

FÁBIO VINÍCIUS PEYERL

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA
CONTROLE DE CUSTOS DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

**Dissertação apresentada como
requisito parcial à obtenção do grau de
Mestre em Construção Civil, Programa
de Pós-Graduação em Construção
Civil, Setor de Tecnologia,
Universidade Federal do Paraná.**

**Orientador: Prof. Dr. Ricardo Mendes
Júnior**

CURITIBA

2007

TERMO DE APROVAÇÃO

FÁBIO VINÍCIUS PEYERL

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA CONTROLE DE CUSTOS DIRETOS DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Ricardo Mendes Júnior, Dr.
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da UFPR

Prof.a Andrea Angela Panzeter, Ph.D.
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da UFPR

Prof. Maurício Moreira e Silva Bernardes, Dr.
Departamento de Expressão Gráfica da UFRGS

Curitiba, 12 de abril de 2007

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE QUADROS	6
LISTA DE SIGLAS	7
RESUMO	8
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	10
1.2 A MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA.....	10
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.4 OBJETIVOS.....	13
1.4.1 Objetivo Principal	13
1.4.2 Objetivos Secundários	13
1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	13
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	14
2 PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	15
2.1 SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO	15
2.1.1 Os SAP e os custos	15
2.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	16
2.2.1 Método Last Planner	19
3 CONTROLE DE CUSTOS	21
3.1 SISTEMAS DE CUSTEIO	21
3.1.1 Definição.....	21
3.1.2 Características dos sistemas de custeio.....	22
3.1.3 Princípios de custeio	23
3.1.4 Métodos de custeio	25
3.2 CONTROLE DE CUSTOS.....	27
3.2.1 Ferramentas de controle de custos.....	27
3.3 NATUREZA DOS CUSTOS A CONSTRUÇÃO CIVIL	30
3.4 BENEFÍCIOS E CUSTOS DE SISTEMAS DE CUSTOS	32
4 SISTEMA DE INFORMAÇÕES E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	33
4.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES: CONCEITOS BÁSICOS	33
4.1.1 Sistemas de Informação para controle de produção: ERP	34

4.2	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO.....	36
4.2.1	Extranets	37
4.2.2	Computação móvel	39
4.3	SISTEMA PLANTRACKER	40
5	MÉTODO DE PESQUISA	43
5.1	PROJETO <i>PLANTRACKER</i>	43
5.2	ESTRATÉGIA DA PESQUISA	44
5.3	ESTUDO DE CASO	45
5.3.1	Levantamento das informações de planejamento e controle	46
5.3.2	Implantação do sistema <i>PlanTracker</i> 1.1	47
5.3.3	Proposição de novos requisitos ao sistema.....	48
5.3.4	Incorporação dos itens propostos ao sistema implantado.....	48
5.3.5	Avaliação do sistema de informações.....	49
6	ESTUDO DE CASO.....	50
6.1	CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA DO ESTUDO DE CASO	50
6.2	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA OBRA.....	50
6.3	LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE	51
6.3.1	Planejamento da obra	51
6.3.2	Levantamento do fluxo de informações	53
6.4	IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA <i>PLANTRACKER</i>	56
6.4.1	Estudo e preparação dos dados da empresa	56
6.4.2	Estrutura de serviços e atividades no <i>Plantracker</i>	59
6.4.3	Utilização do sistema <i>Plantracker</i>	61
6.5	LEVANTAMENTO DOS REQUISITOS	64
6.5.1	Análise de Requisitos:.....	64
6.6	INCORPORAÇÃO DOS ITENS PROPOSTOS AO SISTEMA IMPLANTADO	73
6.6.1	AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES.....	76
7	SISTEMA DE INFORMAÇÕES.....	81
8	DISCUSSÕES FINAIS.....	86
8.1	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	88
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	2.1 – RETROALIMENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO.....	19
FIGURA	3.1 – DIFERENÇAS ENTRE OS PRINCÍPIOS DE CUSTEIO	24
FIGURA	3.2 – MÉTODO ABC.....	24
FIGURA	3.3 – EXEMPLO DE CURVA DE AGREGAÇÃO	28
FIGURA	4.1 – EXTRANET NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	38
FIGURA	4.2 – ATRIBUIÇÃO DE SERVIÇOS E ATIVIDADES PARA AS OBRAS NO <i>PLANTRACKER</i>	41
FIGURA	4.3 – PROCEDIMENTOS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE NO <i>PLANTRACKER</i> E IMAGEM DO DISPOSITIVO MÓVEL	42
FIGURA	5.1 – DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	46
FIGURA	6.1 – FLUXO DAS INFORMAÇÕES DE CUSTO NA CONSTRUTORA.....	55
FIGURA	6.2 - PLANEJAMENTO DA OBRA	57
FIGURA	6.3 - INCORPORAÇÃO DE RECURSOS NO PLANEJAMENTO.....	58
FIGURA	6.4 – ESTRUTURA DE SERVIÇOS DO <i>PLANTRACKER</i> : INTEGRAÇÃO COM DEMAIS ESTRUTURAS DA CONSTRUTORA.....	59
FIGURA	6.5 – CONTROLE DAS INFORMAÇÕES DE CANTEIRO PELAS ESTRUTURAS DO <i>PLANTRACKER</i>	61
FIGURA	6.6 - IMAGEM DA TELA DE PLANEJAMENTO DO <i>PLANTRACKER</i>	63
FIGURA	6.7 - TELA DE CAPTURA DE INFORMAÇÕES DE HORAS TRABALHADAS.....	68
FIGURA	7.1 – SISTEMA DE INFORMAÇÕES: PREPARAÇÃO DAS INFORMAÇÕES	82
FIGURA	7.2 – SISTEMA DE INFORMAÇÕES: COLETA E RETORNO DAS INFORMAÇÕES DE CUSTOS	84

LISTA DE QUADROS

QUADRO 6.1 - QUADRO DOS REQUISITOS DO SISTEMA DE CONTROLE DE CUSTOS	71
QUADRO 6.2 – AMBIENTE DOS REQUISITOS DO SISTEMA.....	74
QUADRO 6.3 – AVALIAÇÃO DOS REQUISITOS.....	77

LISTA DE SIGLAS

EDT	Estrutura divisão do trabalho
EAP	Estrutura analítica do projeto
ERP	<i>Enterprise resource planning</i> (planejamento dos recursos da empresa)
GrupoTIC	Grupo de tecnologia da informação e comunicação na construção civil
PBQP-H	Programa brasileiro de qualidade e produtividade na habitação
PCP	Planejamento e controle da produção
SI	Sistema de informação
TIC	Tecnologia da informação e comunicação
UFPR	Universidade Federal do Paraná
SAP	Sistemas de administração da produção
PDA	<i>Personal digital assistance</i> (assistente digital pessoal)

RESUMO

O aumento da exigência dos clientes e a crescente concorrência entre as empresas de construção civil têm levado as empresas a investir em melhorar o desempenho de seus projetos, incluindo a adesão de sistemas de gerenciamento de custos. Devido a características próprias da construção civil onde os trabalhos não ocorrem numa linha de produção e sim num canteiro de obras, o controle dos custos no se torna um ponto importante desse sistema.

O enfoque dessa pesquisa consiste no desenvolvimento de um sistema de informações para o controle de custos diretos em obras de construção civil usando os novos recursos de tecnologia de informação disponíveis. O objetivo da pesquisa se concentra nos requisitos desse sistema de informações necessários para coleta de informações para o controle de custos visando oferecer informações gerenciais adequadas e integração ao processo de planejamento e controle da produção da obra. A pesquisa também discute e propõe as tecnologias de informação mais adequadas para as diversas funções do sistema.

A arquitetura do sistema desenvolvido prevê a definição de uma estrutura de divisão do trabalho (EDT) a ser executada nas obras da construtora. A uniformidade dessa estrutura permite que sejam identificadas as atividades de planejamento e controle (incluindo controle de custos) com o retorno da informação coletada para uso futuro em novos orçamentos ou planejamentos. O sistema utiliza as tecnologias de *Extranets* para tarefas de configuração e organização do planejamento e cronograma e computadores de mão (PDA) para a coleta de informações no canteiro de obras.

Concluiu-se que a estrutura do sistema desenvolvido permite o controle de custos integrado aos processos de planejamento e controle. Foram observadas vantagens pelo uso de *Extranets* na difusão dos dados coletados em obra até o escritório e facilidade na coleta de informações pelo uso do computador móvel.

Palavras-Chave: Planejamento e controle da produção; Controle de custos; Sistema de informações; Tecnologia de informação e Comunicação.

ABSTRACT

The increases of the customer's requirements and the competition among construction's companies have taken the companies to invest in improving the performance of their projects, including the adoption of a costs' management system. The cost control in construction site is an important point, once the proper characteristics of the construction where the work occurs in the site unlike other industries where the work occurs in a line of production.

The focus of this research consists in the development of an information system for the cost control in the construction site. This research aims the system requirements to gather cost information to cost control, offering adequate information for management and integration with the process of planning and control . The research also argues and proposes the adequate information technology for the different functions of the system.

The architecture of the developed system includes the definition of a standard structure of services (WBS) to be executed in the construction site. The uniformity of this structure allows the execution of planning and control tasks (including cost control) with return of gathered information for future use in new budgets or plans. The system uses the technology of Extranets for configuration, organization, planning and schedule and mobile computers (PDA) to collect the information on construction site.

The research concludes that the structure of the system allows the costs control, with integration to the processes of planning and control of the production. Advantages for using the Extranet for diffusion of the collected data in the site to the office had been observed. Improvements to get information in the site for the use of the mobile computer were also observed.

Key Words: production planning and control process; cost control; information systems; Information and Communication Technologies

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nesse primeiro capítulo é contextualizado o problema de pesquisa a ser abordado nesse trabalho, a motivação para a pesquisa, os objetivos, escopo e delimitações do trabalho, bem como a estrutura da dissertação.

1.2 A MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA

O aumento da competitividade e modernização da economia brasileira vem influenciando as empresas da construção a rever suas antigas formas de produção. Os problemas na construção são bem conhecidos. A produtividade na construção é bem inferior se comparada à indústria de manufatura. Os processos de qualidade são insuficientes e as condições de trabalho são piores (KOSKELA, 1992). Nesse contexto, a redução dos custos e aumento da produtividade na produção se torna um fator decisivo para o sucesso das empresas.

Durante muito tempo os sistemas de custeio se preocuparam somente na elaboração de informações monetárias de estoque e resultado, não produzindo informações com a visão gerencial (informações com o objetivo de subsidiar a tomada de decisão e controle das atividades pelos gestores). Isso ocorre principalmente devido as obrigações das empresas com autoridades governamentais e reguladoras que exigem informações sem foco gerencial (KAPLAN e COOPER, 1998). Porém, recentemente, com o crescimento das empresas e da competitividade as informações de cunho gerencial e estratégico passaram a ser importantes (MARTINS, 2000; KAPLAN e COOPER, 1998).

Nessa visão sobre os sistemas de custeio, observa-se na construção civil a dificuldade dos sistemas de custeio em produzir informações que auxiliem na gestão da produção (MARCHESAN, 2001). Existe uma dissociação entre a gestão de custos e o processo de planejamento e controle da produção (HOWELL e BALLARD, 1996).

Pesquisas sobre os processos de planejamento e controle dos trabalhos em obra indicam a necessidade de coletar informações diretamente com os operários no canteiro. Embora sejam observadas coletas de informações no canteiro por parte do pessoal de planejamento no escritório, essas pouco influenciam à tomada de decisão na administração da obra (BERNARDES 1996).

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) aparecem como uma ferramenta importante para apoiar esses processos. Porém, observa-se que as soluções integradas (ERP) disponíveis no mercado para o setor da construção são baseadas em procedimentos típicos das empresas de manufatura, não priorizando o empreendimento para coleta de informações. A TIC acaba sendo usada no setor principalmente para profusão de informações no nível de gerência, mas com pouca utilidade no nível operacional. Nota-se na construção civil uma quantidade muito pequena de informações geradas no canteiro que são disponibilizadas ao administrador da obra (MENDES JUNIOR, 1999).

O uso de aplicações em dispositivos móveis e internet para auxílio nas operações no canteiro de obras traz ganhos significativos no apoio ao planejamento, gestão da alocação de recursos e integração da equipe. As vantagens podem ser maiores caso o dispositivo tenha interação com o ERP da construtora ou use métodos de planejamento e controle como o *LastPlanner* (EMBORG e OLOFSSON, 2004).

Porém, ainda é observado no setor um atraso no uso das TIC (LIMA, 2005). Segundo NASCIMENTO E SANTOS (2002) e NITITHAMYONG E SKIBNIEWSKI

(2004) isso é decorrente das barreiras ligadas aos profissionais do setor, dos processos já definidos das construtoras e deficiências das tecnologias utilizadas.

O enfoque desse trabalho está no desenvolvimento de um sistema de informações para o controle de custos em obras da construção civil, integrado ao processo de planejamento e controle da construtora com coleta de informações no canteiro de obras utilizando TIC modernas. Este trabalho faz parte do projeto "Plantracker - sistema de gestão de obras", em desenvolvimento no Grupo de Tecnologia de Informação e Comunicação (GRUPOTIC) e na empresa TechResult. O escopo do trabalho reside na etapa de coleta de dados no canteiro de obras, utilizando a tecnologia de dispositivos móveis. Este projeto é apoiado pelo CNPq, aprovado no edital Fomento Tecnológico 014/2004 e pela Fundação Araucária, Programa de Apoio à Pesquisa Básica e Aplicada, aprovado no edital CP 03/2006.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Esta dissertação se concentrará no seguinte problema de pesquisa: *Como deve ser estruturado um sistema de informações para controle dos custos diretos em obras de construção civil?*

Esse problema de pesquisa pode ser estendido em outras questões correlacionadas:

- 1) Como um sistema de controle de custos pode ser integrado ao processo de planejamento e controle da produção?
- 2) Como coletar as informações de custos nas obras?
- 3) Como utilizar as tecnologias de informação para apoiar os processos desenvolvidos dentro do sistema?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Principal

Desenvolvimento de um sistema de informações para controle de custos das operações em obras de construção civil.

1.4.2 Objetivos Secundários

Os objetivos secundários do projeto estão listados a seguir:

- 1) Estruturar como deve ser o levantamento de informações de custo nas atividades de obra;
- 2) Definir quais tecnologias de informação devem ser utilizadas nos procedimentos de um sistema de controle de custos;
- 3) Estruturar o sistema de controle de custos integrado ao processo de planejamento e controle da obra.

1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho apresenta as seguintes limitações:

- 1) Dissertação se concentrará nos problemas relacionados com a coleta de dados para o controle dos custos diretos das atividades em obra de construção civil. Orçamento e planejamento de custos estão fora de escopo, bem como os itens de custos não diretamente associados à produção.
- 2) Esta pesquisa restringiu-se aos dados e informações coletados na empresa do estudo de caso. Novas pesquisas serão necessárias para confirmar a generalização dos resultados.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Nos primeiros capítulos dessa dissertação é apresentada a base conceitual dos assuntos abordados. No capítulo 2 é discutido o processo de planejamento e controle da produção, estendendo a visão desses processos à indústria da construção. No capítulo 3 são apresentados os conceitos relacionados aos processos de controle de custos. Finalmente no capítulo 4 são discutidos os sistemas de informações e as TIC.

Na seqüência, no capítulo 5, é apresentado o método de pesquisa. No capítulo 6 o delineamento do estudo de caso efetuado nessa pesquisa.

Por fim, no capítulo 7 é apresentado o sistema de informações desenvolvido nessa pesquisa, sendo no capítulo 8 feitas as conclusões e considerações finais do trabalho.

2 PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

2.1 SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Os sistemas de administração da produção (SAP) são os sistemas de informação para tomada de decisões táticas e operacionais para atendimento dos objetivos estratégicos de uma organização (CORREA, GIANESI e CAON; 2001). Seu objetivo básico é planejar e controlar todos os níveis do processo de manufatura incluindo materiais, equipamentos, pessoas, fornecedores e distribuidores (CORRÊA e GIANESI, 1995). Algumas das atividades gerenciais típicas suportadas pelos SAP (CORREA, GIANESI e CAON; 2001; CORRÊA e GIANESI, 1995):

- 1) Planejar as necessidades futuras de capacidade;
- 2) Planejar os materiais comprados;
- 3) Planejar níveis de estoques apropriados;
- 4) Programar atividades de produção;
- 5) Informar a situação corrente;
- 6) Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis a clientes e cumpri-los;
- 7) Ser capaz e reagir eficazmente;
- 8) Prover informações para outras funções.

2.1.1 Os SAP e os custos

O desempenho de uma manufatura pode ser analisada por vários critérios como custos, qualidade, prazos, flexibilidade, segurança, etc. No entanto, o critério

de custos é aquele que revela mais claramente a performance do processo produtivo (TICHACEK, 2006). Os custos baixos têm uma função estratégica permanente nos processos de manufatura, pois permitem que a organização pratique preços mais baixos ou aumente as margens de lucro gerando vantagem competitiva (CORRÊA e GIANESI, 1995).

Os SAP afetam diretamente os custos dos sistemas produtivos, pois são eles os definidores da forma pela qual os recursos estruturais (pessoas e equipamentos) são utilizados na manufatura. Os SAP permitem uma utilização equilibrada dos recursos produtivos ao longo do tempo, oferecendo uma programação otimizada da produção bem como coordenação entre o suprimento e os itens de consumo da manufatura; tendo assim influência direta na minimização dos custos de produção (CORRÊA e GIANESI, 1995).

2.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Planejar significa influenciar uma situação futura, conforme o entendimento conjunto da situação presente, mais a visão da situação futura por meio de ações que se tem controle (CORREA, GIANESI e CAON; 2001). O planejamento é uma ferramenta importante no processo de planejamento e controle da produção, pois oferece informações à resolução das questões básicas necessárias a atingir os objetivos estratégicos de uma organização: (CORREA, GIANESI e CAON; 2001)

- 1) O que produzir e comprar;
- 2) Quanto produzir e comprar;
- 3) Quanto produzir e comprar;
- 4) Com que recursos produzir.

