios e câmaras mortuárias. Os signos sonoros e visuais, como o tantã, o berrante, o gongo e os sinais de fumaça, foram os primeiros a serem utilizados pelo homem a fim de vencer a distância.” (2007)*

Segundo Vieira Netto (1988), a instalação de adequado sistema de comunicação, o mais confiável possível, tem como principal objetivo promover a obra de meio de comunicação que permita decisões e providências rápidas junto ao apoio logístico. O autor afirma que, para o empreendimento obter um resultado organizacional máximo, é necessária a descentralização do comando. A delegação, que consiste na distribuição de tarefas com acompanhamento, controle e orientação, é a mais importante de todas as atividades administrativas.

Como cita Norberto Odebrecht, no Livro de Teoria Empresarial, cada um é dono do seu próprio negócio dentro do projeto, o que possibilita a delegação de funções e a cobrança de resultados e informações.

## **5.6 Lean Construction (Construção Enxuta)**

Segundo Ohno (1997) o sistema Toyota de produção (STP), sustentado por dois pilares — o *just-in-time* (JIT) e a automação —, mudou os paradigmas da administração da produção, trazendo à tona ideias simples e inovadoras baseadas em um objetivo comum: aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios.

Conforme argumenta Ghinato (1996), o STP ganhou notoriedade nos meios acadêmicos e industriais de todo o mundo, sobretudo em função da repercussão do JIT sobre os métodos de gerenciamento da produção. Apesar da inquestionável contribuição do JIT como método de gestão da produção, interpretar o STP essencialmente como JIT limita sua verdadeira abrangência e potencialidade.

Nesse sentido, torna-se fundamental demonstrar que a automação ocupa uma posição extremamente importante para o funcionamento do STP.

Denominada por Ohno (1997) como uma das bases do STP, a automação — automação com um toque humano —, é essencial para o funcionamento do STP,

pois mantém uma estreita relação com o princípio fundamental da redução de custos por meio da eliminação de perdas (Ghinato, 1996).

Ohno (1997) argumenta que a implantação da autonomia está a cargo dos gerentes e supervisores de cada área de produção. Nesse sistema, os trabalhadores interrompem a produção caso apareça qualquer anormalidade, sendo imediatamente o problema compreendido pelo grupo, o que torna possível a melhoria contínua do processo.

Ghinato (1995) afirma que

*“a prevenção da reincidência de deficiências (falhas) no processo, através da ação direta na causa fundamental é a essência da função monitoramento para manutenção da qualidade”.*

Womack *et al.* (1992) citam como aspectos organizacionais realmente importantes de uma fábrica enxuta a transferência do máximo de tarefas e a responsabilidade, que agregam valor aos trabalhadores, e a sistematização da detecção de defeitos, que rapidamente relaciona cada problema à sua causa.

## **5.7 Gerenciamento e gestão da qualidade**

O modelo de certificação de sistemas de gestão da qualidade mais difundido ao redor do mundo é a padronização baseada na norma ISO 9000, estabelecida pela organização não governamental International Organization for Standardization, com o objetivo de promover o desenvolvimento de normas internacionais (Alves, 2001).

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é responsável pela tradução da ISO 9000, através do CB - 25 – Comitê Brasileiro da Qualidade. O CB-25 tem como objetivo produzir e disseminar as normas de sistemas de gestão da qualidade e garantia da qualidade e de avaliação da conformidade e suas técnicas

correlatas, observando as condições atuais de integração econômica internacional e contribuindo para a capacitação tecnológica brasileira.

A primeira versão da ISO 9000, surgida em 1987, foi traduzida pela ABNT em 1990. A série NBR ISO 9000:1990 passou por uma pequena revisão em 1994. A versão de 1994, assim como a versão anterior, não trata de especificações de produtos, consistindo em normas sistêmicas que estabelecem os elementos do sistema de gestão e da garantia da qualidade a serem consideradas pelas empresas (Paula, 2004).

Desse modo, a certificação consiste na obtenção de um certificado que atesta a conformidade do sistema da qualidade implantado por uma determinada organização com relação aos requisitos expressos na norma. Assim, a ISO 9000 busca a garantia da qualidade dos produtos e serviços a partir da garantia da qualidade dos processos que os produzem (Paladini, 2002).

Muitos pesquisadores, acadêmicos e profissionais se questionam sobre os benefícios que a certificação de sistemas de gestão da qualidade tem gerado para as organizações, uma vez que existe uma grande distância entre a gestão da qualidade e a mera normalização. Há dúvidas quanto ao grau de melhoria que a implantação da norma ISO 9000 produz nas organizações, ou seja, questiona-se até que ponto a certificação auxilia na evolução das empresas, não somente no que diz respeito a aspectos relacionados à qualidade, mas também no que se refere à realização de negócios e à ação de seus clientes (BATTISTUZZO, 2000).

De acordo com esse autor, os requisitos da ISO 9000, por ser um conjunto de boas práticas gerenciais, deveriam ser utilizados pelas organizações como um mecanismo básico de prevenção de problemas. No entanto, ele observa que, em geral, não se realiza adequadamente um planejamento da qualidade, não se verifica a capacidade do processo, não se avaliam os requisitos dos clientes e não se registram todos os problemas para não criar desavenças com clientes e auditores. Assim, o sistema não cumpre sua principal função, que é proporcionar a melhoria

contínua da qualidade.

Desse modo, há uma preocupação com o sistema de gerenciamento e melhoria da empresa como um todo, no sentido de estimular a comunicação e retroalimentação.(PAULA, 2004).

Assim, a nova versão enfoca a abordagem de processos

“para o desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia de um SGQ (Sistema de Gestão da Qualidade) para aumentar a satisfação do cliente pelo atendimento aos requisitos do cliente” (ABNT, 2000, p. 2).

Observa-se que a certificação da ISSO 9000 é apenas uma parte da busca da melhoria da qualidade e da satisfação do cliente.

Souza (1997) aponta como benefícios advindos da implantação de SGQ a padronização dos processos empresariais; a integração da cadeia de fornecedores e clientes internos; a informatização da empresa; a obtenção de ganhos de qualidade; a redução de custos nos seus produtos e processos, sejam eles comerciais, técnicos, financeiros, administrativos ou de produção.

A ausência de informações necessárias para o gerenciamento e operacionalização dos processos é um problema. Conforme Souza e Mekbekian (1995), a cultura de centralização e autoritarismo do setor da construção civil é a causa da falta de informações que ocorre em todos os níveis hierárquicos. A inexistência de uma sistemática de controle e retroalimentação, segundo Reis e Melhado (1998), colaboram para essa deficiência. Esses autores identificam como dificuldade a ineficiência do sistema de informação e comunicação, além do pouco uso de procedimentos documentados e afirmam que o funcionamento dos sistemas é afetado pela indefinição de objetivos e metas de longo prazo e pela descontinuidade das ações de melhoria da qualidade.

Melhado (1998) salienta que muitas construtoras terceirizam parte ou a

totalidade dos serviços de execução e, em geral, o subempreiteiro se preocupa com a produtividade em detrimento da qualidade dos serviços e desperdícios gerados. A falta de comprometimento da mão de obra terceirizada com os procedimentos adotados pela construtora, além da dificuldade de integração entre as equipes responsáveis por serviços que apresentam relações de dependência, estão entre as dificuldades enfrentadas.

Oliveira (2000) também relata problemas relacionados à mão de obra, como a dificuldade de entendimento de informações, de apresentação da qualidade final esperada e do uso de novas técnicas construtivas, o que leva a erros e, como consequência, a retrabalho e desperdício. A autora justifica que o setor da construção civil possui a função social de absorver grande quantidade de mão de obra não especializada e de baixa escolaridade.

Souza e Mekbekian (1995) observam que existe uma ansiedade por resultados imediatos e resistência contra processos novos, o que acaba gerando frustrações nos envolvidos na implantação de um sistema, uma vez que se leva algum tempo para a apresentação dos resultados. Os primeiros resultados são pequenos, mas a soma de pequenos resultados, segundo observam os autores, traz melhorias para a empresa.

