



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Desenvolvimento de um Software para Controle e Análise de  
Indicadores do Sistema *Last Planner* de Planejamento na  
Construção Civil**

*Diego Mercado Trovo*

**TCC-EP-2014**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Desenvolvimento de um Software para Controle e Análise de Indicadores do Sistema**  
***Last Planner* de Planejamento na Construção Civil**

*Diego Mercado Trovo*

**TCC-EP-2014**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientadora: Profa. Msc. Gislaine Camila Lapasini Leal

Maringá - Paraná  
2014

## EPÍGRAFE

“O grande segredo de uma boa vida é encontrar qual é o seu destino.  
E realizá-lo”

Henry Ford

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi o que deram, em alguns momentos, a esperança para continuar. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

À Mariana Dario, pessoa com quem amo partilhar a vida. Com você tenho me sentido mais vivo de verdade. Obrigado pelo carinho, paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria do dia a dia.

Agradeço a todos meus amigos, em especial Vinícius Berçanetti, Priscila Doretto, Eduardo Corrêa Filho, Bráulio Kuroda e Mariane Nani, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e proporcionaram momentos que estarão guardados em minha memória, e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Por fim, gostaria de agradecer aos profissionais que me ajudaram no meu processo de graduação, em especial a Prof.<sup>a</sup> Msc. Gislaine Camila Lapasini Leal pela compreensão e ajuda, fundamentais para a conclusão deste trabalho.

## RESUMO

A construção civil passa por mudanças constantes que são consequências da busca por melhorias em seus principais processos. O principal estímulo para estas mudanças é o nível de competitividade crescente, requerendo das empresas investimentos em processos produtivos e gerenciais. Assim, existem empresas à procura de ferramentas que auxiliem conquistar melhorias e excelência em seus processos. Este trabalho objetiva-se no desenvolvimento de um software para o acompanhamento da gestão de uma obra. A intenção é auxiliar as empresas na implantação de indicadores de planejamento, produtividade e qualidade em seus empreendimentos. Para esse fim, foi estudado conceitos referentes a: Planejamento e Controle de Produção, *Lean Construction*, *Last Planner* e Tecnologia da Informação. Além do desenvolvimento do software baseado no referencial teórico do trabalho, foi realizado um estudo em uma construtora que utiliza a metodologia *Lean Construction* em seus processos, afim de detectar as possibilidades de melhoria com a implementação da ferramenta para a realidade do dia a dia da construção civil. O software foi desenvolvido nas linguagens de programação *Java* e *MySQL*. Após o software finalizado, o mesmo foi aplicado em uma obra da construtora afim de realizar o acompanhamento, controle e análise dos indicadores de produção diariamente.

**Palavras-chave:** Planejamento e Controle da Produção; Sistema *Last Planner*; Software.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Justificativa .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Definição e Delimitação do Problema .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>3</b>
1.3.1 Objetivo geral .....	3
1.3.2 Objetivo específico .....	3
<b>1.4 Metodologia.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Estrutura do Trabalho .....</b>	<b>5</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Planejamento e Controle de Produção na Construção Civil .....</b>	<b>7</b>
2.1.1 Dimensões do planejamento .....	10
<b>2.2 <i>Lean Construction</i> .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 <i>Last Planner</i>.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Tecnologia da Informação .....</b>	<b>19</b>
2.4.1 Tecnologia da Informação na Construção Civil .....	21
<b>3. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Caracterização do Processo .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Diagnóstico .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 LPS Software .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4 Requisitos Funcionais.....</b>	<b>31</b>
3.4.1 Controle de Segurança.....	31
3.4.2 Gestão de Planejamento.....	32
3.4.3 Gestão de Pessoas .....	37

3.4.4 Gestão de Produção .....	40
<b>3.5 Relatórios e Indicadores.....</b>	<b>45</b>
3.5.1 Produtividade por Colaborador .....	45
3.5.2 Produtividade por Empreiteira.....	45
3.5.3 Problemas Acumulados por Obra.....	46
3.5.4 Percentual de Processos Concluídas (PPC) .....	46
3.5.5 Percentual de Processos Concluídos por Semana.....	47
<b>3.6 Implantação do Software .....</b>	<b>48</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>50</b>
4.1 Contribuições .....	50
4.2 Dificuldades e Limitações .....	51
4.3 Trabalhos Futuros .....	51
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>1</b>
ANEXO 1 – Relatório de Produtividade por Colaborador .....	1
ANEXO 2 – Relatório de Produtividade por Empreiteira .....	2
ANEXO 3 – Relatório de Problemas Acumulados por Obra .....	3

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: As cinco fases do ciclo do planejamento .....	11
Figura 2: Pirâmide Organizacional, níveis de decisão e tipos de planejamento .....	12
Figura 3: Modelo tradicional de processo .....	16
Figura 4: Modelo de processo da <i>Lean Construction</i> .....	17
Figura 5: Processo de planejamento <i>Last Planner</i> .....	18
Figura 6: Níveis hierárquicos do planejamento para o sistema <i>Last Planner</i> .....	19
Figura 7: Processos para acompanhamento e execução da obra .....	22
Figura 8: Esquema de Processamento do LPS Software .....	26
Figura 9 – Módulos do Software .....	27
Figura 10 – Diagrama de Entidade e Relacionamento .....	28
Figura 11 – Tela de Acesso ao Software .....	31
Figura 12 – Tela de Cadastro de Usuários e Permissões .....	32
Figura 13 – Listagem e Cadastro de Obra .....	32
Figura 14 – Listagem e Cadastro de Empresa .....	33
Figura 15 – Listagem e Cadastro de Grupos de Atividade.....	34
Figura 16 – Listagem e Cadastro de Atividades.....	34
Figura 17 – Listagem e Cadastro de Tarefa.....	35
Figura 18 – Listagem e Cadastro de Planejamento de Atividades .....	36
Figura 19 – Listagem e Cadastro de Planejamento de Tarefas.....	36
Figura 20 – Importação do Cronograma para o Software .....	37
Figura 21 – Listagem e Cadastro de Cargos e Funções.....	38
Figura 22 – Listagem e Cadastro de Empreiteira .....	38
Figura 23 – Listagem e Cadastro de Colaborador .....	39
Figura 24 – Contrato de Empreiteira .....	40
Figura 25 – Listagem e Cadastro de Problemas .....	40
Figura 26 – Listagem e Cadastro de Restrição .....	41
Figura 27 – Controle de Produtividade por Colaborador .....	42
Figura 28 – Detalhe da Restrição de uma Tarefa .....	43
Figura 29 – Resolver a Restrição para a Tarefa.....	43
Figura 30 – Selecionar um Problema para o dia.....	44
Figura 31 – Produtividade Sinalizada com Problema .....	44

Figura 32 – Tela de Filtro do Relatório de Produtividade por Colaborador.....	45
Figura 33 – Percentual de Processos Concluídos por Obra.....	47
Figura 34 – Percentual de Processos Concluídos por Obra por Semana.....	47

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Cronograma Físico Executivo do Empreendimento .....	23
Quadro 2: Atividade Subdividida em Tarefas por Pavimento.....	24

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i> (Interface de Programação de Aplicativos)
BI	<i>Business Intelligence</i> (Inteligência Empresarial)
CPD	Centro de Processamento de Dados
CPM	<i>Critical Path Method</i> (Método do Caminho Crítico)
CSV	Comma-separated Values (Valores separados por vírgula)
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
IDE	<i>Integrated Development Environment</i> (Ambiente Integrado de Desenvolvimento)
IGLC	Grupo Internacional de <i>Lean Construction</i>
JDBC	<i>Java Database Connectivity</i> (Conectividade de Banco de Dados do Java)
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i> (Técnica de Avaliação e Revisão)
PPC	Porcentagem de Processos Concluídos
SI	Sistema de Informação
TI	Tecnologia da Informação
UML	<i>Unified Modelling Language</i> (Linguagem de Modelagem Gráfica)

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil passa por mudanças constantes que são consequências da busca por melhorias em seus principais processos. O principal estímulo para estas mudanças é o nível de competitividade crescente, requerendo das empresas investimentos em processos produtivos e gerenciais.

Mattos (2010) destaca que a indústria da construção civil vem enfrentando algumas ameaças, como: recursos escassos, concorrência acirrada, escassez de financiamentos, existência de empresas consolidadas no mercado, globalização da economia, entre outras dificuldades. Por isso, é crescente a necessidade das empresas construtoras desenvolverem seu objetivo em busca de maior produtividade, qualidade e, por consequência, maior competitividade.

Com esta realidade no setor da construção civil, o fato de uma empresa possuir um processo de Planejamento e Controle da Produção (PCP) tem se tornado fundamental pois o mesmo tem influência direta no desempenho do setor da produção, visando o aumento da produtividade, redução de perdas na produção e agregando qualidade no produto final (FORMOSO, 2001).