Segundo HOWELL E BALLARD (1996), o planejamento oferece metas de apoio ao processo produtivo sendo esse auditado pelo controle que avalia o

cumprimento dessas metas apresentando as variações. A principal função do controle é monitorar os custos e cronogramas atuais comparando com o planejado. Embora o acompanhamento de ações corretivas às variações negativas observadas pelo controle possa parecer uma tarefa óbvia, é difícil encontrar na literatura o tratamento dos planos corretivos (BALLARD, 2000).

O planejamento apresenta uma dimensão horizontal e outra hierárquica (vertical). A horizontal está diretamente relacionada ao tamanho do tempo futuro abordado pelo planejamento, é chamado de horizonte de planejamento. O tamanho do horizonte de planejamento ideal deve sempre que possível se aproximar do ponto no futuro onde as decisões tomadas no presente passam a representar pouca alteração da situação futura (CORREA, GIANESI e CAON; 2001).

A outra dimensão, a vertical, se correlaciona com a hierarquia do planejamento. Nessa abordagem, o planejamento é dividido em níveis hierárquicos com o objetivo de reduzir o impacto da incerteza da previsão do ambiente produtivo (BERNARDES e FORMOSO, 2002). As decisões de planejamento com grande impacto sobre o delineamento dos trabalhos, de maior inércia às mudanças, são consideradas decisões do nível mais alto. Essas decisões, normalmente ligadas a horizontes de planejamento mais amplos, influenciam diretamente as decisões mais restritas dos trabalhos, que têm menor inércia às mudanças, consideradas hierarquicamente como decisões de menor nível (CORREA, GIANESI e CAON; 2001).

Na construção civil é comum encontrar a seguinte divisão hierárquica do planejamento:

- 1) Planejamento de longo prazo;
- 2) Planejamento de médio prazo;
- 3) Planejamento de curto prazo.

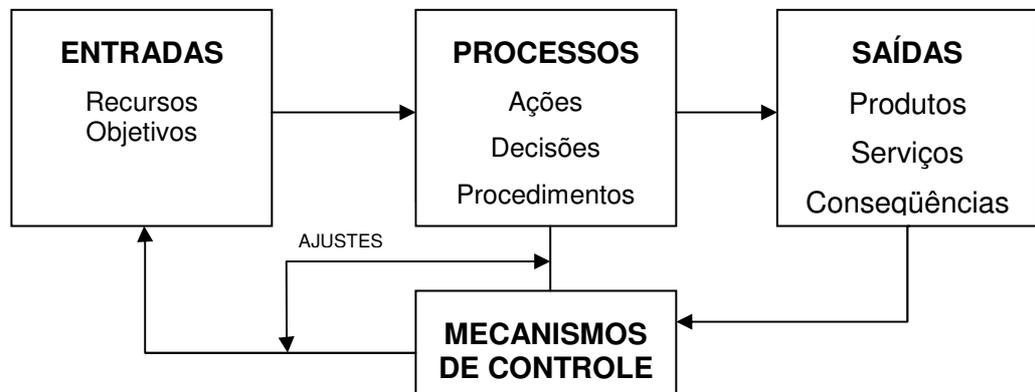
O grau de detalhamento varia em cada um dos níveis de planejamento. No planejamento de longo prazo (pouco detalhado) o foco se concentra nas metas principais do projeto, sendo ferramenta de análise da alta gerência e estabelecimento de contratos (BERNARDES, 2001). Já o planejamento de médio prazo, mais detalhado, tem outras prerrogativas (BALLARD, 1997):

- 1) Seqüenciar da melhor maneira o fluxo de trabalho segundo os objetivos do projeto, utilizando-se a estrutura da organização;
- 2) Identificar a carga de trabalho dos recursos ao fluxo de trabalho;
- 3) Definir e manter atribuições dos recursos às atividades do fluxo de trabalho;
- 4) Agrupar atividades distintas em operações únicas, de forma que o método de trabalho seja feito de forma conjunta.

O planejamento de curto prazo trata a programação das atividades num nível operacional e detalhado num curto horizonte de planejamento. As decisões tomadas nesse planejamento são direcionadas a proteger a produção das incertezas a partir da definição de planos passíveis de serem atingidos (BALLARD, 1997).

O processo de planejamento e controle deve ser contínuo. Com o passar do tempo o planejador deve periodicamente atualizar o planejamento com base nas informações de controle estendendo o horizonte de planejamento (CORREA, GIANESI e CAON; 2001). As atividades de planejamento e controle são mutuamente complementares e a referenciação de ambas constitui o ciclo de retroalimentação de um projeto, conforme apresentado na figura 2.1 (LIMMER, 1996):

FIGURA 2.1 – RETROALIMENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO



FONTE: LIMMER, 1996 (ADAPTADO)

Assim, de acordo com a dimensão hierárquica, o planejamento de um empreendimento deve ser decomposto numa estrutura de atividades a serem desenvolvidas pela equipe do projeto. Essa estrutura é denominada de estrutura analítica do projeto (EAP) ou estrutura da divisão do trabalho (EDT) (PMI, 2004).

A EDT subdivide o projeto em partes menores permitindo agendar, estimar custos, monitorar e controlar o trabalho. As atividades da EDT podem ser decompostas até um nível mais baixo e específico denominado de pacotes de trabalho. Pacote de trabalho caracteriza os tipos e as quantidades de serviço gerenciáveis para fins de planejamento (nele compreendida a orçamentação), de programação e de controle, com horizonte acabado do projeto ou da obra após sua execução. Dessa forma, o pacote de trabalho, pode ser considerado um centro de custo (LIMMER, 1996).

2.2.1 Método Last Planner

Em ambientes bastante dinâmicos de produção (como a construção civil) não é possível definir um planejamento de longo prazo com um nível detalhado de informações confiável. Segundo BALLARD (2000), é necessário hierarquizar o planejamento, criando diferentes níveis de planejamento. Nesses ambientes a

atribuição final dos recursos às atividades acontece no planejamento de curto prazo. As questões relacionadas sobre como são feitas tais atribuições em conformidade aos outros níveis de planejamento deu origem ao método intitulado de *LastPlanner*. O título faz uma alusão aos responsáveis por essa atribuição dos recursos, os últimos planejadores (*LastPlanner*).

No método *LastPlanner* a definição das tarefas viáveis leva em conta as informações do que deve ser feito – levantadas a partir de planejamentos de médio prazo, o *LookAhead* - e daquilo que pode ser feito. O método sugere que num horizonte de planejamento de uma semana sejam levantadas as capacidades de produção disponíveis e, em função delas, definidas as tarefas de produção (pacotes de trabalho) que serão efetivamente realizadas. Essa característica do *Last Planner* permite que dentro do horizonte de uma semana se tenha um alto grau de detalhamento e confiabilidade das informações relacionadas às tarefas delegadas a produção, facilitando as atividades de acompanhamento e controle (BALLARD, 2000).

3 CONTROLE DE CUSTOS

3.1 SISTEMAS DE CUSTEIO

3.1.1 Definição

Um sistema de custeio tem como preocupação principal o acompanhamento dos custos de um determinado produto ou serviço visando oferecer informações aos tomadores de decisão. Três funções principais podem ser atribuídas aos sistemas de custeio (KAPLAN e COOPER, 1998):

- 1) Medir os custos dos bens vendidos e proceder com a avaliação dos estoques para geração de relatórios;
- 2) Estimar as despesas de operação, produtos, serviços e clientes;
- 3) Oferecer a gerentes e operadores feedback financeiro sobre a eficiência do processo.

Segundo MARTINS (2000), essa visão gerencial atribuída aos sistemas de custeio é ainda recente e não data mais de algumas décadas. Os sistemas de custos por muito tempo se concentraram apenas em produzir informações monetárias de estoque e resultado, rechaçando a produção de informações como instrumento gerencial. Essa característica é resultado de demandas originadas de fatores externos a empresa como autoridades monetárias e reguladoras cujo foco não é para informações gerenciais (KAPLAN e COOPER, 1998). Porém, com o crescimento das empresas e aumento da competitividade, informações capazes de apoiar decisões estratégicas passaram a ser importantes (MARTINS, 2000; KAPLAN e COOPER, 1998).

3.1.2 Características dos sistemas de custeio

Para descrição de um sistema de custeio, é importante fixar algumas terminologias comumente utilizadas (MARTINS, 2000):

- 1) Gasto: entrega de ativo (normalmente dinheiro) para obtenção de um produto ou serviço;
- 2) Custo: gasto relacionado a produção de um bem ou serviço;
- 3) Despesa: bem ou serviço consumido com o objetivo de obter receita;
- 4) Perda: consumo anormal ou involuntário de bem ou serviço.

Os custos por sua vez podem ser ainda classificados em (MARTINS, 2000):

- 1) Custos diretos ou indiretos;
- 2) Custos fixos ou variáveis.

Os custos diretos e indiretos se diferem em função de sua facilidade de apropriação aos produtos e atividades de produção (MARTINS, 2000). Pode-se citar como exemplo de um custo direto (este exemplo também é de custos variável) a utilização de cimento para a construção de um artefato de concreto numa obra. O custo do concreto é facilmente atribuído ao custo da peça de concreto. Nesse caso basta haver uma unidade de medida de consumo para a atribuição, por isso é um custo direto. No mesmo exemplo, pode-se citar como custo indireto a energia elétrica que move equipamentos que possibilitam a confecção da mesma peça de concreto. Mesmo sendo um custo variável, como a energia elétrica é consumida por todo o canteiro de obras e por todas as atividades desenvolvidas no canteiro, o montante de custo gerado por ela é dificilmente desmembrado entre as diversas atividades da obra, sendo assim um custo indireto. Como este custo não representa

uma grande parte do custo total da construção, esta abordagem é considerada válida.

Já a diferença entre os custos fixos e variáveis reside na sua variação em função da variação do volume de produção (MARTINS, 2000). Como exemplo de custo fixo, pode-se citar o custo de telefone. O custo do telefone, embora possa variar de um período para outro, não deve se alterar substancialmente devido ao volume de operações de uma fábrica. Já os materiais consumidos no chão de fábrica diretamente relacionados à produção, têm seu custo totalmente correlacionado com o volume de produção, logo são custos variáveis.

Uma dos desafios relacionados a um sistema de custeio com visão gerencial está na apropriação desses diversos tipos de custos. Os custos indiretos e variáveis não são tão facilmente atribuíveis aos custos dos processos, produtos ou atividades de produção, exigindo o uso de princípios e métodos de custeio mais modernos (KAPLAN e COOPER, 1998).

Segundo BORNIA (2002) um sistema de custos é composto por princípios (preocupados em levantar quais são os custos) e métodos (preocupados em como distribuir os custos).

3.1.3 Princípios de custeio

A forma de se levantar o custo de produção de um serviço ou produto é definida como princípio de custeio. KOLIVER (2000) destaca dois princípios de custeio:

- 1) Custeio por absorção.
- 2) Custeio variável.

O custeio por absorção consiste na apropriação de todos os custos do ciclo operacional ao produto ou serviço. Como resultado, o custo do produto ou serviço

fica definido pela soma dos seus custos variáveis e fixos. Já o custeio variável considera apenas os custos variáveis (sejam eles diretos ou indiretos), excluindo-se os custos fixos. Estes são considerados a parte como despesas do período (KOLIVER, 2000).

Na figura 3.1, MOURA (2005) discute as diferenças entre os princípios.

FIGURA 3.1 – DIFERENÇAS ENTRE OS PRINCÍPIOS DE CUSTEIO

Custeio por absorção	Custeio Variável
Todos os custos de fabricação são considerados como custo do produto.	Apenas os custos variáveis são considerados.
O resultado varia em função da produção.	O resultado varia somente em função das vendas.
É necessário utilizar métodos de rateio, muitas vezes arbitrários, para atribuir os custos fixos aos produtos.	Não se utiliza métodos de rateio, os custos fixos são considerados como despesa e não como custo do produto.
É possível estabelecer o custo total unitário dos produtos.	Há um custo unitário parcial, pois considera os custos variáveis.
Não identifica a margem de contribuição.	Identifica a margem de contribuição unitária e global.
Importante para decisões de longo prazo.	Importante para decisões de curto prazo.

FONTE:MOURA, 2005 (ADAPTADO)

Segundo BORNIA (2002) o custeio por absorção pode ainda ser separado em dois princípios:

- 1) Custeio por absorção total;
- 2) Custeio por absorção ideal.

A diferença entre os princípios ocorre no tratamento dos gastos relacionados com desperdícios (perdas). No custeio por absorção total as perdas são

incorporadas como custos. Na absorção ideal as perdas são consideradas como despesas do período (BORNIA, 2002).

3.1.4 Métodos de custeio

Um método de custeio é compreendido como a forma pela qual os custos são apropriados e distribuídos aos seus portadores finais. BORNIA (2002) lista os seguintes métodos de custeio:

- 1) Custo Padrão;
- 2) Centros de custos – RKW;
- 3) Custeio por unidades de esforço de produção – UEP’S;
- 4) ABC.

O método do custo padrão consiste em estabelecer um padrão de comportamento dos custos para ser comparado com os custos reais, analisando-se os desvios ocorridos. O grande mérito do método é a análise dos desvios e o estabelecimento de padrões de comparação (BORNIA, 2002). O método do custo padrão é o mais adequado ao controle de custos, sendo muitas vezes entendido como sendo o custo ideal de fabricação de um determinado item (MARTINS, 2000).

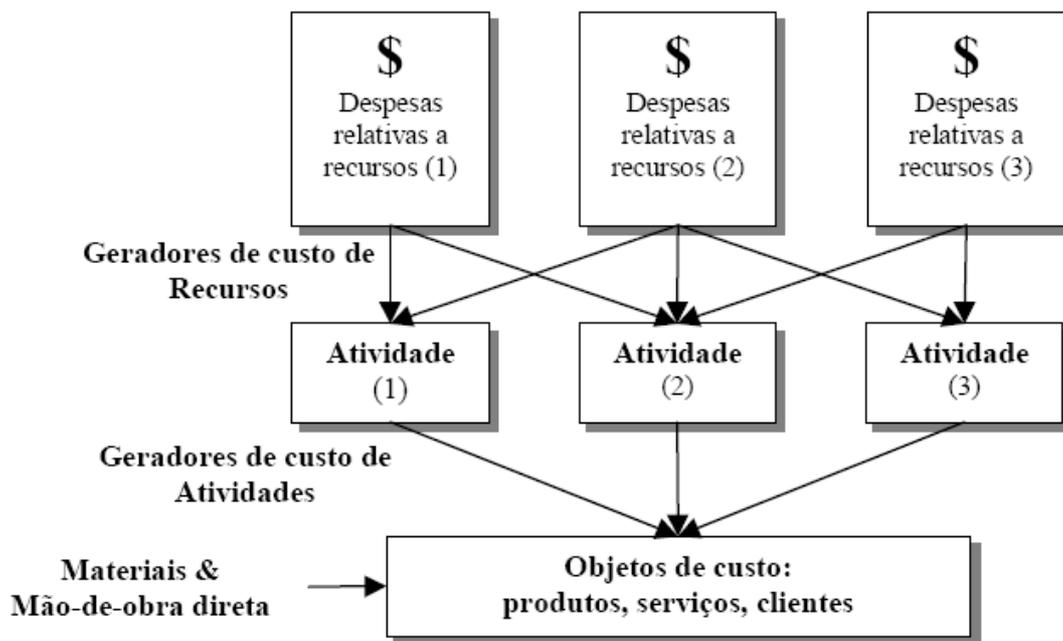
Os métodos dos centros de custos ou RKW (Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit), consiste na divisão da empresa em departamentos, distribuindo os custos indiretos de operação por entre esses departamentos consistindo assim centros de custos. O passos seguintes desse método consistem na distribuição dos custos diretos aos centros de custos e por fim a distribuição dos custos do centro de custos aos produtos (BORNIA, 2002).

O método do custeio por unidades de esforço de produção – UEP’S consiste em custear os esforços de transformação da matéria prima em produtos acabados,

isto é, a utilização da capacidade produtiva da empresa para a confecção do produto. Esse método considera à parte os custos administrativos e de matérias primas, concentrando-se nos esforços de produção (BORNIA, 2002).

O método de custeio baseado na atividade, sistema ABC (*Activity Based Costing*), desenvolvido na década de 80 surgiu da necessidade de informações mais precisas dos custos de produção. O método permite que os custos indiretos e diretos sejam alocados às atividades e somente depois aos produtos, serviços e clientes, conforme a figura 3.2 (KAPLAN e COOPER, 1998).

FIGURA 3.2 – MÉTODO ABC



FONTE:KAPLAN E COOPER, 1998

O método permite uma maior transparência da eficiência dos processos produtivos destacando os custos das atividades que envolvem o desenvolvimento do produto (MARTINS, 2000).

MARCHESAN (2001) desenvolveu um sistema de gerenciamento de custos para obras civis utilizando os princípios do custeio por atividade. Seu trabalho

propôs uma modificação sobre o método tradicional, onde os recursos de produção são consumidos por operações que, por sua vez, são acionadas por tarefas destinadas a partes específicas do produto. Essa adaptação permitiu o acompanhamento com visões de fluxo e valor e melhor adaptação à coleta de dados na obra.

3.2 CONTROLE DE CUSTOS

A grande função do controle de custos é promover o conhecimento do que ocorre para comparação com um referencial. Assim, as atividades de controle de custos podem ser organizadas nos seguintes itens (BORNIA, 2002; MARTINS 2000):

- 1) Fixação de um referencial;
- 2) Coleta de informações da realidade;
- 3) Comparação da realidade com o padrão, obtendo rapidamente os desvios;
- 4) Pronta determinação das causas;
- 5) Rápida ação corretiva.