Souza (1997) aponta dificuldades que as construtoras enfrentam em decorrência da elaboração e do controle dos procedimentos padronizados e do treinamento, além de aspectos comportamentais dos envolvidos. Outra dificuldade está relacionada com a retroalimentação de sistemas, devido à falta de ações sistemáticas para a coleta e a análise dos dados de assistência técnica e avaliação pós-ocupação, além da falta de indicadores da qualidade e produtividade.

## **5.8 BIM como auxílio na construção enxuta**

Originado das pesquisas desenvolvidas por Chuck Eastman (2008), o conceito

de *building information modeling* (BIM) é definido como uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos da construção. Segundo Ruschel (2010), a tecnologia BIM vem despontando como um novo paradigma. Entre as possibilidades do sistema BIM, as que despertam maior interesse são as tecnologias de processo de projeto, fazendo com que o BIM não seja apenas uma forma de representação posterior às atividades de criação, mas parte integrante do processo e dinâmica do projetar.

A modelagem paramétrica é uma representação computacional orientada a objetos aos quais são inseridos atributos fixos e variáveis. Estes atributos são informações relativas às diversas características dos objetos. Os atributos fixos são definidos a partir de propriedades como forma, desempenho, custo, construtibilidade, entre outros, e os atributos variáveis são estabelecidos a partir de parâmetros e regras de forma que os objetos possam ser automaticamente ajustados conforme o controle do usuário ou mudança de contexto (EASTMAN *et al*, 2008). A variedade e a qualidade destas regras vão determinar o nível de precisão da modelagem paramétrica (RUSCHEL *et al*, 2010)

A adoção do BIM para a construção — plataforma de modelagem de edificações em 3D — ainda não é amplamente difundida na construção civil. Apostando no potencial dessa tecnologia, pesquisadores de *lean construction* começaram a estudar como integrá-la na etapa de planejamento das obras. Na filosofia *lean*, há uma forte preocupação com a eficiência dos processos na cadeia de produção. A proposta é desenvolver o processo de elaboração de projetos em BIM para além da 'simples' modelagem tridimensional, incorporando a pouco explorada dimensão de tempo. Segundo os pesquisadores, o BIM pode ser uma ferramenta útil na implantação dos princípios *lean*, já que facilita a visualização do andamento do projeto, ajudando no processo de planejamento e coordenação de atividades da obra. Téchne (2013)



## **6 MATERIAIS E METODOLOGIA DE TRABALHO**

### **6.1 Materiais**

Neste trabalho foram utilizados os projetos de arquitetura da obra do Jardins Mangueiral, para posterior acompanhamento dos serviços de acabamento. Assim como, canetas hidrocores e computador para o ajuste em planilha digital dos serviços mais eficientemente ordenados para fase de acabamento.

### **6.2 Metodologia**

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho baseou-se em projeto proposto no empreendimento Jardins Mangueiral, localizado em São Sebastião–DF. Inicialmente o projeto seria utilizado para o controle de informações de avanço físico, entretanto, após a análise da potencialidade do projeto, percebeu-se que essas informações poderiam tornar-se gerenciais.

As idéias para a elaboração do PROHAB foram desenvolvidas a partir do andamento da obra, que passou a ter uma demanda muito rápida de serviços, sendo necessário utilizar uma ferramenta que possibilitasse o agrupamento das informações de campo com maior celeridade.

Para o sucesso do programa, foi necessária a colaboração de todas as pessoas envolvidas no processo e sua conscientização acerca da importância da habitualidade das atualizações. Para garantir que todos os envolvidos no programa tivessem a mesma orientação, foi realizado um treinamento diário de, aproximadamente, 15 minutos com a equipe, durante uma semana, além de uma reunião geral.

Para o recolhimento das informações geradas, foi necessário destinar um local para as respectivas atualizações, que se locomovesse com a produção e servisse de central de reuniões de encarregados, de encarregados gerais e engenheiros de

produção. Esse local recebeu, no canteiro de obras, a denominação de central de mapas (Figura 6).

Para a padronização das atualizações, ferramenta imprescindível para o sucesso do programa, foram adotados os seguintes critérios:

- a- **Mapas por serviços:** mapa iniciado e mapa finalizado, que eram fixados nas paredes e organizados de acordo com sua sequência executiva. Cada encarregado devia preencher o mapa sob sua responsabilidade, registrando, no campo representativo do módulo correspondente às unidades de serviço, as datas relativas aos serviços realizados no canteiro. A Figura 7 apresenta a representação no mapa do serviço iniciado e concluído.

Figura 6 – Central de mapas



Fonte: Arquivo do Jardins Mangueiral (2013).

Figura 7 – Mapa representativo de serviço.



Fonte: Arquivo do Jardins Manguelral (2013).

- b- **Preenchimento dos mapas:** o encarregado devia preencher, em dois mapas, o campo representativo do módulo correspondente às unidades, anotando a data de entrada no mapa de início do serviço e a data de saída no mapa de término do serviço. A Figura 8 apresenta um encarregado preenchendo os mapas na obra.

Figura 8 – Encarregado preenchendo os mapas.



Fonte: Arquivo do Jardins Mangueiral (2013).

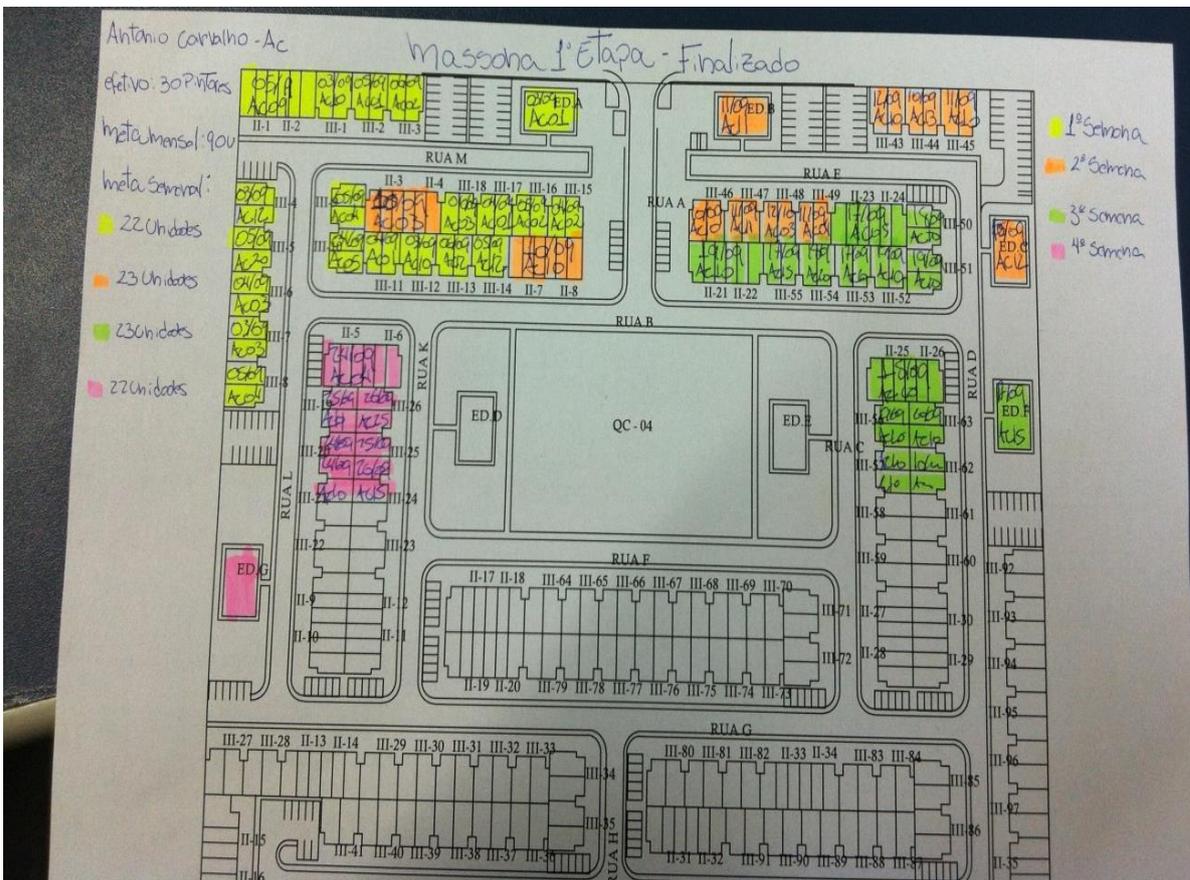
- c- **Organização das equipes:** o encarregado devia organizar suas equipes de serviço de acordo com a produtividade e identificá-las com uma sigla (para esse trabalho, foi designada a sigla JM, referente a Jardins Mangueiral), seguida de numeração. Se o encarregado tivesse, por exemplo, dez colaboradores e a produtividade do serviço fosse maior em duplas, deviam ser formadas cinco equipes, identificadas como JM01, JM02, JM03, JM04 e JM05. Essas siglas deviam ser escritas abaixo da data do módulo finalizado e, caso o módulo fosse realizado por uma subempreiteira, devia-se utilizar uma sigla que a representasse (por exemplo, empresa Panorama: PAN).
  