Segundo Ballard (2000), o método *Last Planner* de planejamento para a construção civil já foi testado e aprovado por vários empreendedores, devido o mesmo influenciar no desempenho do setor da produção. Na verificação da eficiência e funcionamento de sistemas computacionais baseados no *Last Planner*, Choo e Tommelein (2001) concluíram que algumas empresas já haviam desenvolvido suas ferramentas para atender as necessidades. Porém, essas ferramentas não atendiam a todos os problemas enfrentados pelas empresas.

No Brasil existem empresas que procuram ferramentas computacionais para facilitar a aplicação desse método de planejamento. Mas quando não as encontram, acabam por realizar seus procedimentos ou seu planejamento e controle de indicadores de produtividade em programas como o MSEXcel® e o MSProject® (AKKARI, 2003).

A proposta deste trabalho consiste em realizar um levantamento de indicadores e métricas para a medição de produtividade em uma empresa do setor de construção civil onde se utiliza o

método *Last Planner* para seu planejamento. A partir desse levantamento, será desenvolvido um software para o controle e análise de indicadores do processo produtivo.

### **1.1 Justificativa**

A implementação e uso da metodologia *Lean Construction*, está diretamente relacionado com a utilização de ferramentas para o *Last Planner*. Os planejadores e engenheiros, aplicam primeiramente o método *Last Planner* e depois procuram ferramentas computacionais para auxiliar no processo de acompanhamento da produtividade (CHOO e TOMMELEIN, 2001).

No Brasil, foi observado que a maioria das empresas também acaba adotando estas ferramentas para auxiliar e complementar a utilização do método. Akkari (2003) afirma que, o MSProject® trouxe alguns benefícios para a empresa, sendo o mais importante deles o entendimento da lógica na qual a edificação seria construída por parte da gerência e equipe. Em conjunto com o MSProject®, foi utilizado o software MSEXcel®, pois o primeiro não atendia as necessidades de transparência para o que deveria ser realizado previamente. A autora destaca a lacuna em relação a ferramentas que deem maior transparência ao planejamento de fluxos na construção civil.

Segundo Coelho (2003), os procedimentos de planos de médio prazo eram iniciados em softwares de planejamento e com o decorrer do tempo suas tarefas eram transferidas para planilhas no MSEXcel®. Da mesma maneira Soares (2003), complementa que ao se utilizar planilhas eletrônicas, desenvolvidas em MSEXcel®, a empresa obteve uma importante melhoria no planejamento de curto prazo.

A partir destas considerações, tem-se como objetivo deste trabalho desenvolver um software para o controle e análise de indicadores de produtividade e acompanhamento de cronogramas para o setor da construção civil. O objetivo se motiva na dificuldade de encontrar um software nacional que atenda a todos os requisitos de controle e análise de indicadores na aplicação do método *Last Planner* de produção.

## **1.2 Definição e Delimitação do Problema**

A construtora tem como necessidade o acompanhamento da produção e produtividade de seus colaboradores com maior detalhamento e em tempo hábil para tomada de decisão a fim de planejar uma programação de produção a curto prazo. Esse acompanhamento se resume em indicadores de dados da produtividade coletados diariamente e analisados pelos responsáveis dentro do cronograma do planejamento.

Por meio de apontamentos de produtividade, planejamento de processos e utilização de indicadores do sistema *Last Planner*, será desenvolvido um sistema para auxiliar a coleta de dados, controle e análise de indicadores e o cronograma conforme planejado. Objetiva-se também a utilização do banco de dados de indicadores no planejamento de obras futuras.

Este trabalho limita sua aplicação a uma empresa do setor de construção civil, envolvendo a equipe de engenheiros, estagiários e gestão regional, com implantação no decorrer do ano de desenvolvimento em uma obra em andamento.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um software para o controle e monitoramento de indicadores de produtividade e acompanhamento do cronograma de produtividade na execução de uma obra de construção civil que utiliza o método *Last Planner* de planejamento da produção.

### **1.3.2 Objetivo específico**

Como objetivos específicos, tem-se:

- Revisar a literatura sobre Planejamento e Controle de Produção para empresas de Construção Civil, *Lean Construction*, Planejamento e Execução de Obras e Tecnologia da Informação; por meio de livros, artigos, teses, revistas, normas e dissertações;

- Caracterizar a empresa e o sistema produtivo da construção civil que utiliza o método *Lean Construction*;
- Identificar os requisitos funcionais e não-funcionais;
- Elaborar o projeto do sistema de informação utilizando diagramas UML;
- Codificar o sistema para o controle e análise dos indicadores;
- Implantar o sistema;

#### **1.4 Metodologia**

De acordo com a Silva e Menezes (2005), as pesquisas podem ser classificadas de diversas formas. Este trabalho utilizará a forma clássica de classificação que abrange os seguintes pontos: natureza, abordagem, objetivos e procedimentos técnicos.

Em relação à Natureza, esta pesquisa é considerada aplicada, pois consiste em aplicar conhecimentos, obtidos através de trabalhos anteriores, a um cenário real com o objetivo de solucionar um problema.

Quanto à Abordagem, a pesquisa é quantitativa, pois a maior parte dos resultados obtidos requer análise e interpretação de números e indicadores como a produtividade e outros fatores serão medidos durante a aplicação do sistema desenvolvido.

Do ponto de vista dos Objetivos, a pesquisa é descritiva, pois, por meio da implementação do sistema, será possível realizar o levantamento de dados e indicadores para análise das técnicas e processos padronizados no planejamento e controle de produção.

No que diz respeito aos Procedimentos Técnicos, este trabalho é classificado como um estudo de caso, onde o estudo de processos, documentos e ferramentas já desenvolvidas da empresa servirá como principal fonte de dados para a aplicação do sistema do trabalho.

O desenvolvimento e aplicação de um sistema de controle e análise de indicadores baseado no método *Last Planner* de produção na empresa segue uma sequência linear de atividades interdependentes, a saber:

- Revisar a literatura sobre Planejamento e Controle de Produção na Construção Civil, método *Lean Construction* de produção, Planejamento e Execução de Obras, Tecnologia da Informação; por meio de livros, artigos, teses, revistas, normas e dissertações;
- Caracterizar a empresa e o método *Last Planner* de produção;
- Analisar documentações e ferramentas já desenvolvidas pela empresa em MSEXcel® e MSProject® disponíveis no departamento de engenharia e gestão;
- Definir os objetivos e requisitos funcionais e não funcionais para o desenvolvimento do sistema junto com os integrantes da equipe de engenharia e gestores da empresa;
- Elaborar um projeto do sistema, limitando o escopo do projeto para a representação dos aspectos visíveis ao usuário, como abordagens de entrada e formatos de saída dos dados;
- Desenvolver o projeto do sistema utilizando diagramas UML;
- Codificar o sistema;
- Realizar documentações dos módulos e funcionalidades do sistema;
- Implantar o sistema;

Seguindo as atividades da metodologia do trabalho, a metodologia de desenvolvimento será de prototipação, ou seja, versões do sistema serão implantadas para validação e levantamento de requisitos das próximas funcionalidades.

A metodologia de desenvolvimento escolhida limita o processo, pois não é possível ter um produto adequado logo na primeira aplicação. É essencial a interação entre o desenvolvedor e a equipe de engenharia e gestão da empresa, pois a cada novo requisito deve-se fazer um novo protótipo e uma nova análise e validação do mesmo, até a construção final do sistema.

### **1.5 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

O Capítulo 1 é constituído por sua introdução, que define brevemente os objetivos do trabalho, as razões de sua realização, problemática tratada e metodologia que será executada.

No Capítulo 2 encontra-se um referencial teórico, que abrange os conceitos da *Lean Construction*, Processos de Planejamento e Controle da Produção, contemplando os temas de construção civil, tecnologia da informação além dos conceitos acerca desses temas.

O Capítulo 3 contextualiza a problemática em estudo e demonstra o desenvolvimento do software para atingir os objetivos do trabalho.

No Capítulo 4 são apresentadas as considerações finais, discussões acerca das dificuldades e limitações de desenvolvimento além de deixar oportunidades para trabalhos futuros para aprimoramento do software e análise de dados.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo apresenta os conceitos que subsidiaram o desenvolvimento do trabalho sendo eles: Planejamento e Controle de Produção na Construção Civil, *Lean Construction*, *Last Planner* e Tecnologia da Informação.

### **2.1 Planejamento e Controle de Produção na Construção Civil**

Planejamento pode ser definido como um processo em que são estabelecidos objetivos, onde se discutem expectativas de ocorrência de situações previstas, vinculam-se informações e comunicam-se resultados pretendidos entre pessoas, entre unidades de trabalho, entre departamentos de uma empresa e, mesmo, entre empresas (LIMMER, 1997).