Existe uma grande ligação entre custos e o orçamento. Essa ligação é feita pelo controle de custos, que ao aferir os custos reais das operações permite a comparação com orçamento original e aprimoramento de futuros orçamentos (MARTINS, 2000).

3.2.1 Ferramentas de controle de custos

Um sistema de custeio além de utilizar princípios e métodos de custeio, deve também empregar alguma ferramenta para o gerenciamento e controle de custos.

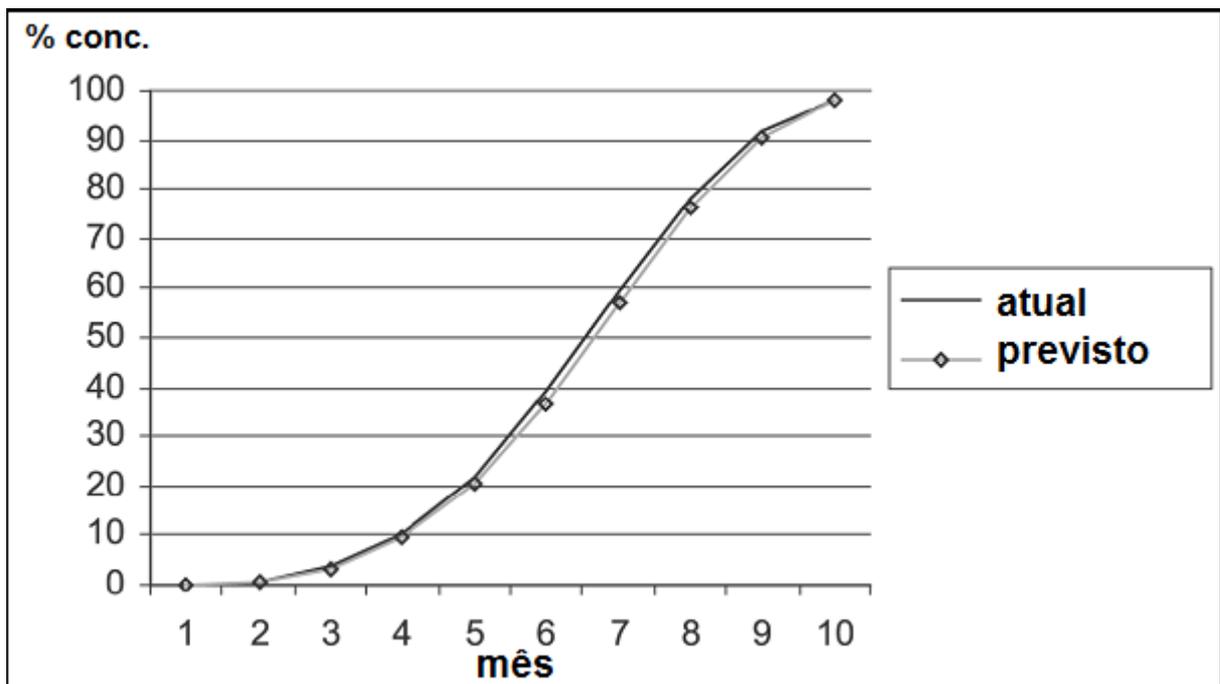
Serão discutidas nesse item as seguintes técnicas de gerenciamento de custos utilizadas na construção civil:

- 1) Curvas de agregação.
- 2) Fluxo de caixa.

3.2.1.1 Curvas de agregação

As curvas de agregação consistem em uma representação gráfica que relaciona o gasto acumulado da obra versus o tempo. É uma ferramenta comumente utilizada como balizamento para a programação e controle de recursos em um projeto. (HEINECK et al.,1996).

FIGURA 3.3 – EXEMPLO DE CURVA DE AGREGAÇÃO



FONTE: BLYTH E KAKA, 2006 (ADAPTADO)

As curvas chamadas “Curvas S”, consistem no valor acumulado de valor ou trabalho desenvolvido num projeto. Seu nome se deve ao aspecto da curva plotada no gráfico que se aproxima à forma gráfica da letra S. Outra curva de agregação

utilizada é a curva de carga que se diferencia da S pelo fato de não ter os valores acumulados (HEINECK et al.,1996).

As curvas S são utilizadas amplamente na indústria para controlar projetos em suas diversas fases de execução (BLYTH E KAKA, 2006). Segundo KERN (2005) as curvas de agregação podem ser úteis no planejamento de quando devem ocorrer os desembolsos do projeto. A saída de um sistema de controle de custos pode ser apresentada numa curva de agregação sendo assim uma ferramenta de controle de custos apresentando os dados com correlacionando com o tempo.

3.2.1.2 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa consiste numa estrutura que apresenta todas as entradas e saídas de caixa de uma companhia durante um período de tempo. Seu mérito reside em oferecer informações para previsão do caixa futuro da empresa, ajudando em decisões gerenciais (NEGAKIS, 2006). SHARMA (2001) aponta que uma das principais preocupações do fluxo de caixa é prever a falência de um projeto ou companhia. É um dos recursos mais importantes de uma construtora, porque é o elemento que suporta a companhia em momentos de baixa liquidez nas receitas evitando falências (SINGH e LAKANATHAN, 1992 apud BLYTH e KAKA, 2006).

Na construção civil é típico o uso de um fluxo de caixa isolado para cada obra. É bastante comum num projeto de uma obra o caixa ficar negativo até próximo ao seu término quando os pagamentos finais são efetuados (PARK, HAN e RUSSELL, 2005). Essa característica normalmente implica numa grande necessidade de financiamento da obra que pode ser aumentado no caso de atraso de pagamentos por parte dos clientes e também mudanças no projeto desde a assinatura do contrato até a entrega (BARBOSA e PIMENTEL, 2001).

Um sistema de controle de custos operacionais na obra é uma fonte de informações importante ao fluxo de caixa da construtora ou obra. As informações

coletadas pelo controle de custos podem ser lançadas no fluxo de caixa da obra da construtora, ajustando os gastos planejados pelos valores reais ocorridos.

3.3 NATUREZA DOS CUSTOS A CONSTRUÇÃO CIVIL

Normalmente a estrutura de custos em obras de construção civil pode ser dividida nos seguintes itens (PARK , HAN e RUSSELL, 2005):

- 1) Mão de obra;
- 2) Material;
- 3) Equipamentos;
- 4) Sub-contratações;
- 5) Custos Indiretos.

Os custos com mão de obra compreendem, além do salário propriamente dito, as contribuições sociais relativas ao salário, os custos com refeição, transporte e outros (GEHBAUER et al., 2002).

Os custos com materiais podem ser divididos em duas categorias: materiais que irão compor a edificação propriamente dita e materiais anexos como escoras, formas e arames que embora não componham a edificação, são fundamentais a construção da mesma (GEHBAUER et al., 2002). Os custos referentes aos materiais são originados das seguintes formas (GEHBAUER et al., 2002):

- 1) Preços de compra (subtraído os descontos);
- 2) Custos de fretes até a obra;
- 3) Custos salariais para serviços de carga, descarga e armazenamento;
- 4) Perdas ou danificação do material durante o transporte ou depósito;

5) Perdas de material para execução dos serviços.

Já os custos com equipamentos e máquinas podem ser abordados de duas maneiras: como custos diretos das atividades ou como custo indireto. A decisão da melhor maneira de abordar esse item reside na natureza do uso do equipamento. Caso o equipamento seja um equipamento do canteiro de obras usado por várias atividades da obra esse pode ser considerado como custo indireto. Caso seu uso esteja bastante vinculado a uma (ou poucas atividades) este deve ser considerado como custo direto da atividade. Devem ser também considerados os custos de depreciação do equipamento (GEHBAUER et al., 2002).

A sub-contratação pode ocorrer de duas maneiras (GEHBAUER et al., 2002):

- 1) Sub contratação de um pacote de serviços completo;
- 2) Sub contratação da mão-de-obra apenas.

No primeiro caso a empresa sub-contratada assume todos os custos relacionados com o material, uso de equipamentos e supervisão dos trabalhos; incorrendo à construtora apenas os custos relacionados à direção dos trabalhos de obra. O segundo caso se assemelha com a contratação direta de mão de obra pela construtora, com a única diferença de que a mão-de-obra não é diretamente paga ficando a cargo da entidade sub-contratada arcar com os aumentos salariais (GEHBAUER et al., 2002).

Fazem parte dos custos indiretos de uma obra os custos de preparação, instalação, equipamentos do canteiro, custos relativos ao funcionamento da obra, trabalhos técnicos e custos especiais como seguros (GEHBAUER et al., 2002). Esses custos indiretos podem ser divididos em (GEHBAUER et al., 2002):

- 1) Custos dependentes do tempo da obra;
- 2) Custos independentes do tempo da obra.

Essa divisão é importante para mensurar a consequência direta da alteração dos prazos de execução da obra (GEHBAUER et al., 2002).

3.4 BENEFÍCIOS E CUSTOS DE SISTEMAS DE CUSTOS

Difícilmente uma informação é totalmente inútil para a administração, mas um ponto importante de discussão acerca de um sistema de custos é a avaliação do gasto e do benefício gerado por um sistema de custos. É fundamental uma análise crítica da validade da informação levantada e se seu benefício é compatível com o gasto gerado (MARTINS, 2000).

4 SISTEMA DE INFORMAÇÕES E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

4.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES: CONCEITOS BÁSICOS

Sistema é um conjunto de partes coordenadas que segundo um plano concorrem para realizar um conjunto de objetivos. Um sistema sempre pode ser considerado como um subsistema de um sistema maior, sendo isso denominado hierarquia de sistemas (POLLONI, 2000).

Um sistema de informações pode ser considerado como uma estrutura para prover informações, qualquer que seja sua utilização (POLLONI, 2000). É um conjunto de componentes inter-relacionadas, com o objetivo de coletar, recuperar, processar, armazenar, e distribuir informações; facilitando a coordenação e análise do processo decisório, bem como apoiar o processo de planejamento e controle (LAUDON E LAUDON, 2001).

POLLONI (2000) define que um sistema de informações eficaz deve:

- 1) Produzir informações confiáveis, em tempo real, realmente necessárias com custo condizente, atendendo aos requisitos operacionais e gerenciais de tomada de decisão;
- 2) Ter diretrizes como base para assegurar a realização dos objetivos de maneira direta, simples e eficiente;
- 3) Ser integrado à estrutura da organização auxiliando na coordenação das diferentes unidades organizacionais (divisões, departamentos e diretorias);
- 4) Possuir um fluxo de procedimentos racional, integrado, rápido e de menor custo;

- 5) Contar com dispositivos de controle para garantia da precisão e confiabilidade da informação de saída, bem como uma adequada proteção aos dados controlados;
- 6) Ser simples, seguro e rápido em sua operação.

Os sistemas de informações podem ser classificados em (BIO, 1994):

- 1) Sistemas de apoio às operações;
- 2) Sistema de apoio à gestão.

No primeiro grupo pertencem os sistemas típicos de processamento de transações como folha de pagamento, processamento de pedidos, compra, faturamento contas a receber e a pagar. Já o segundo grupo pertencem os sistema para tomada de decisões, que se voltam a decisões referentes às operações de planejamento, controle da produção, custos e contabilidade (BIO, 1994).

4.1.1 Sistemas de Informação para controle de produção: ERP

Um sistema de informações dito ERP tem a pretensão de suportar todas as necessidades de informação para a tomada de decisões de uma organização. A sigla ERP vem do termo em inglês *Enterprise Resource Planing* que numa tradução livre significa “Planejamento dos recursos da organização” (CORREA, GIANESI e CAON; 2001).

O ERP surgiu da evolução de dois outros conceitos relativos à programação da produção, o MRP e o MRPII (*material resource planning*). O MRP está relacionado com os processos de orientar o planejamento em função de o que, quanto e quando produzir e comprar. Funciona como uma ferramenta decisória da compra de materiais para apoiar a produção. O MRP II (conhecido como sistema de planejamento de recursos da manufatura) agrega a esse

processo a visão de como produzir, isto é, com quais recursos produzir. A evolução ao ERP ocorre na agregação ao sistema de processos fiscais, contábeis e outras demandas de informação da organização, não totalmente ligadas a produção, constituindo assim um sistema de planejamento de recursos da organização (CORREA, GIANESI e CAON; 2001).

CORREA, GIANESI E CAON (2001) citam os módulos comumente encontrados nos sistemas de informação:

- 1) Operacional: inclui previsões e análises de venda, bem como lista de materiais, programação mestre de produção, planejamento de materiais, planejamento detalhado de capacidades, compras, controle de fabricação, controle de estoques, engenharia, distribuição física, gerenciamento de transporte, gerenciamento de projetos, apoio à produção repetitiva, apoio a gestão de produção em processos, apoio à programação de produção e configuração de produtos.
- 2) Gestão financeira e contábil: Inclui contabilidade geral, custos, contas a pagar, contas a receber, faturamento, recebimento fiscal, contabilidade fiscal, gestão de caixas, gestão de ativos, gestão de pedidos, definição e gestão do processo de negócio.
- 3) Gestão de recursos humanos: inclui pessoal, folha de pagamento.

São exemplos de sistemas ERP internacionais utilizadas em diversos tipos de organizações: SAP/R3, BANN4, Oracle Applications, BPCS, People Soft, JDEdwards, MFG/Pro, Microsoft Dynamics AX entre outros.

No mercado brasileiro existe uma grande quantidade de fornecedores de ERP. As principais empresas do setor são as seguintes: Totvs (Microsiga, Logocenter, RM e DataSul) , Senior e Interquadram.

4.2 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Tecnologia da informação e comunicação (TIC) compreende as tecnologias engajadas na operação, coleção, transporte, recuperação, armazenamento, apresentação e transformação da informação em todas as suas formas: voz, gráfico, texto, vídeo e imagem (BOAR, 1997).

As TICs são ferramentas que têm permitido a inúmeros setores da atividade humana a conquista de maiores eficiência e competitividade, essenciais na era que vivemos. A TIC evoluiu com o avanço observado nas áreas de microeletrônica e telecomunicações e pode ser caracterizada como um sistema que manipula informações usando em conjunto hardware e software (BOAR, 1997). Ela faz uso de um ou mais dos processos de manipulação das informações, que inclui coletar, transmitir, estocar, recuperar, manipular e exibir dados, fazendo parte do sistema de informação das organizações. As TICs vêm permitindo mudanças no processo de trabalho de uma maneira geral, fornecendo uma nova infra-estrutura para o desenvolvimento das atividades de produção e de comunicação de uma organização (HELENO, CINTRA e AMORIN, 2002).

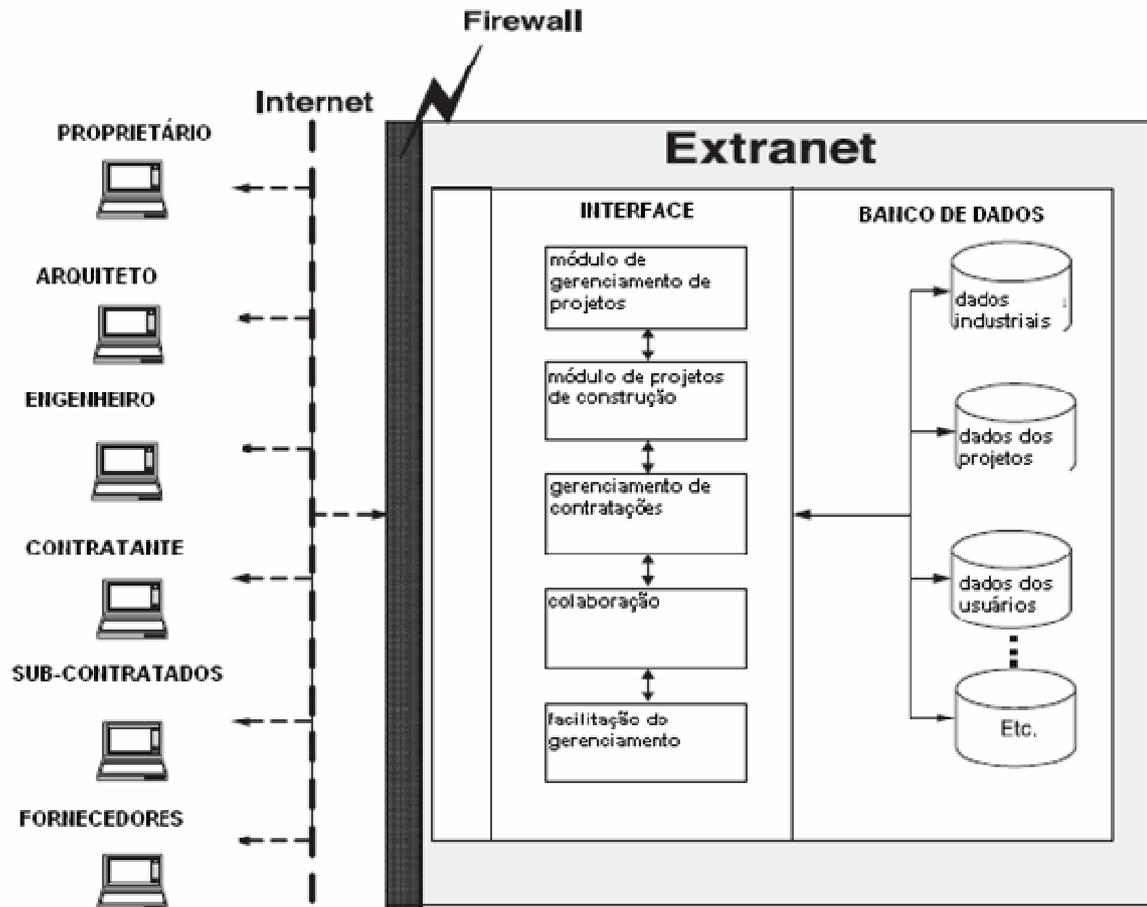
A seguir serão apresentadas duas tecnologias de informações disponíveis aos sistemas de informações, as *Extranets* e a computação móvel, duas tecnologias bastante modernas.