- d- **Utilização de cores:** como as metas dos serviços eram passadas a cada semana, eram utilizadas quatro canetas de cores diferentes para representar as quatro semanas do mês. Prestadas as informações referentes à data e às equipes



e- **registro da informação:** a engenharia passava para a produção a quantidade necessária de cada serviço para que a equipe pudesse obter produtividade. Assim, a produção inseria no mapa as informações mensais e dividia em semanas, para que a informação fosse disseminada entre os responsáveis pelo serviço e melhor visualizada para providências imediatas. A Figura 11 apresenta um mapa com todas as metas, o qual foi repassado para um encarregado acompanhar o andamento.

f-

Figura 11 – Mapa passado aos encarregados.



Fonte: Arquivo do Jardins Mangueiral (2013).

g- **responsável técnico:** foi designada uma pessoa responsável pela administração e organização da central de mapas (Figura 12).

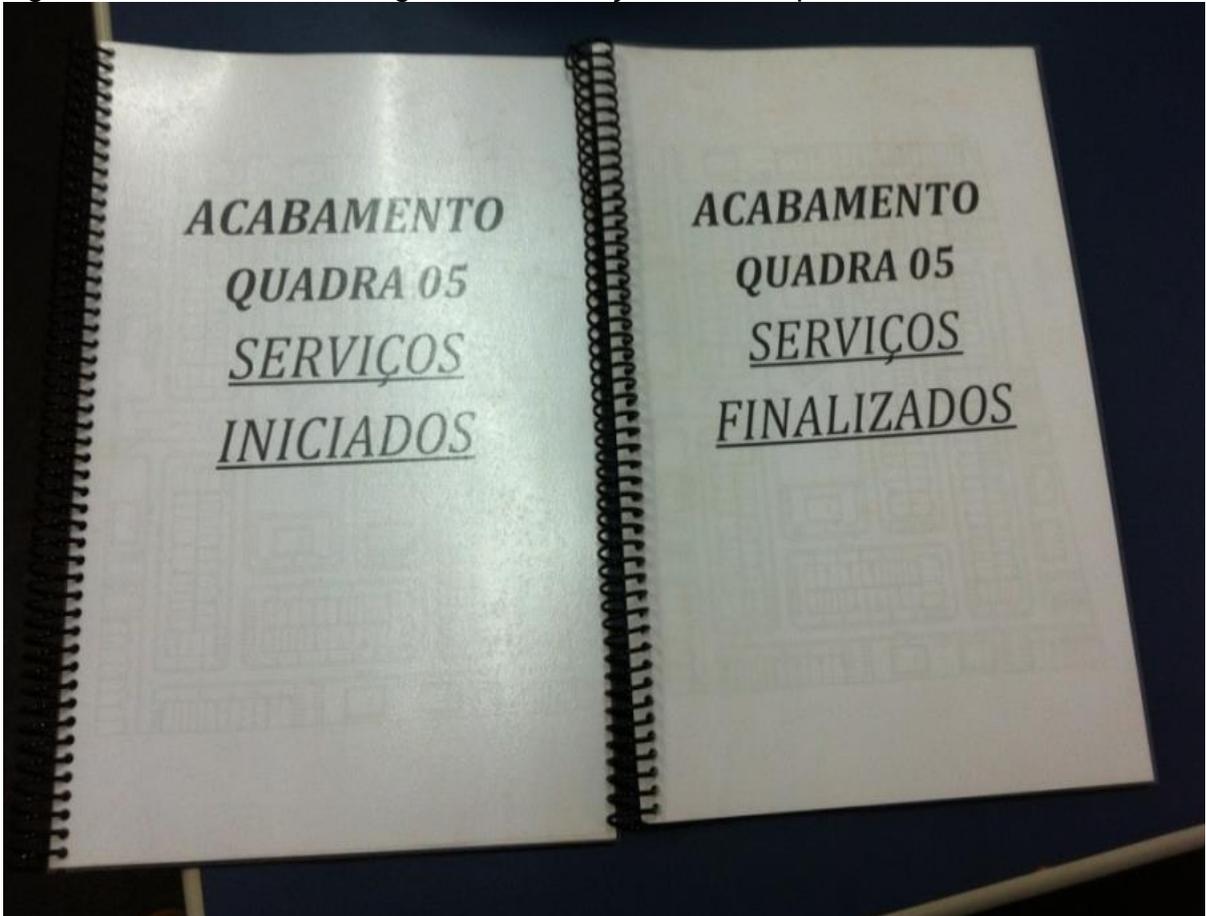
Figura 12 – Encarregados e Responsável técnico.



Fonte: Arquivo do Jardins Mangueiral (2013).

Para o agrupamento das informações, eram utilizados cadernos com as mesmas informações que constavam nos mapas fixados nas paredes da central de mapas, um caderno para o registro das informações relativas ao início dos serviços e outro para o registro das informações relativas ao término dos serviços; havia, ainda, um caderno de registro de ocorrências, onde os encarregados deviam registrar todos os acontecimentos que interferissem no andamento da obra (Figura 13).

Figura 13 – Cadernos de registro dos serviços de uma quadra.



Fonte: Arquivo do Jardins Mangueiral (2013).

Semanalmente, as informações registradas nos cadernos eram transferidas para uma planilha digital, que era separada de acordo com os serviços da obra, que deviam ser datados conforme o respectivo início e término. Os cálculos relativos ao avanço físico, ao incentivo à produtividade, às medições e análise da taxa da curva de aprendizado eram feitos automaticamente. Além desses dados, a planilha gerada na ferramenta computacional Excel apresentava um mapa, que era preenchido automaticamente com as cores correspondentes às estipuladas para representar as metas semanais. Uma das funções desse registro era a transformação da informação visual para a informação numérica. A planilha possibilitava também uma melhor

visualização, análise e conferência mais precisas das informações do campo tanto pela engenharia quanto pela produção.

As informações digitalizadas eram disponibilizadas ao setor de planejamento, que tinha a tarefa de desenvolver uma análise comparativa entre as metas estabelecidas para a conclusão da obra e o respectivo processo de execução. O resultado dessa análise era apresentado aos responsáveis pelos setores de produção e a seus líderes, todas as semanas, em reuniões. Caso houvesse alguma divergência entre as metas e o serviço realizado, eram exigidas explicações e discutidas propostas de solução para os problemas identificados.

## 7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 7.1 Apresentação dos Resultados

Inicialmente, cabe salientar que toda metodologia do trabalho configura uma apresentação de resultados do PROHAB, aplicado manualmente. Neste capítulo aborda-se os resultados automatizados.