Segundo Goldman (2004), o planejamento constitui um dos principais fatores para o sucesso de qualquer empreendimento. Na construção civil, é essencial um sistema que possa canalizar informações e conhecimentos dos mais diversos setores e, em seguida, direcioná-los de tal forma que todas essas informações e conhecimentos possam ser utilizados pela empresa, sendo a realimentação do sistema uma de suas características.

A indústria da construção vem sofrendo diversas alterações nos últimos anos. Devido à intensificação da competitividade, ao aumento do nível de exigência do mercado consumidor, ao fenômeno da globalização, a demanda por bens mais modernos, a velocidade com que surgem novas tecnologias, e a reduzida disponibilidade de recursos financeiros para a realização dos empreendimentos, as empresas se deram conta de que é preciso investir em gestão e controle de processos, pois sem essa sistemática gerencial os empreendimentos perdem o controle de seus principais indicadores: o prazo, o custo, o lucro, o retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa (MATTOS, 2010).

Estudos realizados no Brasil e no exterior comprovam o fato de que o processo de planejamento e controle é um papel essencial nas empresas, devido a que deficiências nesse processo estão entre as principais causas de baixa produtividade no setor, de suas elevadas perdas e de baixa qualidade dos seus produtos (MATTOS, 2010).

Para o sucesso de um empreendimento, é fundamental a existência de um planejamento, sua importância aumenta quando, na sociedade, há pouca disponibilidade de recursos, instabilidade no mercado, entre outros empecilhos. É através do planejamento que buscamos canalizar as informações e conhecimentos, direcionado à utilização nas execuções dos serviços da construção civil, buscando levar em conta todos os detalhes pertinentes. Em função destas circunstâncias, é fundamental a criação de um sistema que garanta o perfeito cumprimento das metas preestabelecidas para a execução da obra. O planejamento tem várias funções, como a de servir como assessor para aquisição de materiais, para fechamentos de contratos, para orientações técnicas nas aplicações de materiais ou nas execuções de serviços (GOLDMAN, 1997 apud FOLGIARINI, 2003).

Conforme Mattos (2010), o planejamento traz inúmeros benefícios para o empreendimento, sejam eles direto ou indiretamente. Os principais seriam o conhecimento pleno da obra, detecção de situações desfavoráveis, agilidade de decisões, relação com o orçamento, otimização de alocação de recursos, referência para acompanhamento, padronização, referência para metas, documentação e rastreabilidade, criação de dados e profissionalismo.

As causas de baixo desempenho de empreendimentos de construção civil são explicadas devido a essas deficiências no planejamento (LIRA, 1996 apud BERNARDES, 2003). Bernardes (2003) cita em sua obra, diversos autores que identificam algumas das causas da ineficácia do planejamento:

- a) O planejamento da produção não é encarado como processo gerencial, mas como uma técnica de preparação de planos e que, na maioria das vezes, utilizam dados pouco consistentes ou baseadas unicamente na experiência e intuição dos gerentes (LAUFER e TRUCKER, 1987 apud BERNARDES, 2003);
- b) O controle deveria ser praticado de maneira proativa, mas geralmente é realizado simplesmente na troca de informações verbais do engenheiro com o mestre de obras, resultando, na grande maioria das vezes, na precária utilização dos recursos, pois visa somente a um curto prazo de execução e sem vínculos com o plano de longo prazo. (FORMOSO, 1991);
- c) Geralmente em outras indústrias, o planejamento e controle da produção são focados em unidades de produção, isso não ocorre nas indústrias de construção, na qual estão dirigidos ao controle do empreendimento (BALLARD e HOWELL, 1997 apud BERNARDES, 2003);

- d) É difícil identificar problemas no sistema de produção e as maneiras para realizar ações corretivas quando o controle não se preocupando nas análises específicas de cada unidade produtiva, pois é somente direcionado para o empreendimento buscando acompanhar o desempenho global e o cumprimento de contratos. (BALLARD e HOWELL, 1997 apud BERNARDES, 2003);
- e) “A incerteza, inerente ao processo de construção, é frequentemente negligenciada, não sendo realizadas ações no sentido de reduzi-la ou de eliminar seus efeitos nocivos” (COHENCA et al, 1989 apud BERNARDES, 2003); Isso pode ser identificado, nos casos em que os planos de longo prazo são muito detalhados. Nesses planos, a não consideração da incerteza e o excessivo detalhamento podem gerar constantes atualizações dos mesmos (LAUFER e TRUCKER, 1987 apud BERNARDES, 2003);
- f) Seguido, são encontradas falhas na implementação de sistemas computacionais para planejamento, que adquiridos e inseridos em um ambiente organizacional, sem antes haver a identificação das necessidades de informações dos seus usuários. Logo, sem essa identificação, os sistemas praticamente produzem um grande número de dados irrelevantes (LAUFER e TUCKER, 1987 apud BERNARDES, 2003), que geralmente apontam, somente, desvios de metas planejadas em relação às executadas e não as causas que provocaram tais desvios. Além disso, normalmente tais sistemas são implantados de forma isolada nas empresas de construção, sem ter um cuidado em constituir inicialmente uma integração entre eles (BERNARDES, 1996 apud BERNARDES, 2003). Mesmo após a implantação, eles carecem de um programa de treinamento sistemático (TURNER, 1993 apud BERNARDES, 2003);
- g) Existem dificuldades de se transformar as práticas profissionais dos colaboradores envolvidos com o planejamento, especialmente devido à formação que eles obtêm nos cursos de graduação (LAUFER e TUCKER, 1987 e OGLESBY et al, 1989 apud BERNARDES, 2003). Normalmente, esses cursos estão focalizados, somente, nas técnicas de preparação de planos, negligenciando as demais etapas do processo, como, por exemplo, a coleta de informações e a difusão dos planos (LAUFER e TUCKER, 1987 apud BERNARDES, 2003). Além disso, parte desses colaboradores geralmente adquirem experiência prática em estágios em empresas de construção, através do acompanhamento das atividades das equipes de produção. Normalmente, nessas empresas é comum haver profissionais com cultura de “tocador de obras”, ou seja, que adotam a postura de tomar decisões rapidamente, tendo como fundamento apenas suas

experiências e intuições, sem executar um planejamento adequado, contribuindo para a permanência do perfil de tocador de obras (FORMOSO, 1999).

Segundo Mattos (2010), as causas das deficiências em planejamento e controle podem ser identificadas como:

- a) Planejamento e controle como atividades de um único setor;
- b) Descrédito por falta de certeza nos parâmetros;
- c) Planejamento excessivamente informal;
- d) Mito do tocador de obras.

### **2.1.1 Dimensões do planejamento**

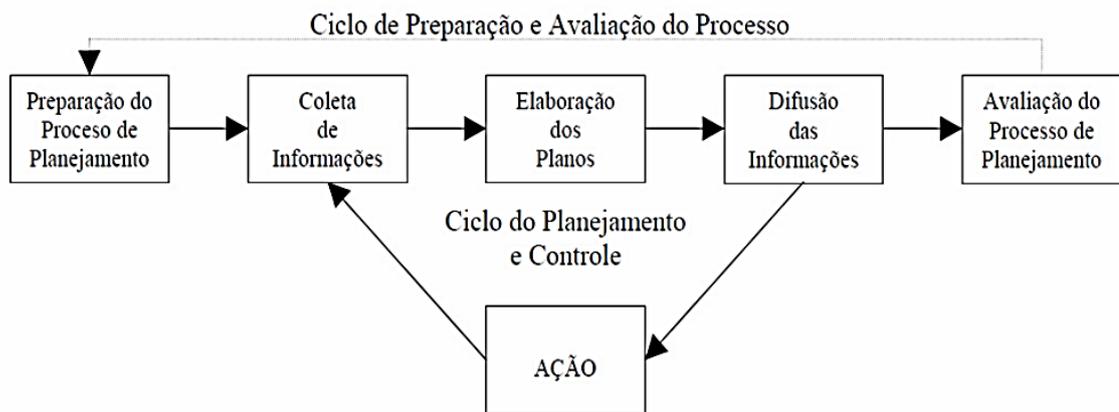
O processo de planejamento e controle de produção pode ser dividido em duas dimensões básicas: horizontal e vertical. A dimensão horizontal consiste nas etapas em que o processo de planejamento e controle é realizado, e a dimensão vertical refere-se, a como essas etapas são vinculadas entre os diferentes níveis gerenciais de uma organização (LAUFER e TUCKER, 1987 apud BERNARDES, 2003).

#### *2.1.1.1 Dimensão horizontal*

Nesta dimensão, segundo Laufer e Tucker (1987 apud BERNARDES, 2003), o processo de planejamento é dividido em cinco etapas (Figura 1):

- a) **Preparação do processo de planejamento:** nesta etapa são definidos procedimentos e padrões a serem adotados na execução do processo de planejamento.
- b) **Coleta de informações:** a qualidade do processo de planejamento e controle depende da disponibilidade de informações para os tomadores de decisão. Assim, existe a necessidade de constituir um sistema de informações relativamente complexo, no qual os papéis dos diferentes responsáveis devem ser claramente definidos.
- c) **Elaboração dos planos:** esta etapa é a que, geralmente, recebe a maior atenção dos responsáveis pelo planejamento. Neste momento é definido o produto do processo de planejamento, ou seja, o plano de obra.