4.2.1 Extranets

Uma *Extranets* pode ser considerada como uma estrutura que, utilizando uma rede de computadores baseada na Internet (Figura 4.1), promove a colaboração das atividades entre fornecedores, clientes e outras empresas que compartilham interesses comuns (SOIBELMAN E CALDAS, 2000).

MAK (2001) indica que a o maior benefício das *Extranets* está na eliminação dos desperdícios com papel e difusão de documentos aos envolvidos num projeto, além de evitar as complicações com as versões dos documentos. O banco de dados on-line disponibilizado por uma *Extranet* inclusive auxilia no gerenciamento do projeto como um todo (FORCADA et al., 2007).

FIGURA 2.1 – EXTRANET NA CONSTRUÇÃO CIVIL



FONTE: NITITHAMYONG E SKIBNIEWSKI, 2004. ADAPTADO.

NITITHAMYONG E SKIBNIEWSKI (2004) citam alguns benefícios oferecidos pelas *Extranets*:

- 1) Aumento da qualidade e rapidez do trabalho;
- 2) Melhora no controle financeiro e de comunicação;
- 3) Acesso facilitado aos dados;
- 4) Diminuição dos erros de documentação.

4.2.2 Computação móvel

As tecnologias móveis têm o potencial de modernizar a sociedade. O setor da construção é um excelente campo para desenvolvimento dessas tecnologias devido as suas características de fragmentação das atividades entre diversos envolvidos, falta de formalização dos processos e trabalhos concentrados em canteiros de obras (REBOL E MENZEL, 2004). Os dispositivos móveis têm a condição de revolucionar as atividades do setor ao levar as capacidades de um computador ao ambiente de produção (KULADINITHI, TIMM-GIEL e GÖRG, 2004).

KIMONTO et al. (2005) listou os principais requisitos necessários para o uso de dispositivos móveis na construção civil:

- 1) Mobilidade e durabilidade do hardware;
- 2) Compatibilidade do hardware e do sistema operacional;
- 3) Coerência de dados entre o dispositivo móvel e a base de dados central;
- 4) Estabilidade do sistema e fácil interface com o usuário.

Os dispositivos móveis podem resolver um dos grandes problemas do uso da TIC na construção civil. Esse problema está relacionado com o fato das atividades da construção implicarem numa grande necessidade de mudanças de local, ao contrário do que normalmente ocorre nas demais indústrias (REBOLJ, MAGDIC e CUS-BABIC, 2002). ZEN (2006) indica em seu estudo que o uso de computação móvel para registros de informações, no momento da sua criação, permite uma retroalimentação mais eficiente dos dados a um sistema de informações.

Alguns dispositivos móveis comumente utilizados: *LapTops*, *Tablets PC*, *Smart Phones* e PDA (*Personal digital assistance* - assistente digital

pessoal). As características desses aparelhos variam em relação ao seu tamanho, capacidades de memória e processamento, tamanho de tela e duração da bateria. São dispositivos em constante aprimoramento pela indústria de *hardware*.

4.3 SISTEMA PLANTRACKER

Em 2004, fruto do projeto de pesquisa “SIGEO – sistema de gestão de obras”, foi concebido em parceria com a empresa TechResult, então incubada na UFPR, e o Grupo de Tecnologia de Informação e Comunicação da UFPR (GRUPOTIC), o sistema intitulado de *PlanTracker* (MENDES JUNIOR. et al. 2006).

O sistema consiste numa *Extranet* que integra as informações geradas no canteiro de obra para o planejamento, o controle da execução, qualidade e segurança dos serviços utilizando dispositivos móveis - PDA (MENDES JUNIOR et al., 2005).

O sistema tem uma estrutura voltada para o planejamento e controle de obras. O princípio utilizado pelo sistema é parametrizar previamente uma estrutura de serviços e atividades que correspondem às atividades padrão da empresa construtora em obras. Isto é, previamente o sistema ganha informações sobre os diversos itens que compõem a EDT das obras executadas pela construtora. Esses serviços e atividades podem ser atribuídos a uma obra da empresa ganhando informações de sua programação, local dos serviços e quantidade.

FIGURA 4.2 – ATRIBUIÇÃO DE SERVIÇOS E ATIVIDADES PARA AS OBRAS NO *PLANTRACKER*

FONTE: MENDES JUNIOR ET AL., 2005

Esses serviços e atividades ao serem parametrizados recebem informações dos processos construtivos e dos itens de inspeção de qualidade e de segurança do trabalho que devem ser feitos durante a execução dos mesmos. Isso permite que o fiscalizador de uma tarefa no canteiro de obras tenha no computador de mão uma série de informações para apoiar a execução e o controle dessa tarefa.

O sistema tem uma funcionalidade de coordenação do planejamento de obra na *Extranet* que exibe as informações num gráfico de Gantt. O princípio do planejamento existente no sistema consiste em lançar as tarefas a serem executadas na obra à partir da estrutura padrão de serviços e atividades, e semanalmente, ajustar as informações relativas a essas tarefas permitindo o controle das tarefas no canteiro.

O controle de execução e apontamento dos dados reais de execução das tarefas pode ser feito no dispositivo móvel (PDA) ou na própria *Extranet* quando adequado.

FIGURA 4.3 – PROCEDIMENTOS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE NO *PLANTRACKER* E IMAGEM DO DISPOSITIVO MÓVEL



FONTE: MENDES JUNIOR ET AL., 2005

Para utilização do princípio de planejamento e controle existente no *Plantracker* um passo importante está no processo da implantação do mesmo. Nessa fase, deve ser feito um estudo para identificar os principais itens da EDT utilizada pela construtora nos projetos de suas obras e lançar essas informações no sistema. Essa padronização além de facilitar o processo de planejamento e controle, é uma oportunidade à construtora em documentar e padronizar a lista de serviços e atividades executados em suas obras.

5 MÉTODO DE PESQUISA

5.1 PROJETO *PLANTRACKER*

Essa dissertação foi desenvolvida como parte do projeto “*Plantracker* – Sistema de Gestão de Obras o qual conta com o apoio financeiro do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e da Fundação Araucária.

O projeto prevê o aprimoramento do sistema *Plantracker* que consiste numa *Extranet* que integra as informações geradas no canteiro de obra para o planejamento, o controle da execução, qualidade e segurança dos serviços utilizando dispositivos de computação móvel (MENDES JUNIOR et al., 2005; MENDES JUNIOR. et al. 2006). Os aprimoramentos se concentram nos seguintes itens:

- 1) Ambiente de Colaboração (Gerenciamento de Documentos, Comunicados e Workflow);
- 2) Gerenciamento de Obras (Planejamento e Controle);
- 3) Orçamento, planejamento e controle de Custos;
- 4) Controle de Insumos da Obra;
- 5) Gestão Financeira.

Essa dissertação se insere dentro do projeto de pesquisa ao desenvolver um sistema de informações para controle dos custos diretos, sendo alguns dos conceitos aqui discutidos, serem futuramente incorporados ao sistema resultante do projeto.

O sistema *Plantracker*, conforme apresentado no item 4.3 desse trabalho, apresenta uma estruturação destinada ao processo de planejamento e controle da produção em obras de construção civil. O sistema de controle de custos desenvolvido dentro dessa pesquisa está baseado no sistema *Plantracker* e na sua estrutura para planejamento e controle da produção na construção.

5.2 ESTRATÉGIA DA PESQUISA

Conforme apresentado no capítulo 1 desse trabalho o problema de pesquisa se concentra na seguinte questão:

Como deve ser estruturado um sistema de informações para controle dos custos diretos em obras de construção civil?

A natureza dessa questão sugere o desenvolvimento da pesquisa inserida na realidade com a necessidade de envolvimento de organizações. Trata-se também de um estudo exploratório no qual é necessária uma investigação empírica dos fenômenos.

ROBSON (1993) mostra que o método de pesquisa que melhor permite um estudo exploratório com análise dentro de um contexto real utilizando múltiplas fontes de evidência é o estudo de caso. YIN (2001) complementa que os estudos de caso são ideais a pesquisas de fatos contemporâneos que não se pode ter controle sobre os eventos comportamentais. Foi adotado, portanto, a estratégia do estudo de caso à pesquisa desta dissertação.

A unidade de análise deste estudo são os requisitos necessários ao sistema de informações para coleta de informações para o controle dos custos operacionais m obra.

5.3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso realizado nessa pesquisa ocorreu no segundo semestre de 2006. Como explicado no item anterior, o sistema de informações aqui proposto utiliza o software *Plantracker*. Com isso, os passos iniciais do estudo de caso se concentraram na implantação do sistema *Plantracker* e da sua estrutura para planejamento e controle da produção em uma construtora que se prestou para o desenvolvimento da pesquisa, bem como o estudo do fluxo de informações da empresa construtora. Na seqüência as atividades se concentraram na especificação dos novos requisitos necessários ao controle de custos, prevendo a coleta de informações no canteiro de obras, a escolha da tecnologia de informação adequada a essa coleta e a integração com a estrutura de planejamento e controle da produção existente no *Plantracker*.

Assim as atividades no estudo de caso podem ser divididas em cinco fases (Figura 5.1):

- 1) Levantamento do fluxo de informações de custo;
- 2) Implantação do sistema *PlanTracker*;
- 3) Proposição de novos requisitos ao sistema;
- 4) Incorporação dos itens propostos ao sistema implantado;
- 5) Avaliação do sistema de informações.

FIGURA 5.1 – DELINEAMENTO DA PESQUISA



Na seqüência são descritas as principais atividades e objetivos de cada uma dessas cinco fases do estudo de caso.

5.3.1 Levantamento das informações de planejamento e controle

As atividades nessa fase do estudo tiveram a preocupação de identificar os processos de planejamento e controle de custos da construtora, bem como apresentar aos responsáveis da construtora o plano de trabalho. Nessa fase, foi também identificada a obra a ser estudada e levantadas algumas das suas características.

As principais fontes de dados utilizadas foram entrevistas e análise documental referente aos processos de planejamento e controle de custos da empresa construtora. Foram analisados diversos documentos desde cronogramas,

orçamentos e relatórios gerados pelo sistema administrativo e de orçamentos utilizado pela empresa.

Como resultados desse trabalho, foram levantadas as características das atividades de planejamento e controle de custos da construtora sendo essas representadas num gráfico de fluxo de informações.

5.3.2 Implantação do sistema *PlanTracker* 1.1

A segunda fase do estudo contemplou a fase de implantação do sistema *Plantracker* versão 1.1. Essa versão do sistema embora seja completa às atividades de planejamento e controle de cronogramas (incluindo coleta de informações diretamente em computadores de mão) não tem todos os requisitos necessários ao apontamento dos custos das operações em obra.

Nessa fase foi determinada a estrutura de pacotes de atividades e serviços a serem executadas na obra em complacência aos cronogramas, orçamentos e demandas de relatórios da empresa. Essa estruturação de atividades e serviços que foi inserida no *Plantracker*, durante a implantação, definiu a EDT do projeto possibilitando as atividades de planejamento e controle de produção. Essa estruturação também levou em conta características do sistema de qualidade da construtora, permitindo-se assim também o controle de qualidade em campo oferecido pelo *Plantracker*.

As atividades desenvolvidas dentro dessa fase além de qualificar os trabalhos empíricos à especificação, desenvolvimento e implantação do sistema de controle operacional de custos, possibilitou avanços em outras demandas de estudos relacionados ao projeto de pesquisa *Plantracker*.

5.3.3 Proposição de novos requisitos ao sistema

À luz da bibliografia e resultados obtidos nas fases anteriores do estudo de caso, passou-se a especificação dos novos requisitos do sistema para atender a demanda de controle de custos operacionais na obra.

A análise iniciou-se com a avaliação dos requisitos já existentes no *Plantracker*, levantando-se que tipo de informações de custo já podem ser apuradas com as coletas atuais. Na seqüência foram propostos novos requisitos sendo eles divididos em uma das duas camadas do sistema *Plantracker* :

- 1) Extranet (camada web do sistema Plantracker)
- 2) PDA (camada em dispositivo móvel do Plantracker)

A classificação dos requisitos entre as duas camadas obedeceu alguns critérios como local de origem dos apontamentos dos requisitos e grau de complexidade dos mesmos. Mais detalhes desses requisitos podem ser observados na figura 6.1.

5.3.4 Incorporação dos itens propostos ao sistema implantado

Uma vez identificados os novos requisitos, foi definido quais que seriam imediatamente incorporados ao sistema e quais os requisitos que seriam acompanhados por planilhas e fichas anexas ao sistema *PlanTracker*. Essa separação teve como objetivo a redução dos custos de desenvolvimento na programação de novas funcionalidades ao sistema. Como os novos requisitos propostos ainda não foram validados no estudo empírico, isso poderá gerar um risco ao se assumir e custear a incorporação de todos esses itens propostos.

Por outro lado a mobilidade representa um item importante dentro do sistema de controle de custos aqui apresentado. A avaliação de um requisito destinado ao computador móvel será bastante comprometida caso este não seja

incorporado ao sistema e sua avaliação foi feita por meios manuais em planilhas. Tendo em vista isso alguns dos requisitos foram incorporados ao sistema já nessa fase da pesquisa.

No final dessa fase dos trabalhos foi elaborado um quadro com a lista dos requisitos, suas características e objetivos.

5.3.5 Avaliação do sistema de informações

No último mês dos trabalhos empíricos foi feito o acompanhamento do sistema *Plantracker* bem como a utilização das fichas e planilhas anexas ao sistema com os demais requisitos.

Ao final dos trabalhos de avaliação foi completado o quadro com requisitos do sistema de custos com a avaliação de sua efetividade, e quando necessárias, apontadas as mudanças. A avaliação foi feita pelo pesquisador e pelo responsável pela empresa construtora participante da pesquisa. A avaliação foi feita sobre os seguintes itens:

- 1) Relevância da informação;
- 2) Efetividade do apontamento;
- 3) Análise crítica do pesquisador e da empresa construtora.

6 ESTUDO DE CASO

6.1 CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA DO ESTUDO DE CASO

A construtora estudada nesse trabalho atua no mercado de construções civis desde 1979. Trata-se de uma empresa de médio porte que atua em construções principalmente na região de Curitiba. A construtora apresenta as seguintes características:

- 1) Tem certificação de qualidade PBQPH nível A;
- 2) Trabalha com cronogramas no *MSPProject*;
- 3) Seus processos exigem que exista um computador com acesso a internet banda larga nas obras;
- 4) Diretoria com preocupação contínua em aprimorar seus procedimentos de execução e gerenciamento de obras;
- 5) É uma empresa de médio porte. Acredita-se com isso que os resultados obtidos na empresa sejam extensíveis também a empresas pequenas e grandes;
- 6) Profissional da empresa já teve participação em pesquisas do Grupo TIC da UFPR;
- 7) A empresa já usou o método *LastPlanner* em obras passadas.

6.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA OBRA

A obra escolhida para estudo de caso compreende a construção de um conjunto de prédios de apartamentos residenciais. São quatro prédios (chamados de blocos) com 4 andares, cada um com 4 apartamentos. As atividades da obra

iniciaram no segundo semestre de 2006. As atividades do estudo de caso, no entanto, se iniciaram antes disso. Durante um período de 2 meses foi desenvolvida uma análise dos processos de PCP da empresa, bem como levantadas informações para parametrização do sistema *Plantracker* para utilização na obra.

6.3 LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE

6.3.1 Planejamento da obra

A primeira fase do estudo de caso concentrou-se no levantamento do fluxo de informações das atividades de planejamento e controle da produção desenvolvidos pela empresa construtora.

A construtora utiliza um *software* para gerenciar suas operações financeiras, englobando as atividades de orçamentação, cotação e compra de materiais, controle financeiro por lançamento de contas a pagar e receber com fluxo de caixa e curvas de agregação. Paralelamente aos processos de controle financeiro feito por intermédio desse sistema, a empresa monta uma planilha orçamentária demonstrativa para atendimento a demanda do banco financiador da obra.

O planejamento da obra, por sua vez, é efetuado no *software MS-Project professional*. A construtora utiliza uma EDT padrão, já concebida em obras anteriores, para organização do cronograma no *MS-Project*. Esse cronograma compreende ao cronograma de longo prazo, ou cronograma mestre, ditando os principais marcos da obra. Os marcos obtidos dentro desse cronograma são incorporados à planilha orçamentária destinada ao banco financiador. Essa planilha, com dados do orçamento e marcos de entrega da obra, compreende um objeto importante na gerência da obra, pois a partir dela que são liberadas as parcelas de financiamento do empreendimento.

A grande dificuldade apresentada pela diretoria da empresa construtora em todo esse processo reside nas diferentes estruturas existentes. O orçamento efetuado no sistema financeiro da empresa utiliza uma estrutura de serviços voltada à orçamentação sendo esses serviços formados por composições de custos que indicam o consumo de insumos que cada serviço necessita a sua elaboração. Já o cronograma da obra indica uma estrutura de serviços mais voltada a uma visão geral do projeto da obra. Nele são exibidas as etapas da obra, a rede de precedências entre os diversos serviços, as datas previstas para execução dos diversos serviços e os principais marcos. Na planilha destinada ao banco financiador existe uma tradução entre o cronograma e orçamento do sistema financeiro. O responsável da obra analisa o cronograma e o orçamento e monta numa única estrutura a planilha a ser entregue ao banco financiador.

Esse processo apresenta alguns problemas gerenciais. A planilha trata os serviços num nível macro não sendo, portanto, uma ferramenta ideal ao gerenciamento da obra. Outro problema da planilha é o esforço repetido que a sua elaboração despense. É necessário desenvolver o orçamento e cronograma separadamente para só então os juntar num único documento. A planilha também é pouco flexível a modificações do projeto decorrente a variações apontadas no controle da obra.