A Figura 14 apresenta o mapa automatizado preenchido por meio da ferramenta computacional Excel, criada no PROHAB. Observa-se que o “mapa” da figura 13 refere-se à execução da estrutura de madeira que suporta as telhas das unidades realizadas pela subempreiteira Policarpo no período do dia 15/08/2013 a 14/09/2013.

Figura 14 – Mapa representativo da realização do serviço para a execução da medição



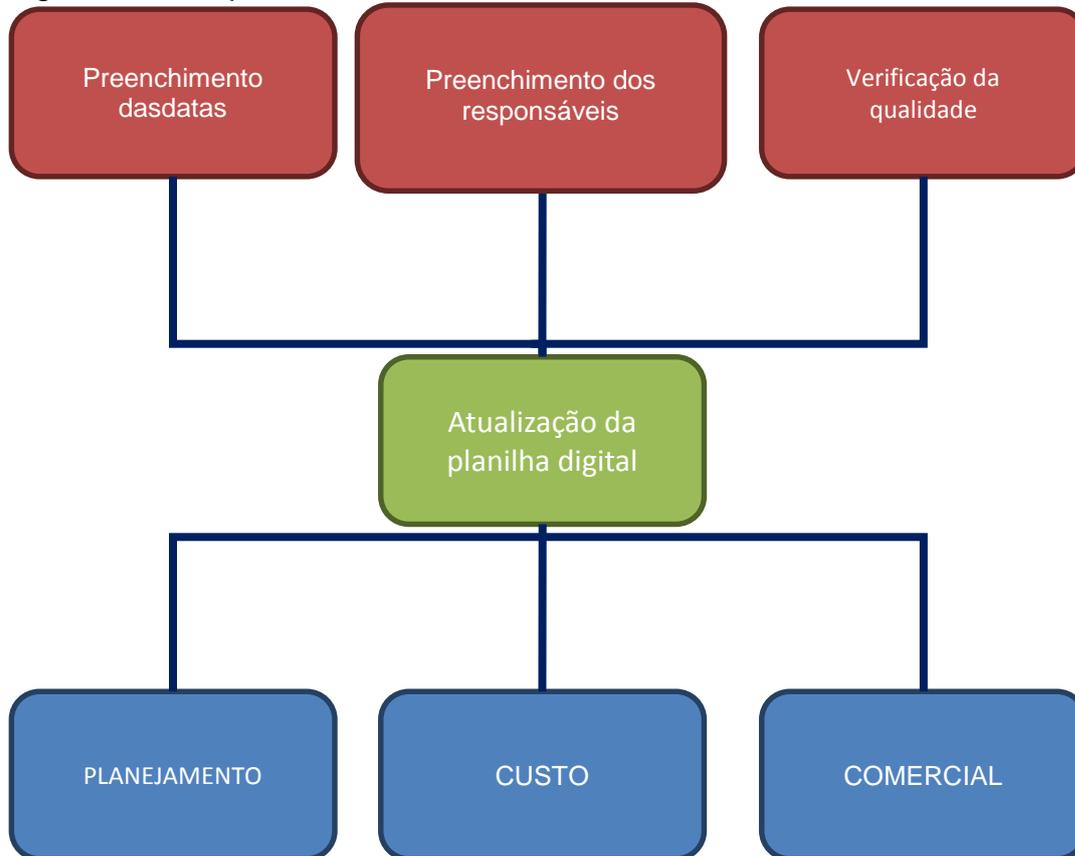
Fonte: Arquivo digital da PHOHAB (2013).

A planilha digital possibilitou a obtenção automática dos índices de produtividade, determinados a partir das datas de início e de término dos serviços, podendo-se verificar, analisar e comparar a curva de aprendizado das equipes. Assim

que se identificava discrepância de algum índice, era possível tomar atitudes imediatas para que o índice fosse melhorado. Por meio do conhecimento desse índice, foi possível planejar a necessidade e a distribuição de materiais no canteiro, bem como de ferramentas, máquinas e *kits*.

O setor responsável pela verificação da qualidade dos serviços também se utilizou dos recursos do PROHAB, procedendo à avaliação dos serviços por meio da ficha de verificação de serviço (FVS). Para que os encarregados tomassem conhecimento dessa avaliação, eram utilizados adesivos de cores diferentes, fixados, na central de mapas, sobre o campo que representativo do módulo das unidades; o adesivo verde representava a aprovação dos serviços da unidade e o vermelho, a reprovação desses serviços. Assim, foi possível visualizar o campo que representava unidades disponíveis para o início do serviço, bem como avaliar a qualidade da administração dos serviços e a quantidade de retrabalho. A figura representa o esquema que ilustra a cadeia de relações estabelecidas pelo PROHAB entre os setores envolvidos no processo produtivo.

Figura 15 – Esquema dos setores envolvidos na PROHAB automatizado.



### **I. Composição das equipes**

Para a obtenção dos resultados esperados na implantação do PROHAB, foi necessário garantir a disciplina dos encarregados no que se refere à atualização correta dos seus serviços, bem como destinar, para a organização das informações, uma pessoa para atuar na central de mapas e outra para alimentar a planilha.

### **II. Equipamentos, insumos e instalações envolvidas**

A central de mapas foi equipada com uma mesa, uma cadeira, bancos para reuniões de conscientização e material de almoxarifado (lápiz, borracha, tesoura, papel, canetas hidrocor de cores variadas, mapas), além de um bebedor e copos descartáveis

### **III. Problemas observados**

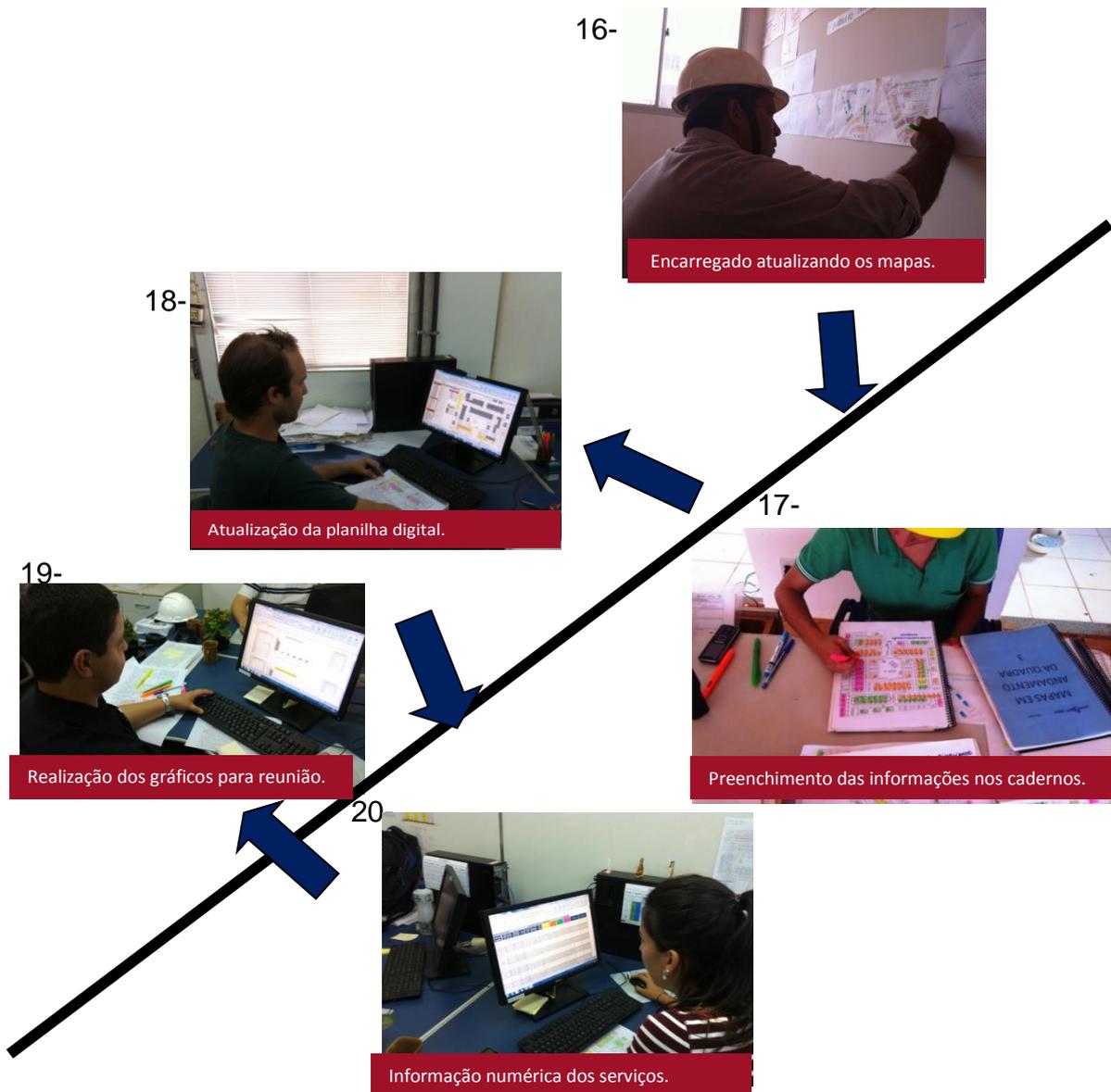
Um dos problemas identificados na implantação do projeto refere-se à confiabilidade das informações prestadas pelos encarregados. Observou-se que, ocasionalmente, as informações prestadas não correspondiam à realidade do serviço. Para sanar o problema, foram desenvolvidas avaliações periódicas acerca da organização e da veracidade nas informações transmitidas.