- d) **Difusão das informações:** as informações geradas a partir da elaboração dos planos precisam ser difundidas entre os seus usuários, tais como diferentes setores da empresa, projetistas, subempreiteiros e fornecedores de materiais.
- e) **Avaliação do processo de planejamento:** o processo de planejamento deve ser avaliado de forma a possibilitar a melhoria do processo para empreendimentos futuros, ou para um mesmo empreendimento, quando for relativamente longo o seu período de execução.



**Figura 1: As cinco fases do ciclo do planejamento**

Fonte: Laufer e Tucker (1987 apud Bernardes, 2003)

### 2.1.1.2 Dimensão vertical

Considerando grandes níveis gerenciais, podem-se distinguir três tipos de planejamento, o estratégico, o tático e o operacional. De maneira geral, podem-se relacionar os tipos de planejamento aos níveis de decisão numa pirâmide organizacional (Figura 2). O planejamento estratégico tem um objetivo de longo prazo e com estratégias e ações para alcançá-los que afetam a empresa como um todo, enquanto que o planejamento tático busca atender um objetivo de curto prazo, com estratégias e ações que praticamente afetam somente parte da empresa (OLIVEIRA, 2004).



**Figura 2: Pirâmide Organizacional, níveis de decisão e tipos de planejamento**

Fonte: Oliveira, 2004

A dimensão vertical está relacionada com a ideia de hierarquia na elaboração e execução dos planos. Sendo assim, a tomada de decisão não envolve somente uma pessoa ou entidade, mas é avaliada por um conjunto de pessoas que trata dos problemas em diferentes níveis de especificidade, durante a construção do empreendimento (FORMOSO, 1991). O planejamento deve ser feito em todos os níveis gerenciais da organização e integrado de maneira a manter os mesmos sintonizados uns com os outros (GUINATO, 1996).

Segundo a dimensão vertical, o planejamento se divide em três níveis gerenciais: estratégico – longo prazo (diretores); tático – médio prazo (engenheiros de produção); e operacional e controle – curto prazo (mestre de obras e subempreiteiros) (LAUFER e TUCKER, 1987).

#### 2.1.1.2.1 Planejamento de longo prazo

O planejamento destinado a um longo prazo de execução deve apresentar um baixo grau de detalhes, devido à incerteza existente no ambiente produtivo. LAUFER (1997) denomina este tipo de planejamento de “Estratégia de plano mestre” e comenta que ele deve ser utilizado para facilitar a identificação dos objetivos principais do empreendimento. O Plano Mestre tem por objetivo definir o escopo e as metas a serem alcançadas pelo empreendimento quanto a fatores como qualidade custo e tempo, refletindo as diretrizes da estratégia adotada pela empresa (LAUFER e TUCKER, 1987).

O plano gerado nesse nível destina-se a alta gerência, para que ela possa acompanhar as atividades que estão sendo realizadas. Esse plano descreve todo o trabalho que deve ser executado através de metas gerais (TOMMELEIN e BALLARD, 1997).

Segundo Brandli et al. (2005), outra importante decisão relacionada a este nível de planejamento trata da definição da estratégia de ataque à obra. Com este estudo, é definido o sequenciamento das atividades, eliminando-se possíveis interferências entre equipes e propiciando a melhoria dos fluxos de materiais e mão-de-obra dentro do canteiro.

Para a elaboração dos planos primeiramente se usam técnicas de programação, como o PERT-CPM a Linha de Balanço e os diagramas de Gantt, onde se têm especificadas as informações a respeito do início e fim das atividades, e a duração máxima do empreendimento (TOMMELEIN e BALLARD, 1997; MENDES JR. e HEINECK, 1998 apud BRANDLI et al., 2005).

#### 2.1.1.2.2 Planejamento de médio prazo

O planejamento de médio prazo, também chamado de *Lookahead Planning*, tem o ajuste dos planos produzidos no planejamento de longo prazo, como sendo uma de suas principais funções. Estes ajustes devem contemplar a compatibilização entre os recursos disponíveis, a capacidade de produção das equipes e o cumprimento de prazos e custos (BALLARD, 1997 apud BRANDLI, 2005).

Esse plano tem como objetivo vincular as metas ficadas no plano mestre com aquelas designadas no curto prazo (FORMOSO et al., 1999 apud BERNARDES, 2003). E é essencial na melhoria da eficácia do plano de curto prazo e, conseqüentemente, ajuda na redução de custos e durações (TOMMELEIN e BALLARD, 1997).

Ballard (1997) apresenta outros propósitos relacionados ao plano de médio prazo:

- a) Modelar o fluxo de trabalho, na melhor sequência possível, de forma a facilitar o cumprimento dos objetivos do empreendimento;
- b) Facilitar a identificação da carga de trabalho e dos recursos necessários que atendam ao fluxo de trabalho estabelecido;
- c) Ajustar os recursos disponíveis ao fluxo de trabalho definido;
- d) Possibilitar que trabalhos interdependentes possam ser agrupados de forma que o método de trabalho seja planejado de maneira conjunta;
- e) Auxiliar na identificação de operações que podem ser executadas de maneira conjunta entre as diferentes equipes de produção;

- f) Identificar o estoque de pacotes de trabalho designados às equipes de produção.

O plano de médio prazo, geralmente, possui um horizonte de quatro semanas contadas a partir da segunda semana, pois a primeira corresponde ao horizonte compreendido pelo plano de curto prazo (BERNARDES, 2003).

#### 2.1.1.2.3 Planejamento de curto prazo

Para o de curto prazo, o planejamento deve ser criado através da execução de ações direcionadas a produção protegida (*shielding production*), ou seja, buscando a proteção contra os efeitos da incerteza (HOWELL, 1999).

No nível de curto prazo são tomadas as últimas decisões a respeito do fluxo de trabalho, tal como alguns ajustes no sequenciamento das equipes em função do cumprimento de tarefas antecedentes e da disponibilidade de recursos tanto de mão de obra quanto de materiais e equipamentos. Assim, procura-se minimizar ou eliminar a influência de imprevistos que dificultam a completa execução dos serviços (BALLARD e HOWELL, 1997 apud BRANDLI, 2005).

Ao final de cada ciclo de curto prazo adotado (diário, semanal ou quinzenal), procedesse ao monitoramento das metas executadas e ao registro das causas da não conformidade com o planejado. Para se ter o total executado, se utiliza a Percentagem de Planejamento Concluído (PPC), um indicador associado ao plano, que é calculado através da razão entre os pacotes de trabalho concluídos pelos totais planejados (BERNARDES, 2003).

Procura-se chegar a um consenso sobre a emissão de ordens de produção de qualidade, consideradas assim aquelas que obedecerem aos seguintes aspectos exigíveis para a operação (BALLARD, 2000 apud BRANDLI, 2005):

- a) Boa definição de uma operação, de forma que se possa estabelecer parâmetros de medição e de controle da qualidade;
- b) Sequência adequada no processo construtivo;
- c) Tamanho compatível com o período de planejamento, com a política de pagamento e com a questão motivacional (se a tarefa é muito grande, o operário desmotiva-se por

não conseguir enxergar o seu término tampouco associar o seu empenho com a quantidade de trabalho e a remuneração combinada);

- d) Possibilidade efetiva de ser executada, em função da disponibilidade de todos os recursos necessários à sua execução.

Conforme Ballard (2000), a integração do plano de curto prazo com o de médio prazo (*lookahead planning*) faz parte de um conjunto de ferramentas que facilitam a implementação de um sistema de controle de produção denominado *Last Planner*. E salienta que esse sistema é uma filosofia com regras e procedimentos que tentam melhorar o desempenho do processo de planejamento e controle de produção (PCP), através de medidas que protejam contra os efeitos da incerteza.

## **2.2 Lean Construction**

Após o final da segunda guerra mundial os japoneses decidiram criar sua indústria automobilística baseada nos conceitos da Ford (Produção em Massa). Mas, para isso, havia a necessidade de se adaptarem às condições do seu mercado, bem menor e com pouco capital, onde não se conhecia a demanda e os clientes exigiam qualidade no produto. A partir daí nasce a Toyota (JUNQUEIRA, 2006).

À necessidade de produzir pequenas quantidades de numerosos modelos de produtos, Taichi Ohno e colaboradores desenvolveram uma maneira de adaptar os conceitos de produção em massa de Ford. Esse novo paradigma de gestão de produção passa a ser denominado *Lean Production* (Produção Enxuta), tendo então a sua origem na indústria japonesa, mais precisamente na *Toyota Motor Company*. Na prática, foi consolidado o sistema Toyota de Produção ou Estoque Zero (HIROTA e FORMOSO, 2000; CORIAT, 1994 apud JUNQUEIRA, 2006).