O problema se agrava quando é considerada a estrutura de serviços controlados pelo sistema de qualidade da construtora, o PBQP-H (programa brasileiro de qualidade e produtividade na habitação). A estrutura de serviços de qualidade é diferente da estrutura do orçamento e cronograma.

6.3.2 Levantamento do fluxo de informações

O levantamento do fluxo de informações foi feito com base no estudo citado no item anterior além de entrevistas com o responsável da obra (Figura 6.1). As principais fontes de informação foram as seguintes:

- 1) Sistema de informações financeiro existente na construtora;
- 2) Planilha com o orçamento e macros da obra destinada ao banco financiador;
- 3) EDT da construtora para obra de conjuntos de prédios residenciais;
- 4) Cronograma da obra;
- 5) Entrevistas efetuadas com o responsável da obra.

O fluxo de informações foi montado de forma a separar as atividades de escritório e obra. O fluxo se inicia com o orçamento da obra elaborado com apoio do sistema financeiro da obra contando com informações gerais da obra, as composições de insumos da obra e cotação atualizada dos mesmos. A partir desse orçamento é gerada a planilha destinada ao banco financiador e o cronograma mestre da obra.

Na seqüência é feita a contratação de mão-de-obra em contratos chamados “guarda-chuva”, no qual o empreiteiro contratado não tem um escopo definido de atividades a executar na obra. Sua contratação é feita em função da quantidade de profissionais a serem disponibilizados na obra por um período de tempo. Essa característica de contratação efetuada pela empresa apresenta algumas limitações gerenciais. O responsável pela obra não tem controle sobre a produtividade dessa equipe sub-contratada além de ter dificuldade em apropriar os custos gerados por essa equipe às atividades da obra.

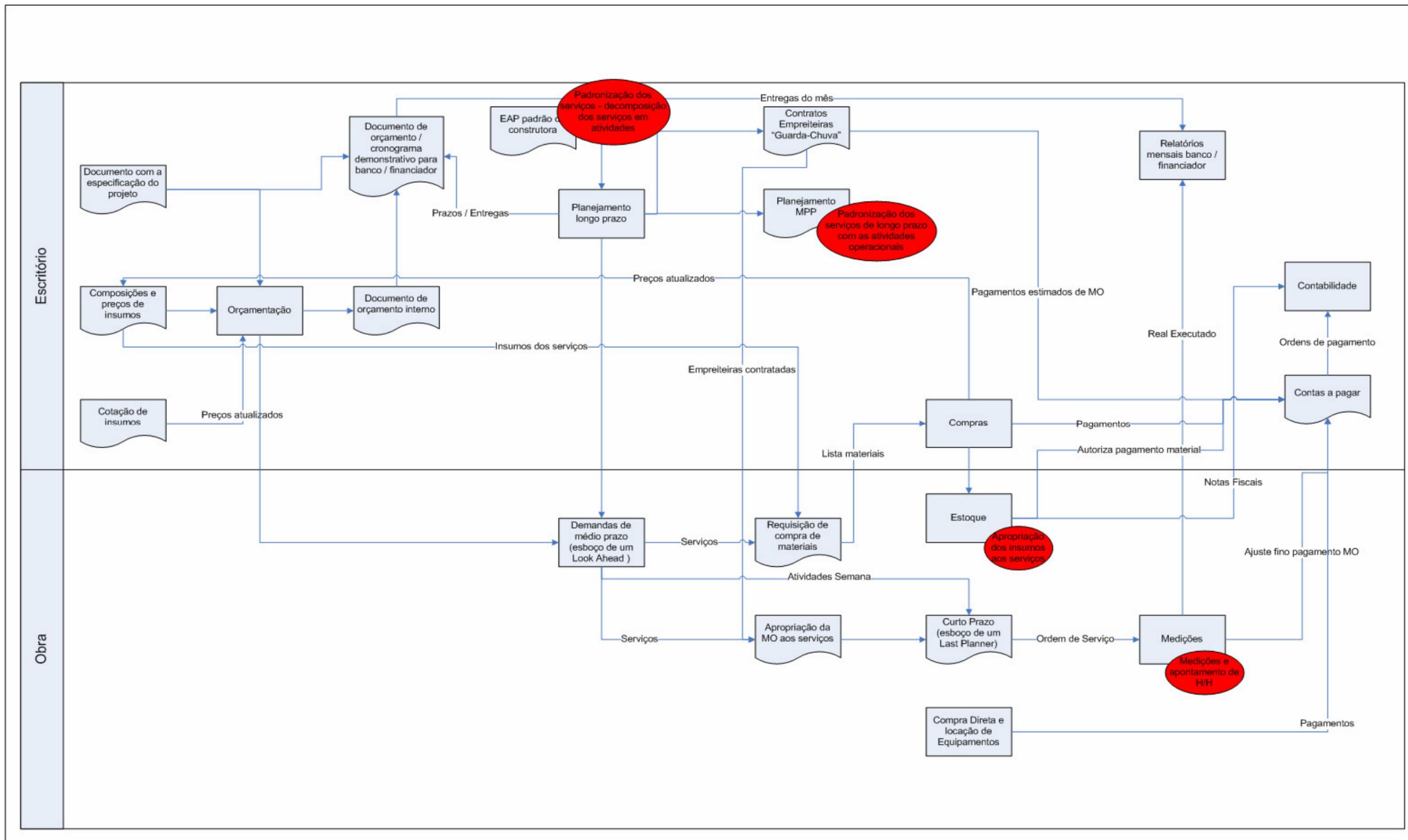
À partir do planejamento de longo prazo e principalmente do orçamento gerado no sistema de informações é obtida uma programação de médio prazo da obra. Essa programação oferece informações das necessidades de compras da obra. Com isso são geradas requisições de compra de material que são enviadas ao escritório. Os materiais comprados são entregues no estoque da obra onde são armazenados. Essa programação de médio prazo não tem algumas das preocupações apontadas pela bibliografia como sendo importantes num planejamento de médio prazo como: seqüenciamento das atividades operacionais da obra, identificação da carga de trabalho dos recursos, gerenciamento das restrições ou agrupamento de atividades distintas em operações únicas.

As atividades da obra são acompanhadas semanalmente numa reunião com os empreiteiros na qual são definidas as atividades semanais da obra. Periodicamente são feitas medições dos serviços executados, sendo a principal preocupação destas a elaboração da planilha a ser entregue mensalmente ao banco financiador com o andamento da obra. Não se observou um processo claro de re-planejamento da obra em função do controle efetuado.

O fluxo se completa com as atividades feitas no sistema financeiro como controle dos pagamentos e atualização da base de dados com o preço dos insumos. As notas fiscais são enviadas a contabilidade da empresa.

A seguir é apresentado o fluxo de informações levantado. No fluxo em vermelho são mostradas as intervenções dessa pesquisa ao processo tradicional, visando a implantação do sistema *PlanTracker* e concepção do sistema de controle de custos.

FIGURA 6.1 – FLUXO DAS INFORMAÇÕES DE CUSTO NA CONSTRUTORA



6.4 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA *PLANTRACKER*

6.4.1 Estudo e preparação dos dados da empresa

No item anterior foi apresentado o processo de planejamento e controle da empresa estudada. Para a implantação do sistema *PlanTracker* na empresa foram realizadas algumas adaptações desse processo a fim de se utilizar o sistema da melhor maneira.

O sistema *PlanTracker* tem como característica a padronização dos serviços e atividades da empresa. Essa padronização permite que sejam definidos os critérios construtivos dos serviços e atividades de obra previamente, para aproveitamento dessas informações no momento de controle da atividade na obra. Essa estrutura no *PlanTracker* é única a toda a empresa construtora sendo conforme a necessidade das obras.

Com isso, a definição da estrutura de serviços e atividades do *PlanTracker* deve conciliar:

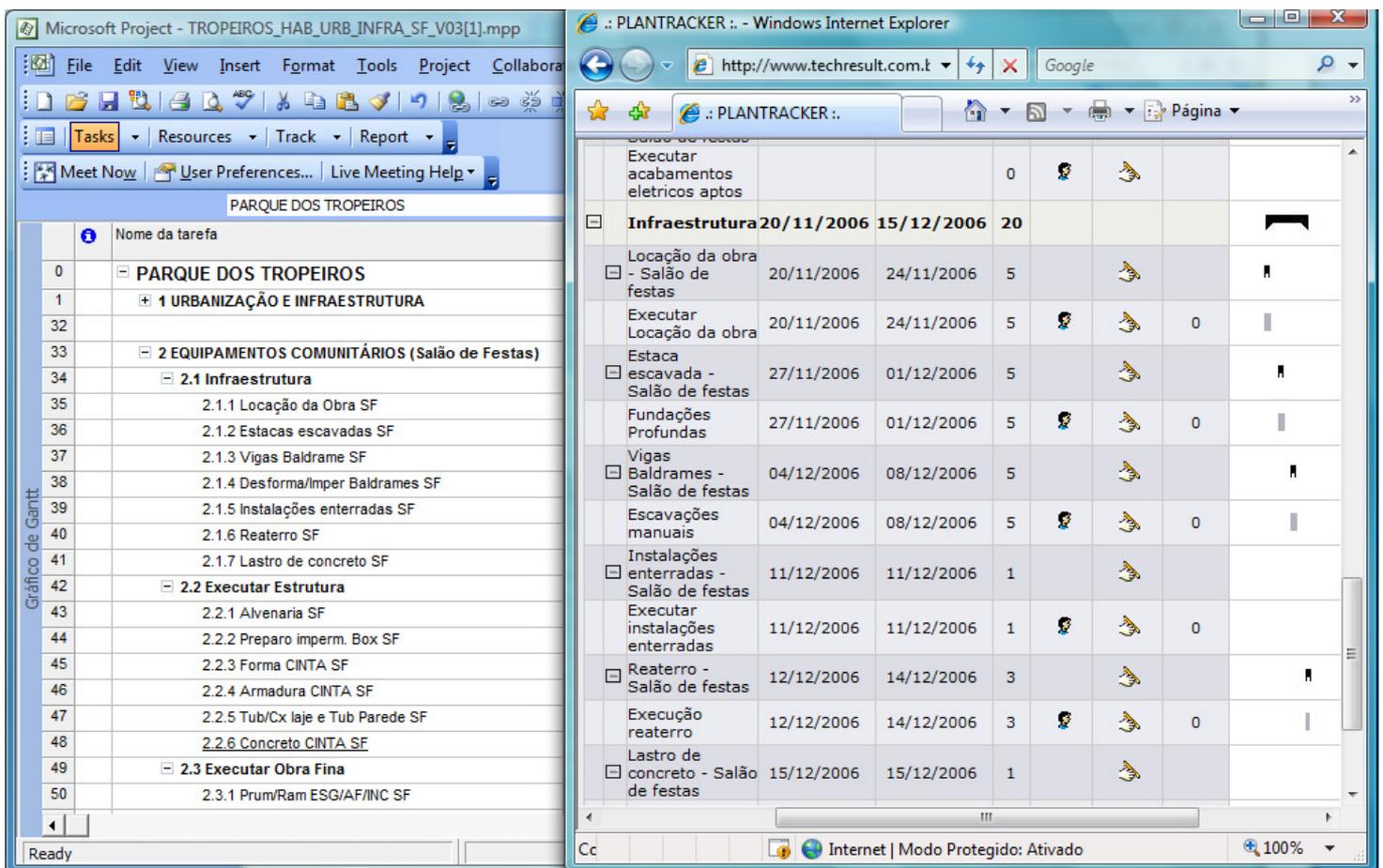
- 1) A estrutura utilizada no cronograma (EDT padrão da construtora);
- 2) A estrutura utilizada nas planilhas enviadas ao banco financiador;
- 3) A estrutura utilizada no orçamento;
- 4) A estrutura utilizada no controle de qualidade da construtora.

Numa avaliação de todas essas estruturas, percebeu-se que a estrutura utilizada no orçamento (produzida junto com o software de orçamento) difere bastante das demais. Essa estrutura tem serviços que contemplam composições de custos e são estruturados de tal forma que a orçamentação seja facilitada. Já nas demais estruturas (mesmo a planilha destinada ao banco financiador) é possível encontrar uma correspondência mais clara entre elas, sendo portanto possível

desenvolver uma estrutura única para todas elas. Optou-se então na concepção dessa estrutura única para que essa fosse definida como estrutura de serviços do *Plantracker*. A estrutura originada do orçamento não foi considerada nessa integração devido a sua diferenciação das demais estruturas.

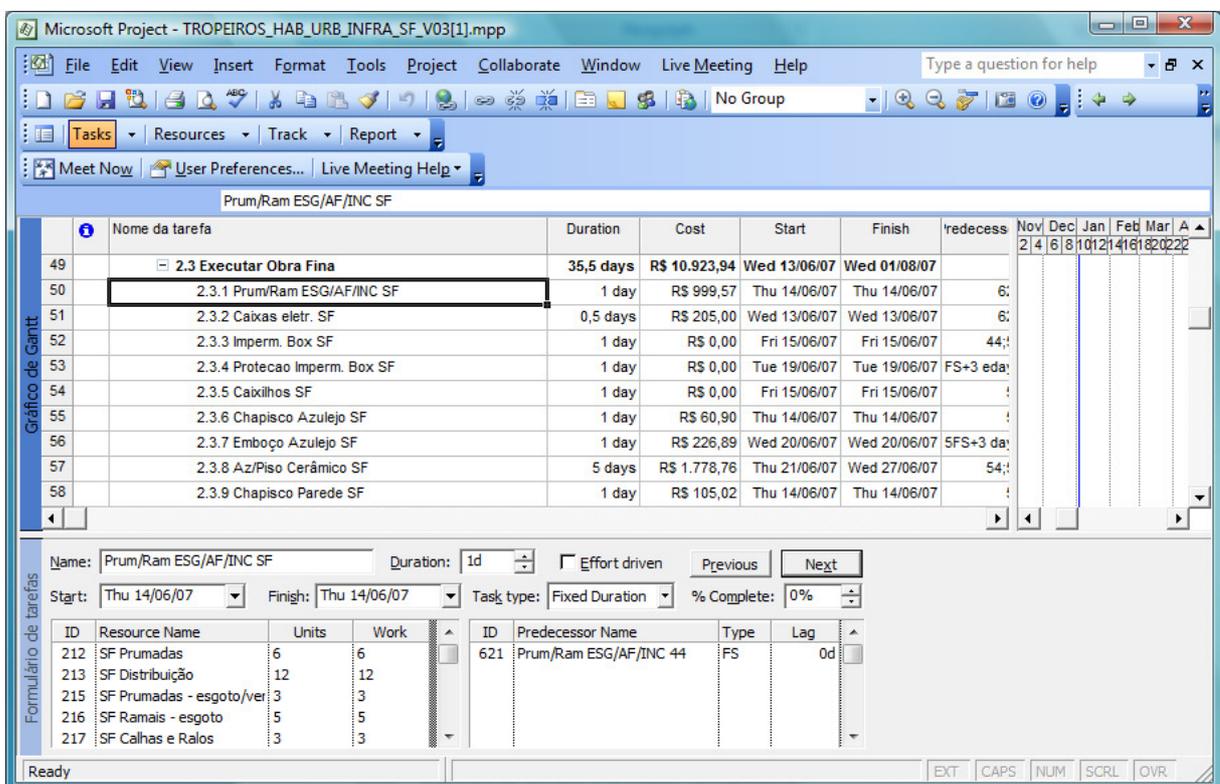
O primeiro trabalho feito visando a integração dessas estruturas foi elaborado no cronograma no *MS-Project*. Na estrutura do cronograma foram identificadas as etapas construtivas e os locais onde são executados os serviços. A parametrização dessas estruturas (etapas e locais) contemplou um dos primeiros passos da implantação do sistema. Foi feito um rearranjo da EDT do cronograma, apontando para cada serviço o local de execução e separando os serviços em etapas (no *MS-Project* as etapas ficaram representadas como atividades sumário).

FIGURA 6.2 - PLANEJAMENTO DA OBRA



O segundo passo foi a integração do cronograma em *MS-Project* com a planilha enviada ao banco financiador. Essa integração foi feita, incorporando-se ao cronograma recursos do tipo material que seriam na seqüência atribuídos às atividades do cronograma. Assim cada atividade do cronograma tinha um ou mais recursos do tipo material, sendo cada recurso com custo igual àquele apontado na planilha de custos enviado ao banco financiador. Com essa atribuição foi possível acompanhar os custos passados ao banco financiador dentro do cronograma.

FIGURA 6.3 - INCORPORAÇÃO DE RECURSOS NO PLANEJAMENTO

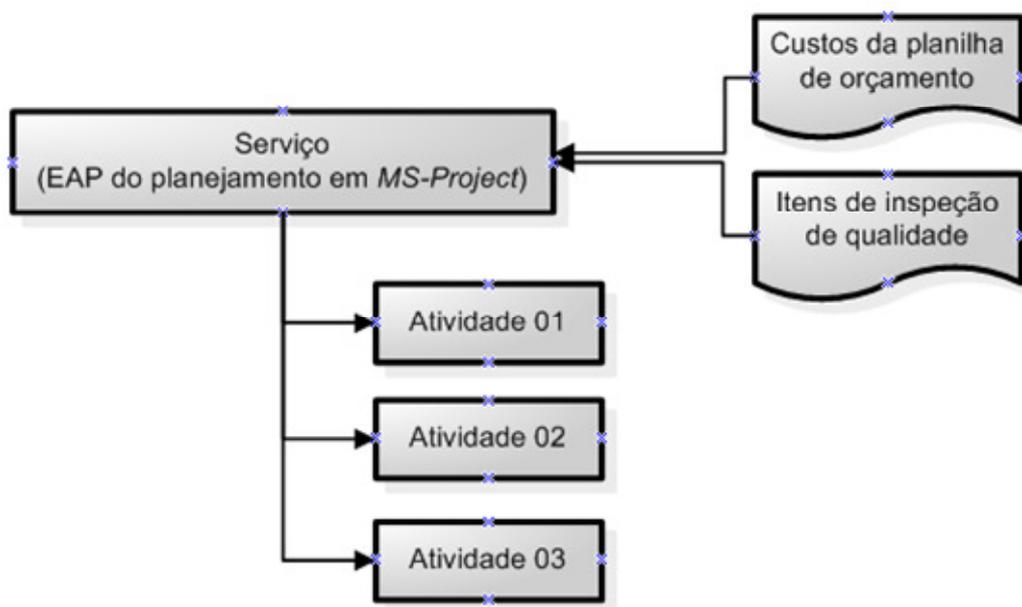


O terceiro passo foi integrar o cronograma com os serviços controlados do programa de qualidade da construtora. Foram encontrados no cronograma correspondências a todos os serviços controlados pela construtora. A grande dificuldade nesse trabalho foi conciliar os nomes dos serviços que eram diferentes entre as duas estruturas.