Outro problema observado diz respeito à falta de padronização de critérios de ponderação em serviços de longa terminabilidade.

#### IV. Desenhos construtivos

As figuras 16,17,18,19 e 20, a seguir, apresentam a logística da sequência do PROHAB.

Após o preenchimento pelo encarregado, as informações podem ser geradas em até uma hora.



Fonte: Arquivo do empreendimento Jardins Mangueiral (2013).

## V. Custos incorridos

Os custos relacionados ao PROHAB correspondem aos itens que compuseram a central de mapas bem como os relativos à admissão de duas pessoas, uma responsável pela organização das informações da central de mapas e outra, pela atualização da planilha digital.

## VI. Preenchimento da planilha digital

Os passos seguidos no preenchimento da planilha foram os seguintes:

- 1) Transferia-se para a planilha a data preenchida no caderno dos serviços iniciados no campo correspondente à linha do módulo e à coluna da data de início; imediatamente após o preenchimento da data, o módulo indicado no mapa situado ao lado da planilha era preenchido com a cor correspondente à data da semana;
- 2) Transferia-se para a planilha a data preenchida no caderno dos serviços finalizados no campo correspondente à linha do módulo e à coluna da data de término; imediatamente após o preenchimento da data, o módulo indicado no mapa situado ao lado da planilha era preenchido com linhas transversais, representativas da finalização dos serviços;
- 3) Registravam-se, na linha correspondente ao módulo e na coluna referente à equipe, as iniciais do nome do responsável pela execução do serviço;
- 4) No caso de o módulo não ter sido finalizado, fez-se necessário o registro de uma estimativa (em percentual) referente ao andamento da execução do serviço.

Após os procedimentos especificados acima, eram geradas as seguintes informações:

- a) Resumo de medida ( $m^2$ , m): abaixo do mapa situado ao lado da planilha, encontrava-se um quadro-resumo da medida realizada em determinado tempo;

- alterando-se a data, automaticamente a medida era proporcionalmente alterada; essas informações mostraram-se essenciais para a equipe de custo;
- b) Avanço físico: era gerado, em uma aba da planilha, resumo do avanço físico de todos os serviços registrados na planilha, ou seja, informações como quantidade acumulada de serviços, quantidade executada nas semanas e quantidade de módulos em andamento e de módulos concluídos;
  - c) Linha de balanço: ao lado de cada aba correspondente ao serviço executado, havia uma aba relacionada ao acompanhamento do serviço, na qual eram encontradas informações relativas à média diária de execução de cada módulo; com tais informações era possível gerar a linha de balanço do serviço;
  - d) Índice de serviço: abaixo da linha de balanço, era apresentada uma tabela com informações referentes à média da diferença entre as datas de término e de início do serviço;
  - e) Incentivo à produtividade: ao lado da tabela de índice de serviço, encontrava-se outra tabela, com o resumo da quantidade de módulos que cada uma das equipes ou subempreiteiros executaram; com tal informação era possível calcular o incentivo à produtividade;
  - f) Medições: o dia referente ao fechamento das medições correspondia, normalmente, ao décimo quinto dia de cada mês; para que a planilha pudesse representar por cores a execução do serviço referente a determinada medição, foi necessário alterar a data do calendário para o intervalo da medição.

O setor de planejamento encaminhava ao setor de produção a quantidade necessária de serviço que devia ser executada em cada mês, dividindo-a por semana, com vistas a garantir produtividade e a realização do serviço no prazo estipulado. O setor de produção anotava as informações semanais no mapa correspondente a cada serviço para que a informação fosse mais bem disseminada pelos responsáveis e mais bem visualizada. Tal providência favoreceu a imediata tomada de decisão.

As informações lançadas eram contabilizadas em números. Um módulo iniciado e finalizado na mesma semana era contado como 1. Um módulo só em andamento na semana era contado conforme a ponderação até o fechamento da semana. Por exemplo, 70% do módulo era representado como 0,7 módulo. As figuras 21 e 22 a seguir ilustram o modo de preenchimento inicial da planilha digital.

Figura 21 – Preenchimento em planilha digital da data referente ao início do serviço no módulo executado (3D-1)

<b>Revestimento cerâmico</b>														
<b>3D</b>					<b>2D</b>					<b>Predio</b>				
Nº	Data Início	Data Término	equipe	%	Nº	Data Início	Data Término	equipe	%	Prédios	Data Início	Data Término	equipe	%
1	01/jul		JM01	70%	1				0%	A				0%
2					2					B				
3					3					C				
4					4					D				
5					5					E				
6					6					F				

Fonte: Arquivo digital da PHOHAB (2013).

Figura 22 – Dados do dia referente ao preenchimento no Excel.

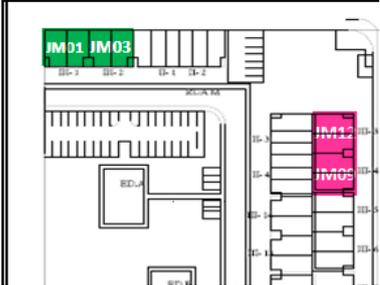
3ª SEMANA (18/07 - 24/07)							UHAB 1,4
	EQUIPE	DIA	3D	2D	PRÉDIO	UHAB	% CONCLUÍDO DA QUADRA:
MÓDULOS CONCLUÍDOS NO DIA:		30/jun	0	0	0	0	0,00%
		01/jul	0,7	0	0	1,4	0,32%
		02/jul	0	0	0	0	0,32%
		03/jul	0	0	0	0	0,32%
		04/jul	0	0	0	0	0,32%
		05/jul	0	0	0	0	0,32%
		06/jul	0	0	0	0	0,32%

Fonte: Arquivo digital da PHOHAB (2013).

Assim, caso houvesse 4 módulos com andamento com ponderações variadas, devia-se tirar a média das ponderações e multiplicá-la pelo número de módulos em andamento. O preenchimento da planilha possibilitou a visualização de um resumo dos serviços realizados e seus respectivos responsáveis, tal como evidenciado nas Figuras 23, 24 e 25, a seguir.

Figura 23– Preenchimento em Excel dos dados da equipe que realizou o serviço.