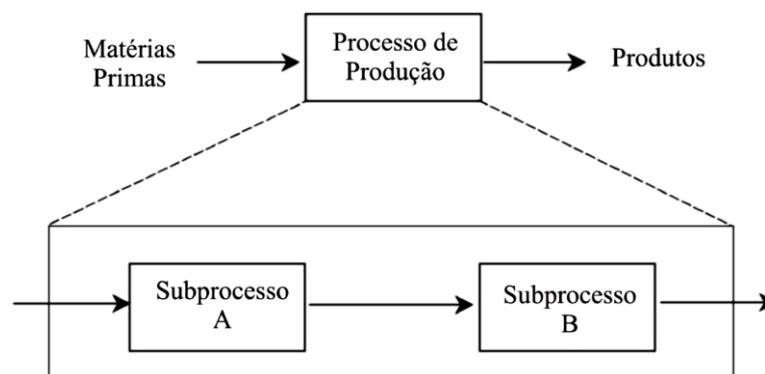
Uma das principais ideias da produção enxuta é a eliminação de qualquer tipo de serviço, que seja considerado desnecessário para a produção de um determinado bem ou serviço, o qual, por esse motivo, é determinado perda (BERNARDES, 2003). Conforme Antunes Júnior (1999 apud BERNARDES, 2003), perda pode ser qualquer elemento (atividade ou não-atividade) que gere custos, mas que não agrega valor ao produto/serviço.

Devido a isto, para que haja uma melhoria no ambiente produtivo é necessário focalizar na identificação dessas perdas, através da análise das causas que produzem desperdício e da realização de ações para reduzir ou eliminar essas causas (SERPELL et al., 1996 apud BERNARDES, 2003).

Diversas pesquisas e trabalhos têm sido realizados em diferentes setores buscando a aplicação do novo paradigma de gestão da produção, relata Formoso (2000 apud BERNARDES, 2003), tendo como destaque, principalmente, os trabalhos do grupo internacional de pesquisadores engajados na adaptação e disseminação desse novo paradigma na indústria da construção civil em diversos países, titulado Grupo Internacional da *Lean Construction* – IGLC (HOWELL, 1999).

Durante o século XX o modelo de convenção dos processos fundamentou o desenvolvimento da administração de produção (KOSKELA, 2000). Segundo o autor esse modelo tradicional pode ser definido como (Figura 3):

- a) O processo de produção é a transformação (conversão) da matéria prima (*input*) em um produto (*output*);
- b) O processo de transformação pode ser decomposto em sub processos, que são também, os processos de transformação;
- c) O custo total do processo pode ser minimizado reduzindo o custo de cada sub processo;
- d) O valor de saída do processo é associado com o valor (ou custo) de entrada para esse processo.

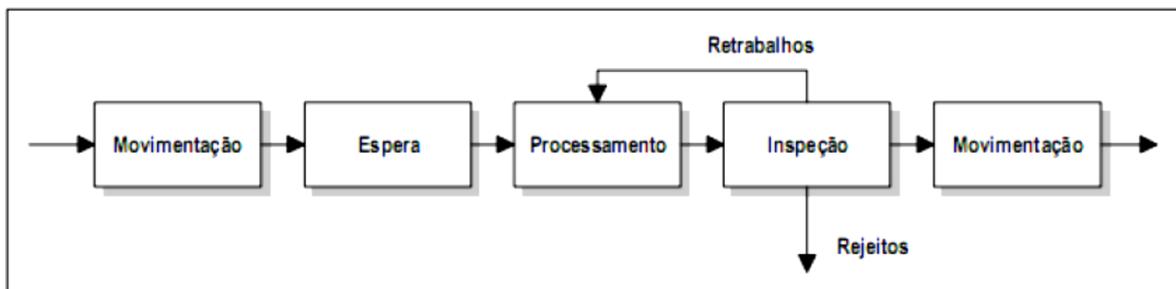


**Figura 3: Modelo tradicional de processo**

Fonte: Adaptado de Koskela, 2000

Segundo Koskela (2000), a metodologia *Lean Construction* tem como princípio introduzir uma maneira de se entender os processos produtivos da construção civil, definindo um novo conceito para o mesmo, como demonstrado na Figura 4. A nova filosofia de produção passa a ser uma teoria sobre o gerenciamento da construção. Apesar da complexidade do tema, as inovações desta filosofia podem ser resumidas em três pontos principais (KOSKELA, 1992; SHINGO, 1996 apud BRANDLI et al., 2005):

- a) Abandono do conceito de processo como transformação de *inputs* em *outputs*, passando a designar um fluxo de materiais e informações;
- b) Análise do processo de produção através de um sistema de dois eixos ortogonais: um representando o fluxo de materiais (processo) e outro, o fluxo de operários (operação);
- c) Consideração do valor agregado sob o ponto de vista dos clientes interno e externo, tendo como consequência a reformulação do conceito de perdas, que passa a incluir também as atividades que não agregam valor ao produto, como transporte, estoque, espera, inspeção e retrabalho.



**Figura 4: Modelo de processo da *Lean Construction***

Fonte: Adaptado de Koskela, 2000

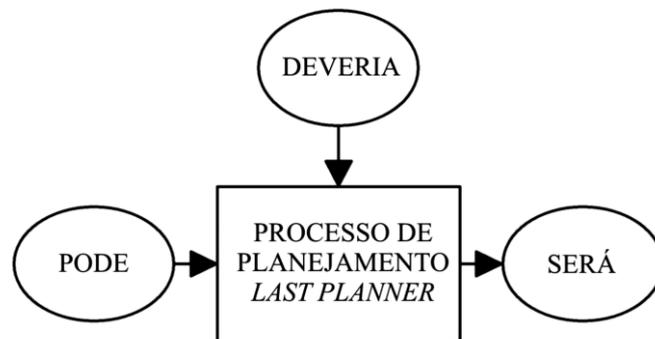
### 2.3 Last Planner

Essa nova produção de planejamento e método de gestão tem estado em desenvolvimento desde 1992, onde as funções dos sistemas de gestão de produção são planejamento e controle. O planejamento estabelece metas e uma sequência desejada de eventos para atingir as metas. O controle faz aproximar os eventos da sequência desejada, pois inicia um replanejamento quando a estabelecida sequência de atividades não é mais viável ou desejável, iniciando assim, um processo de aprendizagem quando os eventos não estão em conformidade com o plano (BALLARD, 1998 apud BALLARD, 2000).

Devido a indústria da construção civil ter um ambiente dinâmico e um sistema de produção incerto e variável, um planejamento confiável e detalhado fica difícil de ser elaborado com muita antecedência. Logo, decidir qual e quanto trabalho deverá ser realizado por uma equipe é apenas uma questão de seguir o cronograma mestre realizado inicialmente. Como tais decisões são tomadas e como podem ser melhoradas? Essas perguntas conduziram e incentivaram para uma pesquisa inicial na área do planejamento e controle ao nível da unidade de produção, denominado de “Sistema *Last Planner*” (BALLARD, 2000).

Conforme Ballard (2000), após o planejamento do trabalho físico para o curto prazo (semana seguinte) deve haver a comunicação das exigências do último planejador (*Last Planner*) para com a equipe de produção. Fazendo com que os produtos do planejamento ao nível da unidade de produção seja um compromisso de toda a organização.

O último planejador (*Last Planner*) determina o que será executado. Assim, considera-se que as atividades que são produzidas como o resultado de um processo de planejamento devem procurar adaptar o que será executado com o que deveria ser executado, verificando as restrições do que pode ser executado (BALLARD, 2000). A Figura 5 apresenta a estrutura do processo *Last Planner*.