6.4.2 Estrutura de serviços e atividades no *Plantracker*

O cronograma no *MS-Project* agora com os recursos da planilha orçamentária e serviços controlados pelo programa de qualidade integrados, serviu como base para a estrutura de serviços do *PlanTracker*

FIGURA 6.4 – ESTRUTURA DE SERVIÇOS DO *PLANTRACKER*: INTEGRAÇÃO COM DEMAIS ESTRUTURAS DA CONSTRUTORA



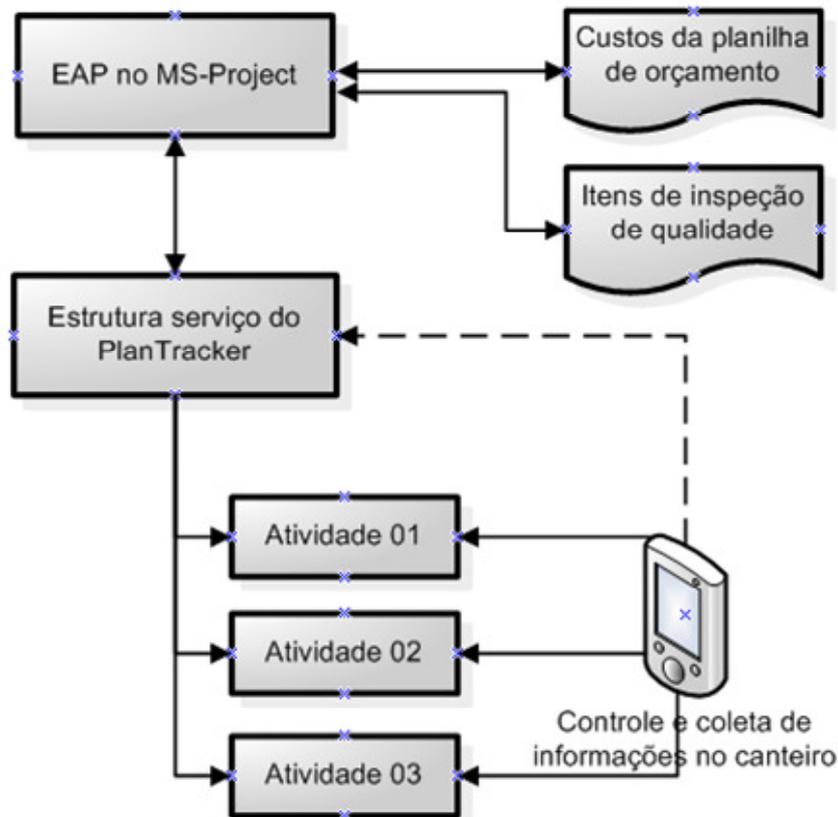
Porém, a estrutura de serviços do *Plantracker* deve contemplar também a estrutura de atividades mais específicas. Essas atividades mais específicas estão diretamente ligadas às tarefas operacionais de obra, ou seja, os pacotes de trabalho da EDT da obra. Esse nível mais detalhado da estrutura de serviços permite o controle das tarefas em obra por melhor corresponder aos trabalhos diários da obra. O controle de custos das operações em obra é viabilizado com esse detalhamento dos serviços em obra.

Com isso, a estrutura existente no cronograma no *MS-Project* foi introduzida como sendo a estrutura **serviço** do *PlanTracker*. Em discussões com os profissionais envolvidos da construtora foram definidas as tarefas operacionais de

cada serviço sendo essas incorporadas a estrutura **atividade** do *Plantracker*. A construtora não tinha pré-definida essa estrutura de pacotes definidas em sua documentação. Para a definição dessas atividades foram necessárias reuniões com os engenheiros da construtora. No entanto, essa definição dos itens mais específicos da EDT da obra, a listagem dos pacotes de trabalho, acabou sendo feita de forma simplificada por questões de prazo e de trabalho que seria gerado nesse estágio do estudo.

A idéia central dessa estruturação de uma única EDT foi propiciar uma integração das informações de planejamento e controle da construtora em todos os níveis. Percebeu-se, com isso, que uma necessidade de existir uma integração automática do sistema *PlanTracker* com o *MS-Project*. Nesse estudo, essa integração foi projetada para ser feita manualmente à partir dos valores de percentual concluído dos serviços. A integração das informações relacionadas aos custos serão abordadas no sub-capítulo de que trata os novos requisitos do sistema abordando as necessidades de controle de custo.

FIGURA 6.5 – CONTROLE DAS INFORMAÇÕES DE CANTEIRO PELAS ESTRUTURAS DO PLANTRACKER



6.4.3 Utilização do sistema *Plantracker*

O primeiro passo para a utilização do sistema foi a capacitação dos profissionais da construtora (diretores, engenheiros de obra, estagiários e técnicos). Foram agendadas duas sessões de treinamento (3 horas) quando foram mostradas as características do sistema e o plano de trabalho em obra.

Na seqüência foram iniciados os trabalhos na obra. Numa primeira visão dos trabalhos, chegou-se a conclusão da necessidade de se lançar previamente os serviços presentes no *MS-Project* para o *PlanTracker*, sendo salvas linhas de base no *PlanTracker* para avaliação das variações de prazo. Semanalmente, o engenheiro da obra atualiza o planejamento apontando com mais precisão as datas de trabalho para a próxima semana. Mensalmente, à partir do relatórios de medições

do *PlanTracker*, as informações de prazo são transcritas ao planejamento no *MS-Project*, promovendo o retorno da informação de controle ao planejamento.

Durante o desenvolvimento dessas tarefas foram observadas algumas dificuldades. A primeira foi relacionada ao trabalho necessário para transpor as informações do *MS-Project* ao *Plantracker*. Com isso foi alterado o procedimento de transposição de informações. Os serviços e atividades foram atribuídos ao *PlanTracker* de forma semanal, sendo incluídos apenas os serviços da semana. Com isso, não foi possível utilizar a linha de base do sistema para controle, porém se conseguiu agilidade nos processos. O segundo ponto que foi revisto foi apontamento individual dos profissionais executores do serviço. Como existe grande rotatividade dos profissionais das empreiteiras alocados na obra, foi optado pelo controle por perfil profissional e não pelo profissional em se. Assim, o controle oferece apenas a informação sobre quantos profissionais de determinada qualificação trabalharam na execução da tarefa, não se tendo informação das tarefas executadas por determinado profissional.

As atividades de planejamento semanal foram feitas em conjunto pelo engenheiro da obra, estagiário e mestre-de-obras. O controle foi feito pelo estagiário que foi o usuário que ficou de posse do computador de mão para as medições. Abaixo imagem uma imagem do sistema *Plantracker* apresentando parte do planejamento da obra:

FIGURA 6.6 - IMAGEM DA TELA DE PLANEJAMENTO DO *PLANTRACKER*

	Atividades	Data Início	Data Fim	Dias Úteis	Recursos	Detalhes/Ajustar	Gráfico de Gantt
<input type="checkbox"/>	Consumos Mensais	03/11/2006	02/08/2007	195			
<input type="checkbox"/>	Consumos mensais - Bloco 2	03/11/2006	02/08/2007	195			
<input type="checkbox"/>	Consumos mensais - Bloco 3	03/11/2006	02/08/2007	195			
<input type="checkbox"/>	Consumos mensais - Bloco 4	03/11/2006	02/08/2007	195			
<input type="checkbox"/>	Infraestrutura - Implantação	03/11/2006	07/02/2007	69			
<input type="checkbox"/>	Rede de drenagem - Implantação - Canteiro	23/11/2006	22/12/2006	22			
	Escavação de valas até 4m	23/11/2006	06/12/2006	10			
	Apilado de fundo de vala	24/11/2006	07/12/2006	10			
	Reaterro e compactação de valas	24/11/2006	07/12/2006	10			
	Concreto simples d=0,20m	24/11/2006	07/12/2006	10			
	Concreto simples d=0,40m	24/11/2006	07/12/2006	10			
	Executar rede de drenagem	11/12/2006	22/12/2006	10			
	Tubo de PVC 150 mm	11/12/2006	22/12/2006	10			
	Lastro/berço	11/12/2006	22/12/2006	10			
<input type="checkbox"/>	Muro de fechamento - Canteiro	23/11/2006	20/12/2006	20			
	Muro alvenaria chapiscado	23/11/2006	20/12/2006	20			
<input type="checkbox"/>	Rede elétrica - Implantação - Canteiro	24/11/2006	07/12/2006	10			

Percebeu-se durante a utilização do sistema uma necessidade em flexibilizar a estrutura padrão de serviços presentes no *Plantracker* no que diz respeito as atividades dos serviços (os pacotes de trabalho). Durante o planejamento de curto prazo, foi percebida a necessidade de se criar atividades não previstas na EDT padrão. Um exemplo disso ocorreu nos serviço de revestimento de alvenarias. Na estrutura padrão do serviço não contempla atividades de montagem de andaimes que em alguns casos é necessária a execução do revestimento. Nesses casos deve existir a possibilidade de adaptar a estrutura padrão do serviço para anexar essas atividades ocasionais necessárias para sua execução.

6.5 LEVANTAMENTO DOS REQUISITOS

Uma vez implantado o sistema *Plantracker*, foi desenvolvido no estudo de caso o levantamento dos requisitos necessário ao sistema de informações para o controle dos custos de produção.

Conforme apresentado no item 3.3, os custos em obras de construção civil podem ser divididos em (PARK, HAN e RUSSELL, 2005):

- 1) Mão de obra.
- 2) Material.
- 3) Equipamentos.
- 4) Sub-contratações.
- 5) Custos Indiretos.

O sistema de controle de custos a ser desenvolvido nesse trabalho deve ter requisitos que abranjam todos esses tipos de custos da construção. Nesse sub-item são discutidos os requisitos do sistema *PlanTracker*, e quais os novos itens que devem ser incorporados.

6.5.1 Análise de Requisitos:

6.5.1.1 *PlanTracker* entradas de informações já existentes:

O primeiro passo para definição dos novos requisitos do sistema foi avaliação das coletas de informações já existentes dentro do sistema:

- 1) Datas reais de execução.
- 2) Quantidade real medida.
- 3) Porcentual concluído.

- 4) Equipe executora (inclusive empreiteira).
- 5) Problemas de execução.
- 6) Itens de verificação de qualidade.
- 7) Itens de verificação de segurança do trabalho.
- 8) Relatórios de não conformidades.

Para atendimento da verificação dos custos diretos de mão de obra na execução das tarefas pode ser observado a existência de duas informações importantes: as datas de execução e a equipe executora. Com essas informações, é possível verificar o pessoal envolvido na execução da tarefa e o período que estes ficaram mobilizados na mesma. Porém, a informação é incompleta para apuração dos custos diretos, uma vez que não se pode verificar a produtividade dessa equipe e o tempo efetivo de trabalho da equipe dentro do período que foi executado o serviço.

Para o controle dos custos com materiais e equipamentos, não encontrou-se nessa coleta, nenhuma informação importante. A única que pode auxiliar numa avaliação sobre os custos dos materiais seriam os relatórios de não conformidades que comumente apontam problemas executivos que geraram um gasto maior de material. Porém, essa é uma informação apenas complementar, sendo necessários novos requisitos para trabalhar com o controle de custos de material e equipamentos.

Conforme apresentado no item 3.3, para GEHBAUER et al. (2002) os custos com sub-contratações ou se assemelham aos existentes com a mão-de-obra própria ou são bastante abrangentes, sendo a sub-contratada responsável por gerir inclusive os custos com materiais equipamentos, dentre outros. Com isso podemos perceber a necessidade do sistema de controle ser desenvolvido na modalidade de contratação na qual a característica dos trabalhos se assemelha àqueles feitos por

mão-de-obra própria. Nesse caso, basta utilizar os mesmos requisitos usados no controle de mão de obra própria sendo necessário, apenas, o apontamento da empreiteira que o operário presta serviço.

Para o controle dos custos indiretos, deve ser discutida a validade de coleta de informações nas operações de obra. Conforme apresentado no item 3.3 para GEHBAUER et al. (2002) fazem parte dos custos indiretos de uma obra os custos de preparação, instalação, equipamentos do canteiro, custos relativos ao funcionamento da obra, trabalhos técnicos e custos especiais como seguros. Com isso o levantamento das informações de custos indiretos acaba sendo muito mais uma atividade administrativa da empresa construtora do que uma atividade de coleta de dados na obra. Assim, a coleta de informações para os custos indiretos não foi abordada nessa análise.

6.5.1.2 Proposição de novos requisitos ao sistema:

a) Controle de mão de obra e sub-contratados

Os novos requisitos do sistema *Plantracker*, devem ser incorporados ou ao seu ambiente WEB (ambiente que tem mais recursos em espaço na tela para entrada de informações) ou no PDA (ambiente mais restrito porém móvel e acessível mesmo no ambiente de produção do canteiro de obras).

No item anterior foi discutido que a principal demanda para coleta de informações sobre o custo das operações de mão-de-obra e sub-contratadas na obra ocorre no apontamento das horas trabalhadas por cada profissional. Essa informação das horas trabalhadas, mais a informação do valor horário do profissional oferece o valor do custo direto da mão-de-obra na execução da tarefa.

Como essa informação é mais facilmente levantada no ambiente de produção do canteiro de obra, à partir de uma consulta ao profissional ou ao mestre-de-obras, essa funcionalidade é mais adequada ao PDA.

O sistema *Plantracker* tem a opção de apontamento de trabalho feito por empresas subcontratadas e seus profissionais. Sendo então esse requisito extensível aos trabalhos da empresa sub-contratada.

FIGURA 6.7 - TELA DE CAPTURA DE INFORMAÇÕES DE HORAS TRABALHADAS



b) Controle de materiais

Para o controle do custo de materiais necessários à execução das tarefas é necessário avaliar os diferentes materiais existentes na obra. A maior parte deles é armazenada no almoxarifado da obra. Para o controle de custos desses materiais, foi definido uma novo requisito ao sistema. Esse requisito é responsável ao apontamento do destino de cada material do almoxarifado. O destino desses

materiais necessariamente é uma das tarefas planejadas para execução na semana. Com isso é possível contabilizar, à partir das quantidades de cada material atribuído a cada tarefa, o custo de material da tarefa.

O apontamento dessa informação deve ser feito no almoxarifado, ambiente onde é possível ter um computador disponível. Com isso esse requisito foi atribuído ao ambiente Web do sistema.

Também é necessário apontar a utilização de materiais que não ficam disponíveis no almoxarifado. Na obra em estudo foram identificados os seguintes materiais cujo armazenamento ocorre fora do almoxarifado:

- 1) Materiais brutos com grandes dimensões (como blocos de concreto, tijolos e blocos cerâmicos).
- 2) Materiais granulares e aglomerantes (cimento, areia, cal, groute e brita) que ficam espalhados numa área do canteiro.
- 3) Materiais disponíveis em silos (como argamassa, lama bentonítica).

Nas discussões com os engenheiros da construtora, chegou-se a conclusão que para o levantamento do uso dos materiais de grande dimensões é possível utilizar o apontamento feito no almoxarifado para controlar esse material. Isso porque mesmo o material não sendo estocado diretamente no almoxarifado, esse pode ser controlado pelo almoxarife que apontaria o uso do material indicando a tarefa de destino. A única consideração feita aos blocos e tijolos é que o controle não pode ser feito pela quantidade de blocos utilizada e sim pela quantidade de palletes do mesmo (que por sua vez tem uma quantidade padrão de blocos). Isso porque é de difícil o acompanhamento da quantidade exata de blocos utilizada. Como o valor unitário de cada bloco é pequeno, não existe a necessidade de apontamento da quantidade a valores inferior a um pallet.

Para os materiais granulares e aglomerantes o levantamento da quantidade utilizada é mais complicada. Esses materiais são coletados pelos operários da obra por carrinhos de mão e baldes, sendo impossível estimar o volume retirado em cada carrinho de mão. Para estimar o consumo desses materiais é necessário, portanto usar uma informação complementar. Essa informação está relacionada à betoneira e ao traço da argamassa ou concreto a ser produzido com esses materiais. O almoxarife pode capturar a informação do volume e o traço de concreto produzido em cada mistura feita na betoneira (operação chamada pelo pessoal de obra de *betonada*). Com o traço e volume total, é possível calcular o volume gasto com cada material utilizado na produção da argamassa ou betoneira. Esse apontamento deve ser feito numa inspeção nos trabalhos com a betoneira, sendo necessária mobilidade ao apontamento. Assim, fica mais lógico que o apontamento do uso de materiais para produção em betoneiras seja ser feito no PDA, porém como os demais materiais (os do almoxarifado e os brutos) são controlados na WEB, optou-se por padronizar essa entrada de informações na WEB. Com isso é necessário que exista uma inspeção contínua do almoxarife ao uso da betoneira, sempre levantando as informações da betona e inserindo-as no sistema no computador no almoxarifado. Esse apontamento, assim como o feito com os materiais do almoxarifado, deve indicar a tarefa do planejamento onde foi consumida a argamassa ou concreto produzido.