Revestimento cerâmico														
3D					2D					Predio				
Nº	Data Início	Data Término	equipe	%	Nº	Data Início	Data Término	equipe	%	Prédios	Data Início	Data Término	equipe	%
1	01/jul		JM01	100%	1				0%	A				0%
2	05/jul		JM03	80%	2					B				
3	09/jul		JM12	45%	3					C				
4	12/jul		JM09	20%	4					D				
5					5					E				
6					6					F				
7					7					G				



Fonte: Arquivo digital da PHOHAB (2013).

Figura 24 – Exemplo de ponderação referente aos módulos em andamento.

Ponderação média		
3D	2D	PREDIO
48%	0%	0%

Fonte: Arquivo digital da PHOHAB (2013).

Figura 25 – Demonstrativo do andamento do serviço após o preenchimento das informações de equipe.

acompanhamento de indice			
média em dias entra a data de inicio e a data de termino			
Tipologia	3D	2D	PREDIOS
Média dias	5,29	7,00	12,86
Área por tipologia	134,00	273,5	664
equipe prevista: oficial	1	1	1
equipe prevista: ajudante	1	1	1
Horas por dia	8,80	8,80	8,80
Indice oficial (HH/m²)	2,88	4,44	5,87

Acompanhamento das equipes			
equipe	3D	2D	Prédio
JM01	10	0	1
JM02	10	3	1
JM03	10	0	1
JM04	12	3	2
JM05	0	0	0
JM06	11	0	1
JM07	0	3	0
JM08	0	0	0
JM09	10	0	1

Fonte: Arquivo digital da PHOHAB (2013).

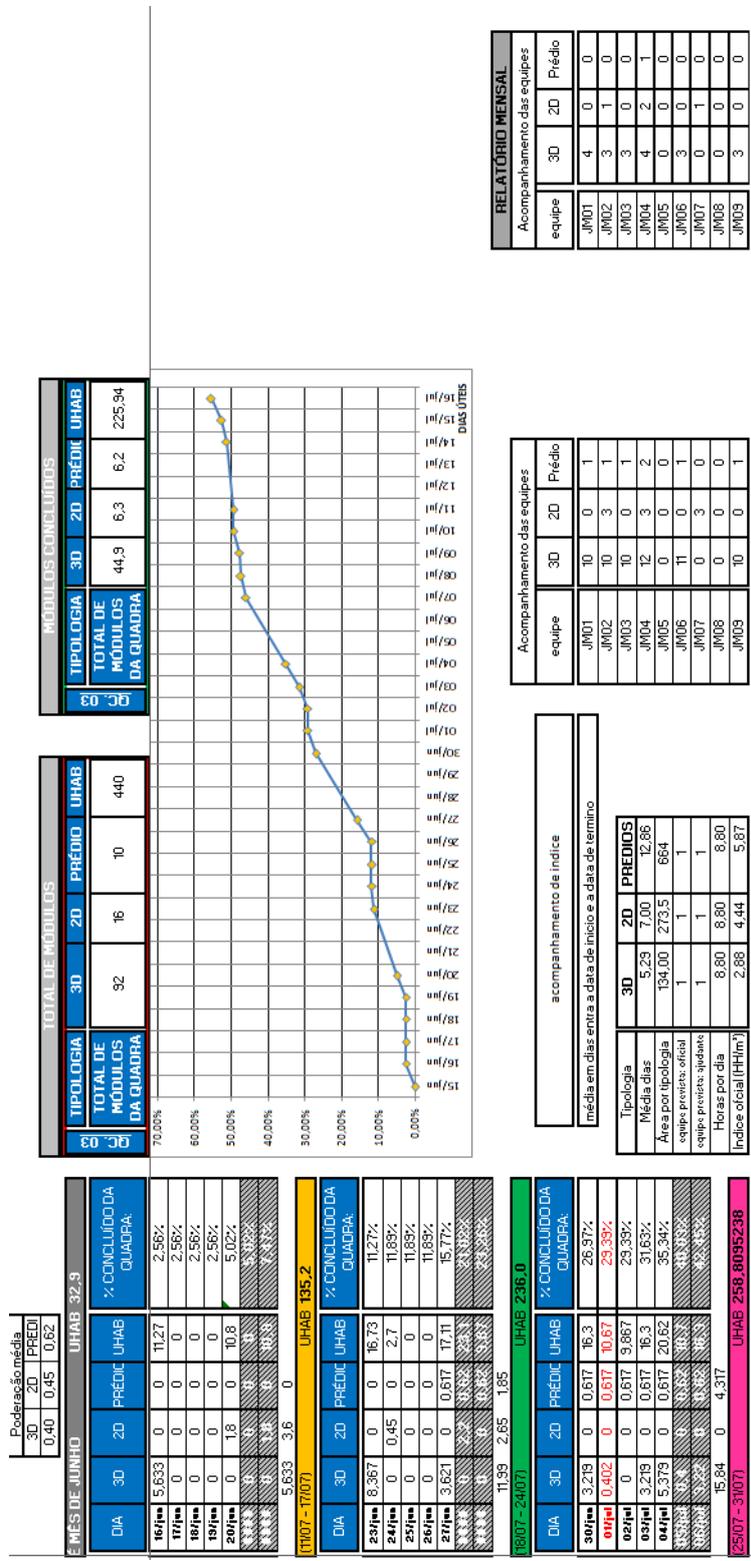
Quando a coluna referente à data de início do serviço e a linha referente ao módulo iniciado eram preenchidas, a planilha digital, automaticamente, pintava, conforme a cor estipulada para aquela semana, o módulo representado no mapa. Quando a coluna referente à data de finalização do serviço e a linha referente ao módulo finalizado eram preenchidas, a planilha digital, automaticamente, hachurava, conforme a cor estipulada para aquela semana, o módulo representado no mapa. Preenchidas a coluna de serviço finalizado e a linha de módulo finalizado, preenchia-se também o nome da equipe ou do subempreiteiro que realizou o serviço (Figuras 26 e 27).

Figura 26 – Planilha digital do PROHAB atualizada: aba principal



Fonte: Arquivo digital da PHOHAB (2013).

Figura 27 – atualizada:



aba PROHAB de

acompanhamento.

Fonte: Arquivo digital da PHOHAB (2013).

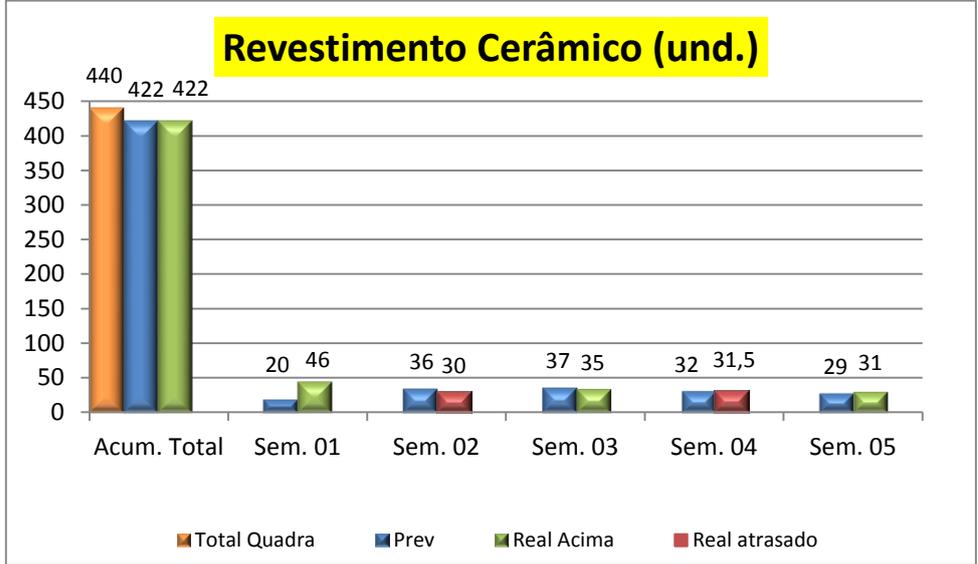
### 7.2 Análise dos Resultados

Com a implantação do PROHAB, foi possível obter maior precisão nas informações, maior confiabilidade nos números, maior rapidez nos serviços burocráticos, o que contribuiu para otimizar a previsão de prazo e custo da obra.