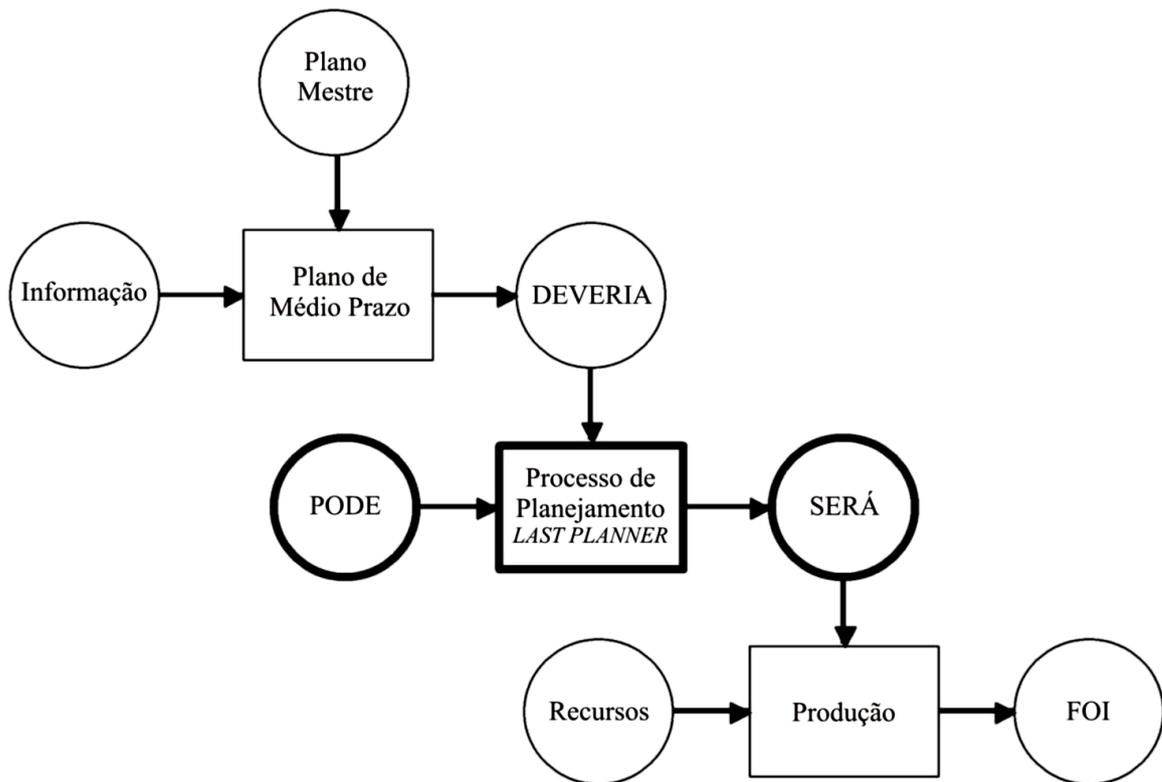


**Figura 5: Processo de planejamento *Last Planner***

**Fonte: Adaptado de Ballard, 2000**

Segundo Ballard (2000), o sistema de controle de produção *Last Planner* é uma filosofia, com regras e procedimentos. Traz ferramentas que buscam facilitar a implementação desses procedimentos. No que diz respeito ao seu processo, o sistema possui dois componentes: controle das unidades de produção e controle de fluxo de trabalho.

O sistema *Last Planner* acrescenta um componente de controle de produção ao sistema tradicional de gestão de projeto. O *Last Planner* pode ser compreendido como um mecanismo de transformação daquilo que deveria ser feito, para o que pode ser feito. Assim, cria-se um acúmulo de trabalho disponível, e a partir daí o planejamento semanal pode ser criado, conforme Figura 6 (BALLARD, 2000).



**Figura 6: Níveis hierárquicos do planejamento para o sistema *Last Planner***

Fonte: Adaptado de Ballard, 2000

Além da elaboração das tarefas do planejamento de trabalho semana, há o compromisso assumido dos planejadores (*Last Planners*: mestre-de-obras, encarregados, etc.) com aquilo que realmente será realizado (BALLARD, 2000).

## 2.4 Tecnologia da Informação

Para Junior (2009) a tecnologia da informação (TI) pode ser definida como um conjunto de todas as atividades e soluções providas por recursos de computação. Segundo o autor, a definição de TI pode ser melhor entendida através da sua funcionalidade, quando diz que o

termo Tecnologia da Informação serve para designar o conjunto de recursos tecnológicos e computacionais para geração e uso da informação.

Segundo Laurindo (2008) a TI pode abalar forças competitivas de uma organização e com isto pode alterar significativamente o padrão da competição da mesma. “Uma boa estratégia de TI depende da escolha e da implementação das aplicações de TI “corretas” que estejam em estreita relação com a estratégia de negócios de uma empresa” (LAURINDO, 2008).

A TI mostra-se como suporte à gestão da informação na pequena empresa através dos seguintes recursos: disponibiliza informações para a tomada de decisões e gerenciamento estratégico do negócio; possibilita a automatização de tarefas rotineiras; auxilia o controle interno das operações; aumenta a capacidade de reconhecer antecipadamente os problemas; e pode ser utilizada como ferramenta estratégica no processo de planejamento, direção e controle (MORAES; TERENCE; FILHO, 2004).

Para Ramos, Silva e Alverga (2009) a TI se utilizada corretamente pode ser um suporte muito eficaz na administração. Onde pode contribuir com redução de custos, ganhos de produtividade, prospecção de novos mercados, facilidade de relacionamento com clientes e fornecedores, conhecimento do mercado de atuação e da conjuntura econômica, dentre outros fatores imprescindíveis a qualquer empresa que busque uma maior participação e consolidação no mercado global.

As organizações como um todo exigem que as tecnologias sejam desenvolvidas e utilizadas para resolverem seus problemas e oferecer inovações necessárias para novas oportunidades. Com a utilização da TI, uma gama de funcionalidades, dados e oportunidades surgem e as organizações podem utilizar essa ferramenta de forma positiva, ou não (ALBERTIN, 2009).

Na indústria da construção civil, a falta de informações precisas é considerada um elemento crítico para o setor. As informações são elementos essenciais para a produção de documentos, execução de tarefas e geração de novos conhecimentos. A falta de dados na elaboração de documentos técnicos é um grave problema na obtenção de maior produtividade e qualidade no setor da construção civil (SCHMITT, 1993, *apud* NASCIMENTO et. al., 2003, p. 71).

### **2.4.1 Tecnologia da Informação na Construção Civil**

A Tecnologia da Informação (TI) é vista como a fonte de criação de novas estratégias de negócio, de novas estruturas organizacionais e de novas formas de relacionamento entre empresas e seus consumidores. A utilização de sistemas de informação (SI) traz muitas vantagens competitivas. Dentre elas podemos citar: mais segurança nas informações, menos erros, mais precisão, produtividade, redução dos custos e desperdícios etc (REZENDE, 2005).

A indústria da construção civil superou o uso de computadores para apenas no processamento de seus dados e está consolidando o uso da Tecnologia da Informação por meio do uso de Sistemas de Informação (SI) em seus processos. O objetivo é de gerar informações úteis que no início eram operados em CPDs (Centro de Processamento de Dados) e posteriormente distribuídos na companhia através de computadores (NASCIMENTO e SANTOS, 2003).

O objetivo no desenvolvimento de sistemas e ferramentas para a construção civil é possibilitar os agentes envolvidos a analisar o conhecimento adquirido nas empresas. Com o novo enfoque das ferramentas, os agentes poderão entender e explicar melhor os resultados positivos e negativos dos negócios a partir de decisões tomadas baseadas em conhecimento e dados. Portanto, as novas estratégias e sistemas para o setor serão desenvolvidos para que, ao longo dos processos da construção, desde os dados coletados da produção até a formação do conhecimento (NASCIMENTO e SANTOS, 2003).

### 3. DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo é apresentada a contextualização da problemática em estudo, o desenvolvimento do software e os dados coletados para sua aplicação.

#### 3.1 Caracterização do Processo

De forma geral, os processos podem ser divididos em níveis de detalhamento, sendo: Grupos de Atividades, Atividades, Tarefas e Serviços, em que cada um deles, respectivamente, é mais detalhado que o nível anterior.

As etapas do empreendimento são divididas em: Definição do Produto, Lançamento do Empreendimento, Execução da Obra e Conclusão da Obra. A etapa que está diretamente ligada ao desenvolvimento do software é a Execução da Obra. Esta etapa é dividida em processos, conforme Figura 7.