Já os materiais estocados em silos representaram um problema no apontamento de consumo. O silo não tem nenhuma ferramenta que permite verificar o consumo do material estocado. Como o material do silo é retirado em baldes e carrinhos de mão, é impossível levantar com precisão o volume retirado. A aplicação do material retirado do silo é direta, não existindo a possibilidade de controlar o material pela betoneira. Como isso a única maneira de controlar o material do silo é requisitar ao fornecedor do mesmo o desenvolvimento de uma ferramenta de medida do volume retirado. Como não foi possível dentro do período dessa

pesquisa, encontrar uma solução com o fornecedor, não foram controlados os custos com os materiais em silos nesse estudo de caso. Porém, como o custo com o material no silo é relevante, a resolução desse problema é importante ao sistema de controle de custos.

QUADRO 6.1 - QUADRO DOS REQUISITOS DO SISTEMA DE CONTROLE DE CUSTOS

Requisitos		Características	Objetivos
Controle de mão de obra e empreiteiros	Datas reais de execução	Apontamento sobre um calendário. Pode ser apontado tanto no PDA quanto na WEB	Capturar as datas exatas de execução das tarefas na obra. Não indica diretamente uma informação ao controle de custos (essa é apurada pelas horas de trabalho), mas importante para controle da produção.
	Quantidade real medida	Apontamento da quantidade medida	Acusar a quantidade do serviço já executada.
	Porcentual concluído	Permite a entrada do valor % concluída	Acusar a quantidade do serviço já executada.
	Empreiteira Executora	Permite indicar a empreiteira dos executores da tarefa	A informação dos homens-hora usadas na execução das tarefas deve ser cruzada com a informação da empreiteira para levantamento dos custos da execução dos serviços

	Requisitos	Características	Objetivos
	Tempo de trabalho de cada recurso em cada tarefa na medição.	Indica em horas ou em dias o tempo de trabalho de cada operário na execução da tarefa	Fundamental para apuração dos custos de mão de obra própria e terceirizada. A partir dos contratos com cada profissional e empreiteiro, pode-se apurar os custos com mão-de-obra da tarefa
Controle de materiais	Planilha de apropriação de materiais do estoque às tarefas	Apontamento de saída de material do estoque indicando o seu local de aplicação, que deve ser o mesmo da programação semanal de atividades obtida pelo <i>Plantracker</i>	Fundamental para controle dos custos com materiais. Com a informação do consumo de material de cada tarefa mais o valor gasto na compra do material é obtido o custo com material de cada tarefa.
	Planilha para apropriação de materiais granulares e aglomerantes	Apontamentos realizados junto às betoneiras com o objetivo de levantar o consumo de materiais constituintes de argamassas e concreto	Fundamental para levantamento do custo com materiais. Representa uma especialização do controle de materiais no estoque, e é necessário devido a dificuldade na medição dos itens dessa natureza.

6.6 INCORPORAÇÃO DOS ITENS PROPOSTOS AO SISTEMA IMPLANTADO

Na penúltima fase do estudo de caso foi feita a incorporação dos novos requisitos ao sistema de informações bem como a avaliação destes em campo.

A programação do novo requisito ao computador de mão responsável pelo apontamento das horas de trabalho foi feita pelo próprio pesquisador. Essa modificação no sistema implicou em atividades de programação em diversas camadas de software do sistema *Plantracker*, incluindo os serviços web de sincronização das informações entre o dispositivo móvel e módulo web do sistema.

Os requisitos responsáveis pelo apontamento do custo com materiais não foi programados no sistema. Por questões de prazo, estes foram acompanhados por apontamentos manuais em planilhas. Para que esse controle funcione, é necessário imprimir semanalmente a programação de atividades do *Plantracker* e impressão da planilha de apropriação de insumos apresentada anteriormente. O almoxarife com esses dois documentos fez os apontamentos manuais da apropriação dos custos, controlando os custos com materiais na obra.

No quadro à seguir estão discriminados os diversos requisitos levantados para o sistema de controle de custos e como estes foram incorporados ao sistema *Plantracker*.

QUADRO 6.2 – AMBIENTE DOS REQUISITOS DO SISTEMA

Requisito		Ambiente		
		 WEB (extranet do <i>Plantracker</i>)	 PDA (módulo móvel do <i>Plantracker</i>)	 APONTAMENTOS MANUAIS TEMPORÁRIOS
Controle de mão de obra e	Datas reais de execução	X	X	
	Quantidade real medida	X	X	
	Porcentual concluído	X	X	
	Empreiteira Executora	X	X	
	Tempo de trabalho de cada recurso em cada tarefa na medição.	X*	X*	
Controle de materiais	Planilha de apropriação de materiais do estoque às tarefas			X*
	Planilha para apropriação de materiais gran. e aglomerantes			X*

* Novos requisitos

6.6.1 AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES

A última fase do trabalho se concentrou na avaliação dos novos requisitos do sistema *Plantracker*. Foram observados os seguintes itens na avaliação:

- 1) Relevância da informação.
- 2) Precisão do apontamento (não foram feitas auditorias para medir a precisão, essa foi feita com entrevistas com os usuários, na qual estes indicavam a confiabilidade do dado que estavam inserindo no sistema).
- 3) Análise crítica do pesquisador e da empresa construtora.

Segue um quadro com os resultados dessa avaliação:

QUADRO 6.3 – AVALIAÇÃO DOS REQUISITOS

Controle de mão de obra e empreiteiros	
Requisitos	Avaliação
Datas reais de execução	<p>Informação de fácil apontamento. O pessoal da obra (estagiário) normalmente apontou essa informação diretamente na extranet do <i>Plantracker</i>, embora essa possa ser lançada no dispositivo móvel. Isso ocorreu porque essa informação é de fácil memorização e o pessoal da obra não teve problema em anotar elas no escritório. Essa é uma informação importantíssima, pois inclusive apóia o sistema na reprogramação do planejamento das atividades sucessoras.</p> <p>Quando essa informação foi anotada em dia, essa foi bastante precisa. Porém houve momentos onde o pessoal da obra não desenvolveu o apontamento do controle em dia, nesse casos a informação foi feita de forma retroativa e com imprecisões.</p>

Requisitos	Avaliação
Quantidade real medida	<p>Informação depende da medição da quantidade medida em campo. Dependendo da tarefa controlada essa medição não é simples e depende do uso de equipamentos especiais. O apontamento foi feito no dispositivo móvel, predominantemente. É uma informação importantíssima ao controle de custos e pode ser usada como parâmetro para pagamento de empreiteiros e liberação de recursos com financiadores. Essa informação nem sempre foi precisa. Em várias ocasiões o pessoal da obra (estagiário) evitou a medição física apontando a quantidade planejada do serviço com quantidade real.</p>
Porcentual concluído	<p>Informação complementar. Representa uma avaliação mais abstrata do verificador sobre o serviço. Em muitos casos a porcentagem concluída lançada foi exatamente a proporcional entre a quantidade de serviço planejada e a real. O apontamento foi predominantemente feito na WEB.</p>
Empreiteira Executora	<p>Informação importante para o controle dos custos pois permite correlacionamento das informações de mão-de-obra com as empresas sub-contratadas que esses prestam serviços. Essa informação foi feita na maior parte dos casos no PDA e de forma precisa.</p>

Requisitos	Avaliação
<p>Tempo de trabalho de cada recurso em cada tarefa na medição.</p>	<p>Informação importante para medir o custo com mão-de-obra. Porém, a de maior dificuldade de apontamento. Isso ocorre devido a necessidade do verificador dos serviços estar constantemente inspecionando os serviços. Em muitos casos foi observado o apontamento apenas em dias cheios de trabalhos, não sendo levantada a informação de trabalho em horas. O apontamento foi feito predominantemente no PDA, já que recuperar essa informação normalmente implica em verificações em campo do trabalho dos operários. Observou-se maior precisão dos dados levantados nessa inspeção quando feitos diariamente.</p>
<p>Controle de materiais</p>	
Requisitos	Avaliação
<p>Planilha de apropriação de materiais do estoque às tarefas</p>	<p>Apontamento fundamental para o controle de custos com materiais. O almoxarife não teve dificuldades no apontamento dos materiais às atividades da semana. Eventualmente ocorreram saídas de material para tarefas não programadas para a semana, tarefas essas normalmente relacionadas com reparos e instalações provisórias. A informação foi lançada na ficha de apropriação de materiais sendo as tarefas de destino dos materiais as atividades planejadas na semana.</p>

Planilha para apropriação de materiais gran. e aglomerantes	Informação importante pois complementa o custo com materiais das tarefas. Durante o período do estudo de caso foram raros os apontamentos desse tipo de uso de material. É necessário disciplina do almoxarife em verificar o uso dessa material nas betoneiras.
--	--

As atividades sobre a versão web do sistema foram efetuadas pelo engenheiro da obra, estagiário e almoxarife além do diretor da empresa que esporadicamente acessava o sistema para acesso aos dados coletados. Não se percebeu dificuldades desses profissionais em usar a ferramenta.

Já os apontamentos no PDA foram efetuados pelo estagiário apenas. Este não relatou nenhuma dificuldade para entendimento de como operar a ferramenta.

7 SISTEMA DE INFORMAÇÕES

Com base no estudo empírico onde foram levantados os requisitos de coleta de informações para o sistema de controle de custos, é proposto, nesse capítulo, o sistema de controle de custos para obras de construção civil.

O foco do sistema aqui apresentado está na formatação da coleta das informações de custo no canteiro de obras com a indicação da tecnologia de informação adequada para essa coleta. Um sistema de informações de controle de custos deve contemplar, também, requisitos para a orçamentação e planejamento de custos que embora não abordados nesse trabalho são fundamentais para um sistema de custos.

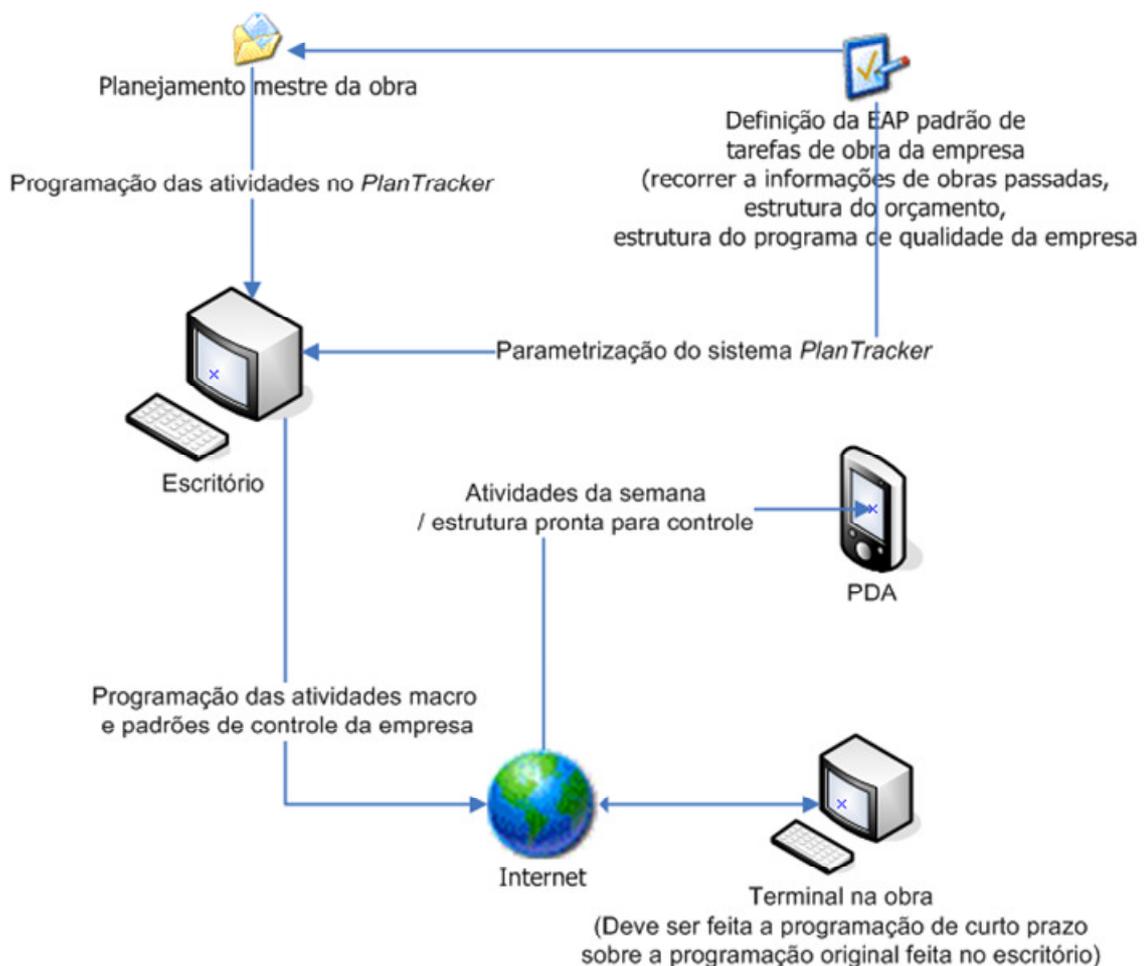
O sistema aqui proposto utiliza o sistema *PlanTracker* (apresentado no item 4.3) que corresponde a um software que acumula funções de planejamento, controle e organização de obras de construção civil contando com as tecnologias de *Extranet* para parametrização e visualização dos dados e um módulo em dispositivo móvel (PDA) para auxílio na execução e controle das atividades em obra.

A primeira diretriz ao sistema de controle de custos indicada nesse estudo está da determinação e organização da EDT de tarefas a serem executadas na obra (figura 7.1). A obtenção dessa estrutura não é trivial, pois demanda estudo de diversas estruturas existentes na construtora. No estudo de caso feito nessa pesquisa foram identificadas as estruturas de orçamento, de planilhas de controle do banco financiador da obra, estrutura padrão usada em cronogramas em *MS-Project* e a estrutura do sistema de qualidade da empresa. É importante que a EDT padrão de tarefas seja, sempre que possível, compatível com o maior número de estruturas existentes nos diversos processos da construtora. Isso permite que sejam feitas

ligações dos trabalhos em obra diretamente com itens do orçamento ou do programa da qualidade, por exemplo.

No sistema aqui proposto, essa estrutura é definida preferencialmente antes do início da obra. Com a utilização do sistema *PlanTracker* foi possível estruturar essa EDT num sistema disponível na WEB, permitindo com que todos os envolvidos no projeto da obra tenham acesso a essa estrutura.

FIGURA 7.1 – SISTEMA DE INFORMAÇÕES: PREPARAÇÃO DAS INFORMAÇÕES



Uma vez definida a estrutura padrão de tarefas em obra deve ser feito um cronograma do desenvolvimento da obra pouco detalhado, o qual podemos chamar de cronograma mestre. Esse cronograma que usa EDT padrão definida anteriormente apresenta poucos detalhes e precisão das datas de execução das

tarefas. É necessário que na obra seja elaborado um cronograma de curto prazo que indique com maior precisão o cronograma das tarefas permitindo com que seja possa ser feito o controle das tarefas.

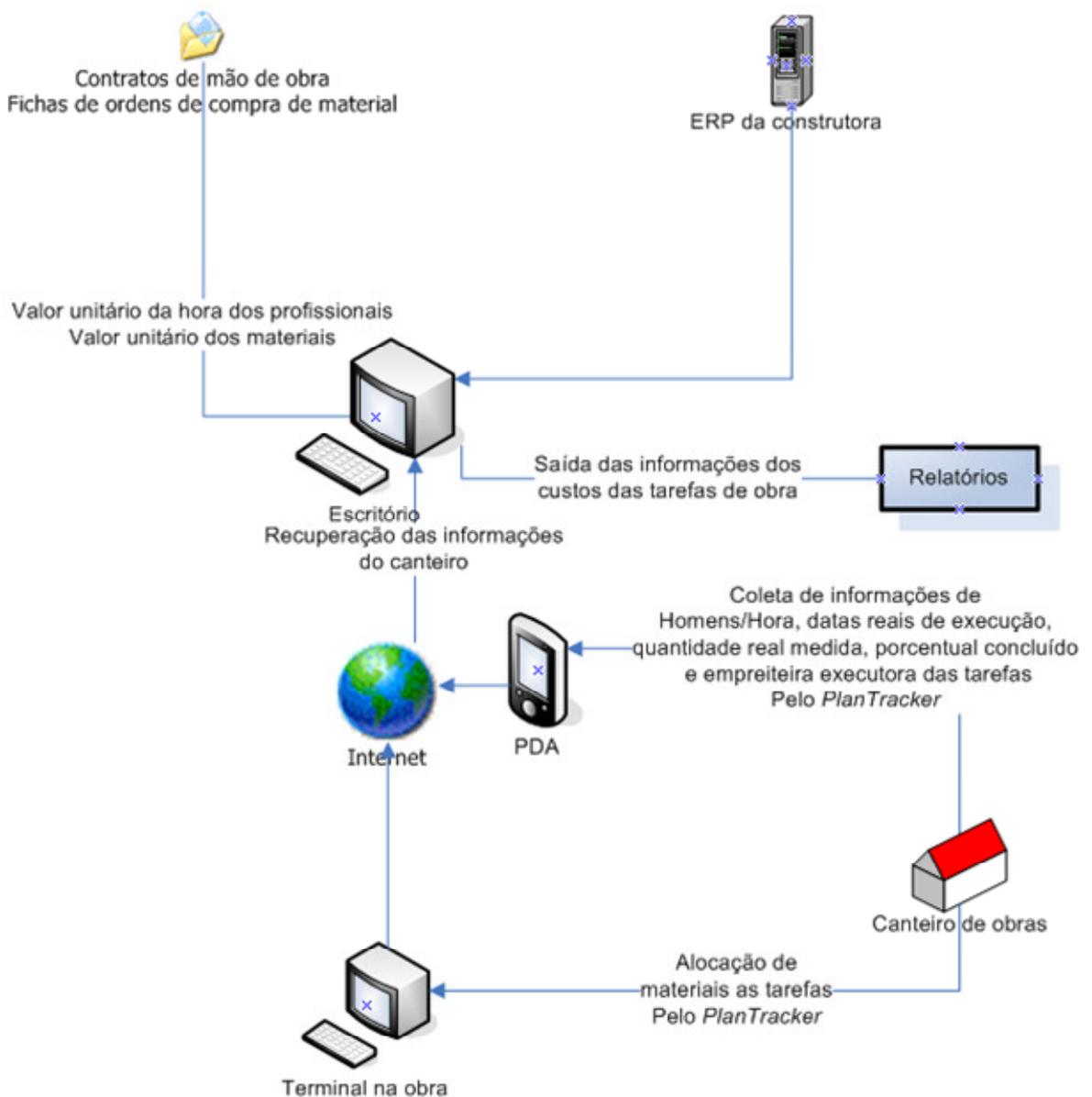
Com o planejamento das atividades de curto prazo é possível que sejam feitos os apontamentos dos custos da execução das tarefas programadas. Esse apontamento é feito no PDA e na WEB, conforme conveniência para entrada dos dados (Figura 7.2).