Verificou-se também a otimização do tempo da mão de obra indireta, que deixou de executar serviços burocráticos e passou a desenvolver acompanhamentos dos serviços de produção e execução.

A Figura 28 apresenta o gráfico que evidencia o contraste entre as metas estipuladas pela equipe de planejamento e as efetivamente atingidas pela equipe de produção, para os serviços de revestimento cerâmico, o que possibilita uma análise do planejamento da obra.

Figura 28 – Gráfico que relaciona as metas estipuladas e as unidades executadas.

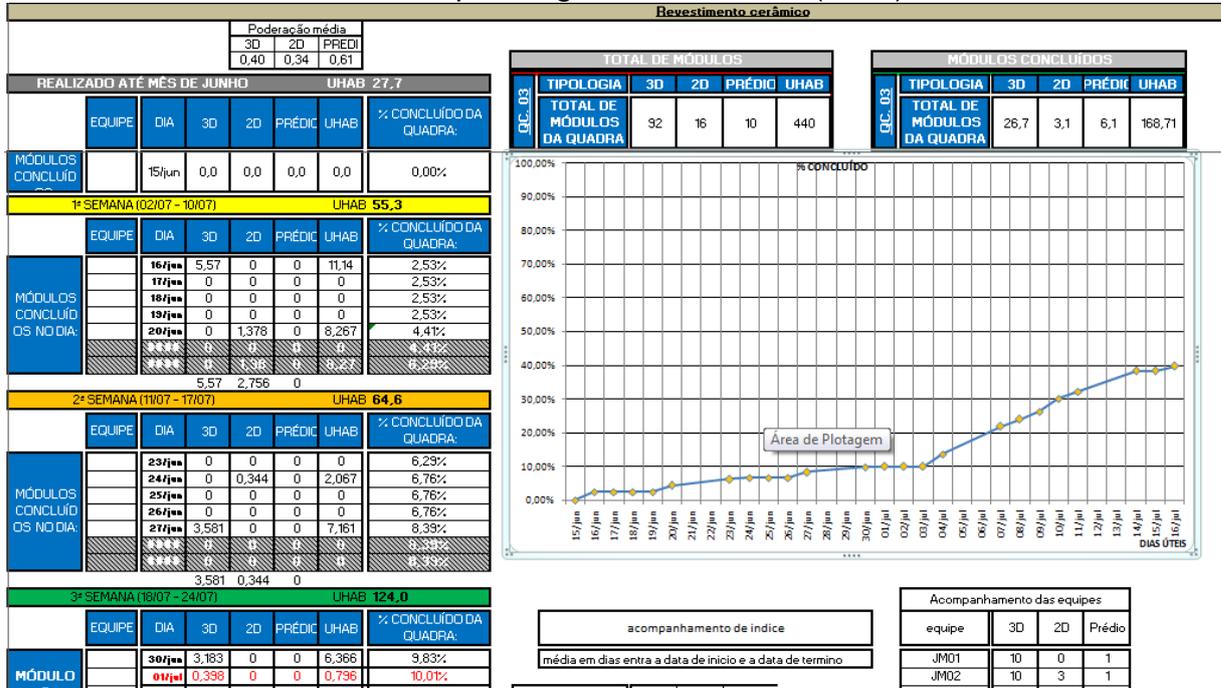


O registro dos dados possibilitou a obtenção de uma linha de balanço demonstrativa do andamento do serviço durante o mês, conforme demonstrado na Figura 28.



Figura 29 – Demonstrativo do andamento do serviço após o preenchimento das informações.

Fonte: Arquivo digital da PHOHAB (2013).



O registro das datas de início e de término possibilitou a obtenção da média de execução do serviço. Sendo os módulos repetitivos, foi possível obter o cálculo do índice do serviço.

A digitalização das informações também favoreceu a rápida visualização de informações para a medição de serviços prestados por subempreiteiros e para o cálculo de incentivos à produtividade, o que contribuiu para a correta utilização dos recursos financeiros do empreendimento, sem o risco de pagamentos duplicados.

## 8. CONCLUSÃO

A implantação do PROHAB representou uma ferramenta facilitadora entre os setores de produção e de engenharia por meio da organização e padronização das informações, que continuam sendo passadas pelos encarregados, e atualizadas diariamente, critério que criou uma forma mais disciplinada de trabalho que a anteriormente desenvolvida.

Com o PROHAB, as informações foram transformadas em ferramentas de acompanhamento e análise, como demonstrado nos itens a seguir:

- **Índice de serviços:** com as informações de início e término dos serviços, é possível obter um índice de produtividade para cada atividade e perceber os eventuais desvios; esse índice pode ser obtido pela relação tempo/unidade de medida, podendo-se analisar prazo e necessidade de efetivo, bem como extrair automaticamente as medições dos subempreiteiros em qualquer período e as produtividades das equipes próprias. Por ser o empreendimento Jardins Manguelral uma obra em que tipologias se repetem, a precisão do índice representa um grande diferencial;
- **Terminabilidade do serviço:** critério importante, principalmente nos serviços de acabamento, pois garante a qualidade e libera a entrada de outros serviços, sendo a sua análise fundamental para garantir o prazo e as metas estabelecidas;
- **Avanço físico:** o PROHAB garante informações precisas e atuais, podendo ser extraídas diariamente. Antes da implantação do programa, as informações chegavam tardias, o que dificultava a análise do andamento da obra e tomada de decisões;

- **Fechamento do incentivo a produtividade:** antes da implementação do PROHAB, o fechamento era passado pelo encarregado em vários mapas e folhas, na maioria das vezes sem padronização e organização. Com o programa, o fechamento do incentivo à produtividade corresponde à própria atualização diária do serviço;
- **Análise da qualidade:** a análise da qualidade é um dos processos mais importantes do empreendimento, pois os *check points* são fundamentais para evitar retrabalhos, garantindo a entrega da unidade ao cliente com a qualidade desejada, na medida em que todos serviços são finalizados sem nenhuma pendência. Para isso, é necessário que a qualidade acompanhe a produção, fazendo do PROHAB também uma de suas ferramentas.

Com o conhecimento dessas informações, puderam ser tomadas decisões rápidas que não atrapalhavam o prazo, o custo e a qualidade da obra.

O PROHAB pode ser aplicado em obras habitacionais de grandes proporções horizontais. Para a sua aplicabilidade em outros tipos de obra, é necessária a adaptação dos mapas ao empreendimento, bem como da planilha digital.

## **9. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS**

- Adaptar a metodologia aplicada neste trabalho para outras fases de obra;
- Realizar uma análise de custo e benefício da obra com o PROHAB e sem a metodologia de gerenciamento de serviços;
- Acompanhar a eficiência dos serviços e qualidade na obra com a metodologia PROHAB e apresentar os benefícios do uso para a equipe de trabalho;
- Elaborar uma planilha mais leve e com separação dos módulos para unidades.

## 10. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575: *norma de desempenho para edificações habitacionais de até cinco pavimentos*. Rio de Janeiro, 2012.

AKKARI, A. M. P. *Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso de pacote computacional: proposta baseada em dois estudos de caso*. 2003. 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2003.

ALVES, T.C.L.; BARROS NETO, J.P.; HEINECK, L. F. M.; AZEVEDO, A.K.S. *Sistemas de remuneração e incentivos da mão de obra na construção civil e a implementação de novas filosofias de produção: um estudo exploratório*. In: I ENCONTRO DE GESTÃO DE PESSOAS E RELAÇÕES DE TRABALHO, 2007, Natal. EnGPR 2007. Rio de Janeiro: ANPAD, 2007.