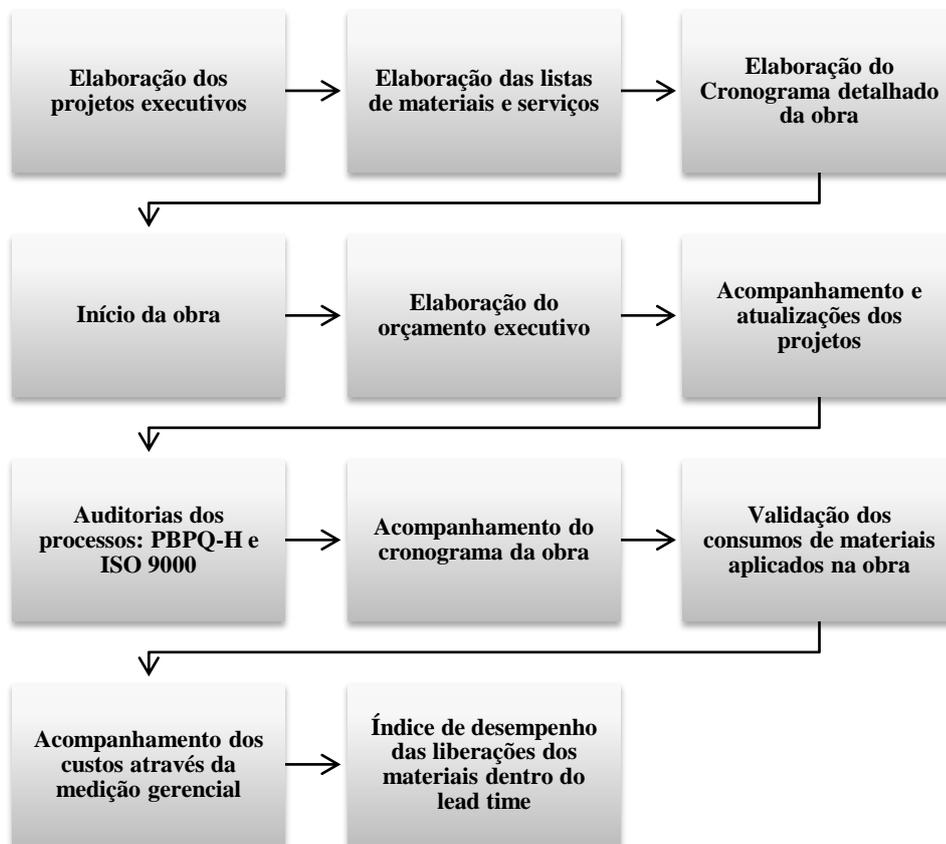


Figura 7: Processos para acompanhamento e execução da obra

O planejamento dos processos de execução da obra é feito no programa MSProject®, envolve os objetivos gerais do empreendimento e estratégias para alcançá-los. O Sistema de Planejamento e Gerenciamento da Produção está contemplado no Cronograma Físico Executivo dos empreendimentos (Quadro 1).

**Quadro 1: Cronograma Físico Executivo do Empreendimento**

Nome da tarefa	Início	Término	Duração
<b>Torre 1</b>	<b>Seg 05/11/12</b>	<b>Qua 18/02/15</b>	<b>577 d</b>
<b>Fundações - Torre 1</b>	<b>Sex 15/03/13</b>	<b>Sex 05/07/13</b>	<b>77 d</b>
<b>Estrutura - Torre 1</b>	<b>Seg 05/11/12</b>	<b>Sex 02/05/14</b>	<b>374 d</b>
<b>Serviços internos - Torre 1</b>	<b>Seg 05/11/12</b>	<b>Qua 18/02/15</b>	<b>577 d</b>
Marcação alvenaria - Torre 1	Seg 05/11/12	Sex 28/03/14	352 d
Alvenaria - Torre 1	Seg 05/11/12	Ter 08/04/14	359 d
Kit churrasq/lareira - Torre 1	Seg 05/11/12	Qui 17/04/14	366 d
Taliscamento Sup - Torre 1	Seg 05/11/12	Qua 30/04/14	373 d
Fixação alvenaria - Torre 1	Seg 05/11/12	Seg 12/05/14	380 d
Contram, Bat PCF e MAC - Torre 1	Seg 05/11/12	Qua 21/05/14	387 d
Eletrod, Cx e Fun QDL - Torre 1	Seg 05/11/12	Qua 25/06/14	411 d
Tubul, Bases e Com Hid Parede - Torre 1	Seg 05/11/12	Sex 04/07/14	418 d
Instalações de gás - Torre 1	Seg 05/11/12	Seg 25/08/14	453 d
Instalação de split - Torre 1	Seg 05/11/12	Sex 20/06/14	408 d
Enchimentos Hidráulica - Torre 1	Seg 05/11/12	Ter 01/07/14	415 d
Impermeab Manta Asf - Torre 1	Seg 05/11/12	Sex 08/08/14	443 d
Reboco interno - Torre 1	Seg 05/11/12	Qui 10/07/14	422 d
Revestimento Teto - Torre 1	Seg 05/11/12	Qua 06/03/13	84 d
Regul laje/Contrapiso - Torre 1	Seg 05/11/12	Seg 21/07/14	429 d
Fiação - Torre 1	Seg 05/11/12	Qua 20/08/14	450 d

O cronograma físico executivo está dividido em etapas (grupos de atividades) e atividades. As etapas são definidas através de um responsável pelo controle da produção (Engenheiro de Produção, Mestre de Obras e Encarregados) e por períodos de produção (cíclico ou não).

Os agrupamentos de atividades que uma mesma equipe pode realizar são chamados de pacotes de atividades (grupos). Para melhorar o controle das empresas terceirizadas, assim como uma equipe própria da construtora, só poderá estar inserida em no máximo 2 famílias.

As atividades, subdivididas por pavimentos, consistem no agrupamento de tarefas que necessitam serem realizadas para que a mesma seja completada dentro de um período de produção (ciclo ou não) estabelecido no planejamento de longo prazo, conforme Quadro 2.

**Quadro 2: Atividade Subdividida em Tarefas por Pavimento**

Nome da tarefa	Início	Término	Duração
<b>Marcação alvenaria - Torre 1</b>	<b>Seg 05/11/12</b>	<b>Sex 28/03/14</b>	<b>352 d</b>
Marcação alvenaria - Térreo - Torre 1	Seg 05/11/12	Seg 05/11/12	1 d
Marcação alvenaria - Interm. 1 - Torre 1	Seg 05/11/12	Seg 05/11/12	1 d
Marcação alvenaria - Interm. 2 - Torre 1	Seg 18/11/13	Ter 26/11/13	7 d
Marcação alvenaria - 01º tipo - Torre 1	Qui 28/11/13	Sex 06/12/13	7 d
Marcação alvenaria - 02º tipo - Torre 1	Ter 10/12/13	Qua 18/12/13	7 d
Marcação alvenaria - 03º tipo - Torre 1	Sex 20/12/13	Ter 31/12/13	7 d
Marcação alvenaria - 04º tipo - Torre 1	Sex 03/01/14	Seg 13/01/14	7 d
Marcação alvenaria - 05º tipo - Torre 1	Qua 15/01/14	Qui 23/01/14	7 d
Marcação alvenaria - 06º tipo - Torre 1	Seg 27/01/14	Ter 04/02/14	7 d
Marcação alvenaria - 07º tipo - Torre 1	Qui 06/02/14	Sex 14/02/14	7 d
Marcação alvenaria - 08º tipo - Torre 1	Ter 18/02/14	Qua 26/02/14	7 d
Marcação alvenaria - 09º tipo - Torre 1	Qui 27/02/14	Seg 10/03/14	7 d
Marcação alvenaria - 10º tipo - Torre 1	Ter 11/03/14	Qua 19/03/14	7 d

Tarefas são agrupamentos de processos, agregadores de valor ou não, necessários para que uma atividade seja completada. Os processos agregadores de valor e os não agregadores de valor mas necessários serão considerados serviços a serem realizados. As quantidades de tarefas, a serem realizadas por uma mesma equipe em um período de tempo, são chamados de pacotes de trabalho. Um processo é a transformação de determinado material ou conjunto de materiais por uma mesma equipe, em um período de tempo contínuo e em um mesmo espaço de trabalho.

Os processos considerados críticos para a qualidade da obra e atendimento das exigências dos clientes são: Execução e inspeção dos serviços e materiais controlados; Modificações (projetos clientes); Planejamento e controle (andamento da obra); Projetos; Contratação serviços; Compras; Execução (obra) e Entrega obra. Sendo que as formas de controle destes processos, bem como os registros dos controles realizados, estão contempladas nos respectivos procedimentos documentados.

### 3.2 Diagnóstico

Em 2014, foi realizado o acompanhamento na execução de uma obra, com o objetivo de identificar problemas no PCP. Por meio de discussão direta com a equipe de engenharia e análise dos documentos existentes, foi possível identificar necessidades no monitoramento da execução das atividades, detalhamento de indicadores de produtividade e uma quantificação e

classificação dos problemas decorridos obra. As dificuldades encontradas e definidas pela equipe de engenharia como prioritárias foram:

- Grande número de atividades que não agregam valor;
- Baixa transparência dos processos;
- Informação local do acompanhamento e controle do processo da obra;
- Ineficiência do compartilhamento de informações entre Engenheiros Residentes e Coordenador de Obras;
- Tempo elevado para realizar e aplicar ações de melhoria para processos;
- Indicadores de produção sem acompanhamento em tempo hábil para o planejamento a curto prazo (*Last Planner*);
- Alta variabilidade da produtividade entre as equipes;
- Baixa precisão na medição de desempenho das empreiteiras para ser calculado o valor a ser pago por serviço;
- Não existe uma ferramenta ou sistema para a medição de produtividade individual para os funcionários da construtora, inviabilizando a nova proposta de remuneração por produtividade.