No estudo empírico foram definidos como entradas de informações próprias ao PDA a coleta de homens/hora para execução da tarefa, as datas reais de execução das tarefas, a quantidade medida executada da tarefa, o percentual concluído da execução da tarefa e apontamento se os operários executores da tarefa correspondem a uma empreiteira sub-contratada. Esses itens foram incorporados ao PDA devido a mobilidade que essa tecnologia oferece na captura dos dados. No sistema de informação aqui proposto o operador do PDA coleta a informação diretamente na área de operação do canteiro de obras lançando a os dados em cada uma das tarefas programadas da semana.

No apontamento de materiais a entrada de informações é feito pela WEB. Esse apontamento é feito num terminal com acesso ao sistema preferencialmente posicionado no almoxarifado da obra. O encarregado pelo controle dos materiais no almoxarifado deve apontar para toda saída de material o destino desse que deve ser uma tarefa do planejamento semanal do sistema. O sistema de informação também prevê especializações para o apontamento dessa informação do consumo de materiais. Conforme levantado no estudo empírico, existem materiais cujo levantamento da quantidade é complicado como areia, brita, grout, etc. Nesse casos, o sistema prevê a entrada de informações de forma diferenciada. No caso da areia, brita e grout foi definido o apontamento do consumo por volume de argamassa

ou concreto produzido em cada betoneira sendo usada a informação do traço para levantar o consumo unitários dos materiais constituintes dessas massas.

FIGURA 7.2 – SISTEMA DE INFORMAÇÕES: COLETA E RETORNO DAS INFORMAÇÕES DE CUSTOS



Os dados coletados são então encaminhados pelo sistema *Plantracker* até o escritório onde podem ser exportados a planilhas. O operador de escritório com base nas informações de contratos de mão-de-obra e pedidos de compras de

material (em empresas mais estruturadas essa informação pode ser conseguida por um sistema de informações administrativas ou até de um ERP), pode totalizar os custos diretos com materiais e mão-de-obra. O cálculo é feito multiplicando o total de horas gastas de cada profissional pelo seu custo unitário, e no caso de materiais multiplicando o custo unitário de compra de cada material pelo total consumido em obra.

Todos esses apontamentos, tanto os referentes a mão-de-obra quanto ao de materiais, são necessariamente ligados a uma tarefa planejada na semana. Como a estrutura dessas tarefas é oriunda da EDT padrão da empresa, o sistema de informações pode prover após uma série de controles, o custo real médio direto de cada tarefa de obra efetuada pela empresa.

O esforço de conciliar os valores unitários do custo de mão-de-obra e materiais com os apontamentos no canteiro é bastante trabalhoso. Certamente, uma evolução necessária do sistema é organizar esse tipo de informação permitindo uma visualização mais facilitada desses dados consolidados sobre os custos das tarefas. Outro passo importante do sistema de informações é oferecer o retorno da informação gerada pelo controle de custos aos processos de orçamento e planejamento de custos futuros. Essas atividades podem ser indicadas como trabalhos futuros de continuidade sobre essa dissertação.

8 DISCUSSÕES FINAIS

Esse trabalho se concentrou no desenvolvimento de um sistema de informações para o controle de custos diretos em obras de construção civil. Como objetivos mais específicos para o desenvolvimento desse sistema foram estudadas quais informações de custo que devem ser coletadas em obras e foram definidas tecnologias de informações adequadas a cada uma das coletas do sistema. O sistema desenvolvido utiliza o software *PlanTracker* e tem como preocupação a integração com o processo de planejamento e controle de custos da obra.

A primeira questão dessa pesquisa tratou como deve ser estruturado o sistema de informações de forma a possibilitar sua integração ao processo de planejamento e controle da produção. No estudo foi sugerido, como uma ferramenta importante de integração e organização, o uso de uma EDT padrão para as atividades em obra. Essa lista padrão de atividades deve ser detalhada até o nível de pacotes de trabalho, permitindo que no planejamento de curto prazo seja feita a programação de forma mais precisa das atividades em obra. Essa lista padrão permite que seja feito o controle das atividades em obra juntamente com o processo de planejamento das mesmas. A lista padrão oferece uma uniformidade na nomenclatura dos diversos serviços e atividades da construtora. Embora esse estudo não tenha se estendido até as atividades de planejamento e orçamentos de custos, acredita-se que essa uniformidade auxiliará na retroalimentação das informações coletadas a orçamentos e planejamentos futuros.

No que diz respeito à segunda questão da pesquisa, foi definido como deve ser a coleta de informações de custos diretos na obra. Foram desenvolvidas coletas de informações para os gastos com mão-de-obra (própria ou sub-contratada) e para os materiais. Todos os apontamentos devem necessariamente estar vinculados a

alguma tarefa planejada para execução na semana. Resumidamente, as coletas de custos diretos com mão-de-obra estão relacionadas com o tempo de trabalho e a duração das tarefas executadas, além das informações relacionadas a contratação do operário (contratação direta ou por empreiteira). Já o controle de custos com materiais está relacionado a quantidade de material que é retirada do estoque para cada atividade planejada. Essa coleta, para alguns materiais, é mais complicada devido a própria natureza do material e configuração do seu estoque.

A terceira questão foi respondida pela escolha entre as tecnologias de *Extranet* e PDA para as coletas de informações. Em linhas gerais, foi priorizado ao PDA as coletas cuja informação é proveniente de inspeções na área de operações do canteiro de obra. O PDA por ser portátil funciona como uma prancheta eletrônica para captura de informações. Com isso foram desnecessárias pranchetas ou relançamento de informações. O sistema de controle ficou mais sistemático após a dedicação de um estagiário responsável pelas inspeções e controle das atividades no canteiro. O estagiário foi também o usuário principal do PDA, fazendo os apontamentos de controle no dispositivo. As coletas que dependem da entrada de um volume maior de informações foram destinadas a *Extranet*. Isso se deve em grande parte ao fato do PDA não ter um teclado físico, sendo assim, este não é apropriado a entrada de grandes volumes de informação. Assim as coletas de informações relacionadas a materiais, foram definidas para serem coletadas pela *Extranet*. Esta última, também contempla os requisitos de configuração do sistema, parametrizações, planejamento e relatório das atividades (todos esses requisitos já existentes às versões do *Plantracker* preliminares a essa pesquisa).

Notou-se a grande capacidade da *Extranet* na difusão das informações do escritório a obra e vice-versa. A *Extranet* permitiu a geração de relatórios de medições, que indicaram ao escritório o trabalho total da mão de obra para cada tarefa da obra. De posse dessa informação, mais o valor horário contratado para

cada profissional, foi possível mensurar o custo de mão-de-obra na execução da tarefa. O mesmo resultado pode ser obtido num relatório que aponte o consumo de material para cada tarefa programada para a semana. Esse relatório, ainda não programado no sistema, pode trazer a informação de custos com materiais das tarefas programadas se for integrado a informação do preço de compra de cada um dos materiais. Com isso foi percebida a necessidade de criar uma ligação do sistema ao ERP da construtora ou prover no *Plantracker* requisitos para lançamento de informações de contratos de mão-de-obra e compra de material.

Ponto importante a ser mencionado nessa pesquisa foi o fato de não se ter percebido nesse trabalho problemas ou limitações devido a falhas do software desenvolvido. Isso se deve em grande parte ao apoio da empresa TechResult que vêm investindo, aprimorando e implantando o sistema em construtoras da região de Curitiba. Outro fator importante para ter sido alcançado esse resultado está na experiência do pesquisador no desenvolvimento e arquitetura de sistemas de informação. Apesar de pouco abordado nessa dissertação as atividades de análise de sistemas e engenharia de software necessárias ao desenvolvimento e aprimoramento do sistema, esse trabalho foi imprescindível ao sucesso do uso do software e do trabalho.

Em síntese, a questão principal dessa pesquisa foi respondida ao ser desenvolvido um sistema de informações para o controle de custos diretos para a construção civil com capacidade de integrar ao processo de planejamento e controle da produção em obra, com a sistematização oferecida pela TIC utilizada.

8.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

- a) Levantamento dos requisitos de um sistema de informações para promover o planejamento de custos e orçamentação, segundo o princípio de organização sobre uma EDT padrão da empresa.

- b) Validação do sistema desenvolvido em outras empresas com características diferentes.
- c) Incorporação no sistema de um planejamento de médio prazo com suporte ao planejamento de compras de materiais e contratação de mão-de-obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLARD, G. Lookahead Planning: the missing link in production control. In: **Annual conference of the international group for lean construction**, 5, 1997.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: an essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, Nova Iorque, v. 124, n. 1, p. 11-17, Janeiro 1998.

BALLARD, H. G. **The Last Planner System of production control**. 137 f. Thesis (Doctor of Philosophy) - Faculty of Engineering, The University of Birmingham. Birmingham, 2000.

BARBOSA, P. S. F. ; PIMENTEL, P. R. . A Linear Programming Model for Cash Flow Analysis and Management in the Construction Industry. **Construction Management And Economics**, Londres, v. 19, n. 5, p. 469-479, 2001.

BERNARDES, M.M.S. **Método de Análise do Processo de Planejamento da Produção de Empresas Construtoras através do Estudo de seu Fluxo de Informação**. Porto Alegre, 1996. Dissertação. (Mestrado em engenharia civil) - Curso de Pós- Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BERNARDES, M.M.S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 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 do ambiente construído, 9., 2002, Foz do Iguaçu, PR. **Cooperação e Responsabilidade Social: anais**. Florianópolis, SC: Entac/ufsc, 2002.

BIO, S. R.; **Sistemas de informação**. Atlas, 1994

BLYTH, K., KAKA, A. A novel multiple linear regression model for forecasting S-curves **Engineering construction and architectural management**, v. 13; p. 82-95, 2006

BOAR, Bernard H. **Strategic Thinking for Information Technology**. John Wiley, 1997. 270p.

- BORNIA, A. C. **Análise Gerencial de Custo: Aplicação em Empresas Modernas.** Porto Alegre: Bookmann, 2002;
- CORRÊA , H. L., GIANESI, I.G.N., **Just in time, MRP II e OPT: um Enfoque Estratégico,** 1995
- CORRÊA , H. L., GIANESI, I.G.N., CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção,** 2001
- EMBORG, M. OLOFSSON,T. Feasibility study of field force automation in the swedish construction sector. **Electronic Journal of Information Technology in construction,** v.9, ago 2004.
- FORCADA, N., CASALS, M., ROCA, X., GANGOLELLS, M. Adoption of web databases for document management in SMEs of the construction sector in Spain **Automation in Construction** 16 p.411–424 (2007)
- GEHBAUER, F.; EGGENSBERGER, M.; ALBERTI, M. E.;NEWTON, S. A. **Planejamento e gestão de obras.** Editora Cefet. 2002.
- HEINECK, L. F. M. ; CASAROTTO FILHO, N. ; CASTRO, J. E. ; CASAROTTO, R. M. . Um Método para Programação de Obras Baseado em Curvas de Agregação. In: **XVI ENEGEP 1996,** Piracicaba, 1996.
- HELENO, V. de B. ; CINTRA, M. A. H. ; AMORIM, S.R.L. O papel da tecnologia da informação no desenvolvimento tecnológico das empresas construtoras de edificações. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Foz do Iguaçu, 2002, **Anais...**, p. 663-670, maio 2002.
- HOWELL, G.; BALLARD, G. “Can project controls do its job?”. In: **Annual meeting of the international group for lean construction,** 4, 1996, Birmingham, IGLC, 1996.
- KAPLAN, R.S.; COOPER, R. **Custo & Desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo.** São Paulo: Futura, 1998. 376p.
- KERN, A. P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção.** Porto Alegre, 2005. Tese (Doutorado em engenharia) – Programa de pós-graduação em engenharia civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- KIMONTO, K.; ENDO, K.; IWASHITA, S.; FUJIWARA, M. The application of PDA as mobile computing system on construction management. **Automation in Construction,** Vol. 14, No 4, p. 500-511, ago 2005.
- KOLIVER, O. **Os Custos dos Portadores Finais e os Sistemas de Custeio,** 2000

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**
CIFE Technical report #72, Stanford university, 1992

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

KULADINITHI, K.; TIMM-GIEL, A.; GÖRG, C. Mobile ad-hoc communications in AEC industry. **Electronic Journal of Information Technology in construction**, v.9, p. 313-323, ago 2004.

LAUDON, K.C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de Informação**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1999. 389 p.

LIMA, C. Interoperabilidade no setor da construção – experiências europeias. In: TIC2005 - II Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil, 2005, São Paulo. **Anais do TIC2005**. São Paulo: EPUSP, 2005.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Editora LTC. Rio de Janeiro: 1997.

MAK, S. A model of information management for construction using information technology. **Automation in Construction** 10, 2001.

MARCHESAN, P. **Modelo Integrado de Gestão de Custos e Controle da Produção para Obras Civis**. Porto Alegre, 2001 Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. Editora atlas. 2000

MENDES JUNIOR, R. **Programação da Produção da Construção de Edifícios de Múltiplos Pavimentos usando Linha de Balanço**. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. Projeto de Qualificação de Doutorado.

MENDES JUNIOR, R; ZEN, T. H; PEYERL ,F. V; PAULI, M. D. de; de ANDRADE NETO, F. Sistema de informações para planejamento e controle de serviços no canteiro de obras - Plantracker. In: **IV Simpósio Brasileiro de Gestão e economia da Construção / I Encontro Latino-americano de Gestão e Economia da Construção**, Anais. 2005, Porto Alegre.CD-ROM

MENDES JR, R. ; ZEN, T. H. ; PEYERL, F. V. ; PAULI, M. D. de ; ANDRADE NETO, F. de. Concepção de sistema de informação para gestão de obras no nível operacional utilizando-se da internet e computação móvel. In: **ENTAC**, Florianópolis, 2006.

MOURA, H S. O custeio por absorção e o custeio variável: qual seria o melhor método a ser adotado pela empresa? **Revista Sitientibus**, no32,p. 129, 2005

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. Barreiras para o uso da Tecnologia da Informação na Indústria da Construção Civil In. WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUC-RS, 2002.

NEGAKIS,C. I., The cash flow statement: implications for the use of the direct or the indirect method. **Managerial Finance**. v. 32, p. 634-644, 2006

NITITHAMYONG, P. e SKIBNIEWSKI, M. J.; Web-based construction project management systems: how to make them successful. **Automation in Construction**, Vol. 13, No 4, p. 491-506, jul 2004.

PARK, H. K., HAN, S. H., RUSSELL, J. S. Cash Flow Forecasting Model for General Contractors Using Moving Weights of Cost Categories. **Journal of management in engineering**, outubro 2005.ASCE

PMI. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. Pennsylvania: Project Management Institute, 2004. 388p.

POLLINI, E. G.; **Administrando sistemas de informação**. Fatura, 2000

REBOLJ D, MENZEL K. Mobile computing in construction (Editorial), **Electronic Journal of Information Technology in construction** V. 9, pg. 281-283, 2004

REBOLJ, D.; MAGDIC, A.; CUS-BABIC, N. Mobile Computing in construction In: CIB W78 conference 2002, Denmark. **Proceedings...**, Aarhus, Denmark, 2002. Disponível em: <<http://fg.uni-mb.si/cgi/Mobile%20computing%20in%20construction.htm>> Acesso em 22 mai 2005.

ROBSON, C. **Real world research** – a resource for social scientists and practionerresearchers , Blackwell Publishers, 1993.

SHARMA,D.S., The Role of Cash Flow Information in Predicting Corporate Failure: The State of the Literature. **Managerial Finance**. v. 27, p. 3-28, 2001

SOILBELMAN, L. CALDAS, C.H.S. O uso de extranets no gerenciamento de projetos: o exemplo norte-americano. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: MODERNIDADE E SUSTENTABILIDADE, 8., 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA/ UNEB/ UEFS/ ANTAC, 2000. CD-ROM.

TICHACEK, R. L. Effective cost management – Back to basics. **Cost Engineering**, Mar 2006

WARD, M. THORPE, T. PRICE, A. WREN, C. Implementation and control of wireless data collection on construction sites. **Electronic Journal of Information Technology in construction**, v.9, ago 2004.

YIN, R. K. **Estudo de Caso Planejamento e Métodos**, 3ª Ed., São Paulo: Bookman, 2005.

ZEN, T. H. **Diretrizes para o uso de tecnologia da informação no gerenciamento das informações do processo de planejamento e controle da produção**. Curitiba, 2006. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de pós graduação em construção civil. Universidade Federal do Paraná.