ALVES, A. C. N. *A implantação de sistemas de gestão da qualidade na indústria da construção civil segundo os critérios da ISO 9001:2000: adaptações em relação à ISO 9001:1994*. 2001. 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2001.

ALVES, T.C.L. *Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: proposta baseada em estudo de caso*. 2000. 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 2000.

ANTHONY, R. *Planning and control systems: a framework for analysis*. Boston: Harvard University, 1965.

ARAÚJO, N. M. C.; MEIRA, G. R. *O papel do planejamento interligado a um controle gerencial, nas pequenas empresas de construção civil*. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO / III CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA INDUSTRIAL, Gramado, 1997..

ASSUMPÇÃO, J. F. P. *Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios*. 1996. 206 p. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, São Paulo, 1996.

BALLARD, G. *The last planner*. Northern California Construction Institute. Disponível em <[www.leanconstruction.org/pdf/LastPlanner.pdf](http://www.leanconstruction.org/pdf/LastPlanner.pdf)>. Acesso em 29 mar. 2005.

Monterey, CA, 1994.

BALLARD, G. *Improving work flow reliability In: Conference of The International Group for Lean Construction, 7. Proceedings. Berkeley, CA, USA, 1999. p. 275-286.* Disponível em: <<http://iglc.net/>>.

BALLARD, G. *The last planner system of production control.* 2000a. 192p. Tese. School of Civil Engineering of Faculty of Engineering of the University of Birmingham. Birmingham, UK, 2000.

BATTISTUZZO, F. *ISO 9000: uma reflexão atual.* Revista Banas Qualidade, Ano X, n.100, p 120-121, set. 2000.

BERNARDES, M. M. S. *Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção* 2001. 282 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 2001.

BERNARDES, M. M. S.; FORMOSO, C. T. *Diretrizes para avaliação de sistemas de planejamento e controle da produção de micro e pequenas empresas de construção.* In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, 2002. Anais. Foz do Iguaçu, PR, 2002, p. 1.319-28. CD-ROM.

BOITEUX C. D. *Administração de projetos: PERT/CPM/ROY.* Rio de Janeiro: Interciência, 1979.

BULHÕES, I. R.; AKKARI, A.; SOUZA, M. G. L.; FORMOSO, C. T. *Informatização do planejamento e controle da produção.* In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, III, 2003b, São Carlos, SP. Anais. São Carlos, 2003, CD-ROM, 10p.

BULHÕES, I.R.; FORMOSO, C.T. *Desenvolvimento e aplicação de ferramentas gráficas para obras de habitação de interesse social.* In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC, 10, 2004, São Paulo. Anais. São Paulo, 2004.

BULHÕES, I. R.; PICCHI, F.; GRANJA, A. D.; CARIA, J. *Fluxo contínuo na construção civil: um estudo de caso exploratório.* In: I ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO / IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2005, Porto Alegre, RS. Proceedings. Porto Alegre, 2005, CD-ROM, 10p.

COSTA, D. B.; SCHRAMM, F. K.; FORMOSO, C. T. *A importância do projeto do sistema de produção em empreendimentos habitacionais de interesse social.* In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL / X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004,

São Paulo, SP. Proceedings. São Paulo, 2004.

CHAGAS, L. R. B. *Engenharia da construção: obras de grande porte*. São Paulo: Pini, 2008.

Cukierman Z. S. *O modelo PERT/CPM aplicado a projetos*. Front Cover. Editora Rio, 1977

FARINA, Modesto. *Psicodinâmica das cores em comunicação*. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

FORMOSO, C.T.; BERNARDES, M. M. S.; OLIVEIRA, L. F. M.; OLIVEIRA, K. A. *Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras*. Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 1999. 73 p.

GHINATO, P. *Sistema Toyota de produção: uma compreensão partindo de conceito e princípios fundamentais*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15. 1995, Piracicaba. Anais. São Paulo, 1995. 7p.

GHINATO, P. *Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time*. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1996, 175p.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R; LISTON, K. *BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

GHINATO, P. *Elementos fundamentais do sistema Toyota de produção*. In: Produção e competitividade: aplicações e inovações. Editora Universitária da UFPE,

GONZALEZ, E. F. *Análise da Implantação de Programação de Obra e do 5S em um empreendimento habitacional*. 2002. 201 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2002.

GRIFFITH A., SIDWELL T. *Constructability in building and engineering projects*. London, Macmillan, 1995.

HERNANDES, F. S. *Análise da importância do planejamento de obras para contratantes e empresas construtoras*. 2002. 146 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2002.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. *Organização orientada para a estratégia: como as empresas que adotam o balanced scorecard prosperam no novo ambiente de negócios*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

KERN, A. P. *O uso de curvas de agregação de recursos como ferramenta de gestão de custos. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL*, 2004, São Paulo. Proceedings. São Paulo, 2004, CD-ROM, 9p.

KOSKELA, L. *An exploration towards a production the oryand its application to construction*. 2000, 296 f. Thesis (Doctor of Technology) – Technical Research Centre of Finland – VTT. Helsinki, 2000.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. *Is construction planning really doing its job. A critical examination of focus, role and process*. Construction Management and Economics, London, n. 5, p. 243-66, 1987.

MELHADO, S.B. *Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios: metodologia envolvendo os novos procedimentos de projeto. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ENTAC*, 1998. Anais. Florianópolis.

OHNO, T. *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997, 149p.

OLIVEIRA, P. V. H. *Implementação de um processo de programação de obras em uma pequena empresa*. 2000. 117 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2000.

PALADINI, E. P. *Avaliação estratégica da qualidade*. São Paulo: Atlas, 2002, 246 p.

PAULA, A. T. *Avaliação do impacto potencial da versão 2000 das normas ISO 9000 na gestão e certificação da qualidade: o caso das empresas construtoras*. 2004. 144 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

PERLES (2007) PERLES, João Batista, *Comunicação: conceitos, fundamentos e história*. Professor de Teorias da Comunicação na Faculdade de Selvíria (FAS)-MS; Professor de Jornalismo Especializado nas Faculdades Integradas de Três Lagoas (AEMS)-MS 2007

PRADO, D. S. *PERCT/COM*. Belo Horizonte (MG): INDG tecnologia e serviços Ltda., 2004 (série gerência de projetos, vol. 4).

REIS, P. F.; MELHADO, S. B. *Implementação de sistemas de gestão da qualidade em pequenas e médias empresas de construção de edifícios: estudo de caso*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/226, São Paulo, 1998, 23f.

REVISTA TÉCNICA. Ed. n.º 198, set./2013, p. 8.

RODRÍGUEZ, M.A.A.; HEINECK, L.F.M. *Coordenação de projetos: uma experiência de dez anos dentro de empresas construtoras de médio porte*. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Anais, Fortaleza, 2001

RUSCHEL, RC; ANDERY, P. R. P.; MOTTA, S. R. F.; VEIGA, A. C. N.R. *Building information modeling para projetistas*. In: FABRICIO, M.M.; ORNSTEIN, S.W. (Org.). *Qualidade no projeto de edifícios*. São Carlos: Rima Editora, ANTAC, 2010.

SABATTINI, E.H. *Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia*. EPUSP, São Paulo, 1989. (Tese de Doutorado).

SCHRAMM, F. K. *O projeto do sistema de produção na gestão de empreendimentos habitacionais de interesse social*. 2004. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 2004.

SOARES, A. C. *Diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras*. 2003. 138 p. Trabalho de Conclusão (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Mestrado Profissionalizante, Porto Alegre, 2003.

SOIBELMAN, L. *As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle*. 1993, 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 1993.

SOUZA, R. *Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte*. 1997. 335 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G. *Entraves comportamentais e de gestão na implantação de sistemas da qualidade em empresas construtoras*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, IV, 1995, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro-RJ, 1995, p. 237-242.

TISAKA, Maçahiko. *Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução*. São Paulo: Editora Pini, 2006.

VIEIRA NETTO, Antônio. *Como gerenciar construções*. São Paulo: PINI, 1988.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda., 1992.