Portanto, a dificuldade no acompanhamento e controle do planejamento é o modo que a equipe de engenharia realiza o acompanhamento semanal de atividades, onde as informações que são obtidas não são precisas, pois o compartilhamento dessas informações não é realizado em tempo real. Desse modo, os indicadores podem ser manipulados para uma falsa realidade do andamento da obra. Assim, as tomadas de decisão para ações de melhoria em processos problemáticos não são eficazes, faltando acompanhamento, agilidade e distribuição da informação para todos os responsáveis num curto prazo de tempo.

### **3.3 LPS Software**

Com a utilização de um software para o acompanhamento e controle de produção de curto prazo e com a participação dos engenheiros no acompanhamento do cronograma de planejamento da obra para servir de comparativo entre o Executado e Planejado, os dados serão coletados de forma precisa, com local, data de início, data de término, equipe e colaborador que participou

da execução de uma tarefa. A Figura 8 representa o esquema dos processos realizados pelo software.



**Figura 8: Esquema de Processamento do LPS Software**

Desta forma, com o acompanhamento da obra e utilização do software, a equipe de engenharia poderá obter um banco de dados próprio com composições de produtividade individual, por empreiteira ou por atividade, comparando os indicadores de desvio de prazo, percentual de atividades concluídas, produtividade planejada por dia e restrições e problemas ocorridos, para adequar com a realidade de seu planejamento inicial de longo prazo com o objetivo de cumprir o prazo determinado à entrega do empreendimento.

Quando for encontrado restrições ou problemas na execução de determinada atividade, será possível criar ações de melhoria em tempo hábil para o processo, podendo assim aumentar a produtividade, e melhorar o processo para o restante da obra.

As informações do módulo de Gestão de Planejamento e Gestão de Pessoas serão de responsabilidade da equipe de engenharia, podendo serem coletadas tanto na obra quanto no escritório. Os dados para o módulo de Gestão da Produção serão alimentados diariamente, com um colaborador pré-definido pela equipe de engenharia, diretamente na obra.

A Figura 9, lista os módulos do software para acompanhamento da obra.



**Figura 9 – Módulos do Software**

Se bem utilizado pela construtora, o software dará a possibilidade para que a empresa possua um banco de dados com o acompanhamento analítico de suas obras, problemas, restrições, produtividade individual por colaborador, produtividade por empreiteira, e outras informações que auxiliarão a equipe de planejamento e execução de obras a traçar um cenário muito mais próximo da realidade em comparação do que é realizado hoje.

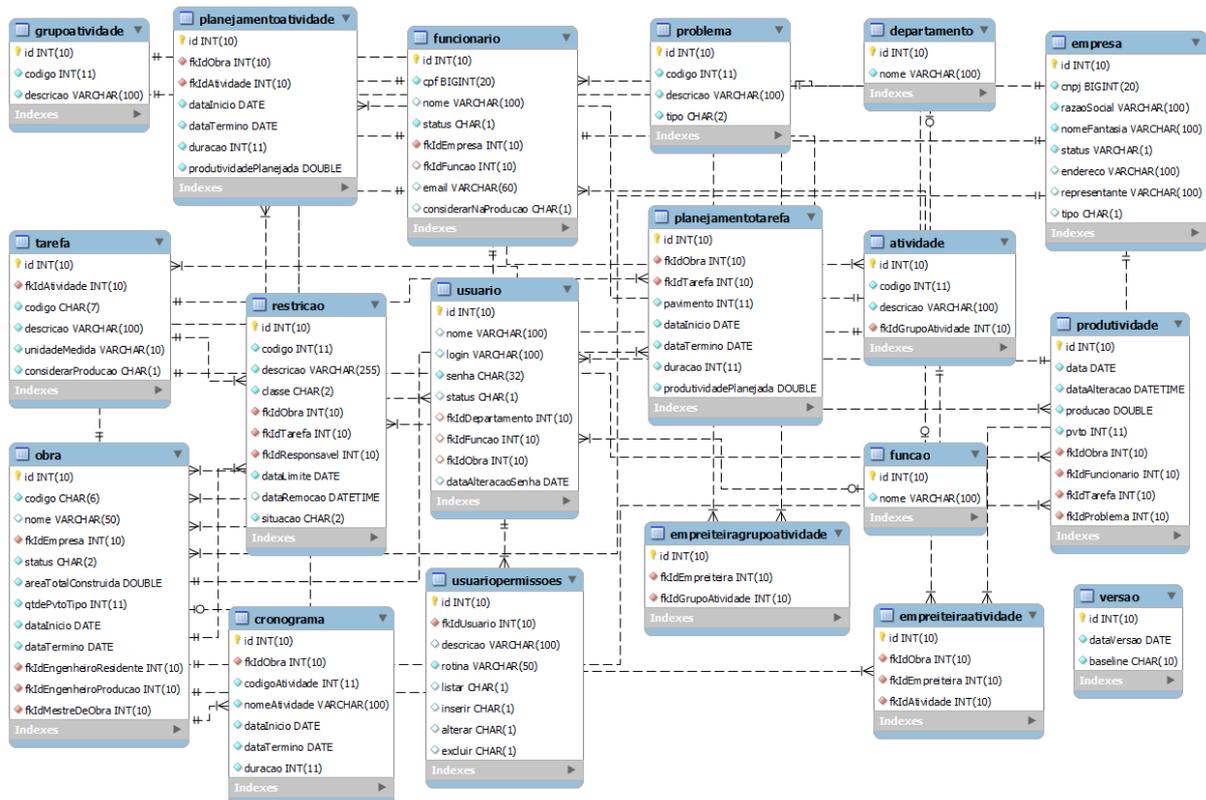
O software foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação Java e o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) *NetBeans* 8.0. O banco de dados utilizado foi o *MySQL*, com o auxílio da ferramenta *Squirrel SQL Client*, que é um programa gráfico que permite visualizar a estrutura de um banco de dados compatível com JDBC, procurar os dados em tabelas, executar comandos de edição SQL, entre outras funções.

A conexão entre o a linguagem *Java* e o banco de dados *MySQL* utiliza a tecnologia *Java Database Connectivity* (JDBC). O JDBC é a API padrão para conectividade independente de

banco de dados entre a linguagem de programação *Java* e uma grande variedade de bancos de dados SQL e outras fontes de dados, como planilhas ou arquivos simples.

Os relatórios do software foram desenvolvidos utilizando a API *JasperReport*, que é mecanismo de relatórios mais popular de código aberto do mundo. A ferramenta gráfica utilizada para elaboração do *layout* dos relatórios foi o *iReport Designer*.

Todas as informações coletadas no software serão enviadas para um banco de dados centralizado, em um servidor remoto hospedado na nuvem em parceria com uma empresa do setor, e a modelagem desse banco de dados segue conforme a Figura 10.



**Figura 10 – Diagrama de Entidade e Relacionamento**

As relações utilizadas para o desenvolvimento do diagrama de relacionamento do banco de dados foram de 1:1 (um-para-um), 1:n (um para muitos) e n:m (muitos para muitos) (SILBERCHATZ, 2006).

O Diagrama de Entidade e Relacionamento pode ser detalhado seguindo os seguintes critérios:

- 1) Uma obra possui apenas uma empresa:

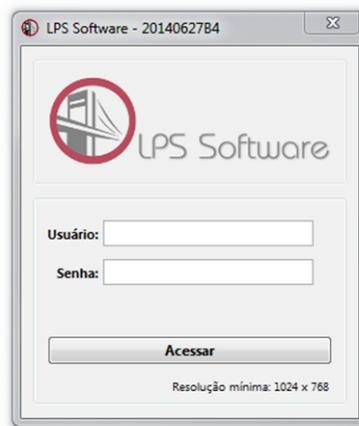
- a) Cada obra deve possuir uma empresa responsável por seu planejamento, execução e controle de produção.
- 2) Uma obra possui apenas um engenheiro residente:
  - a) Cada obra possui apenas um engenheiro residente, responsável sobre a edificação, que acompanha a elaboração do projeto e orçamento; gerencia equipes para execução de serviços; efetua avaliação de desempenho dos fornecedores qualificados, entre outras responsabilidades;
  - b) Um engenheiro residente pode ter várias obras em sua responsabilidade.
- 3) Uma obra possui apenas um engenheiro de produção:
  - a) Idem item 2.
- 4) Uma obra possui apenas um mestre de obras:
  - a) Cada obra possui apenas um mestre de obras, responsável pelo gerenciamento das equipes internas e empreiteiras durante toda a execução da obra, e, por sua vez um mestre de obras possui apenas uma obra.
- 5) Uma obra possui diversas empreiteiras:
  - a) Para uma ou mais atividades da obra, uma ou diversas empreiteiras serão contratadas para executar o serviço, sendo vinculado a obra;
  - b) Como uma empreiteira pode ser contratada para executar uma atividade específica, a mesma pode possuir diversas obras.
- 6) Uma empreiteira possui diversos colaboradores:
  - a) As empreiteiras são formadas por diversos colaboradores para executar diversas tarefas.
- 7) Uma empreiteira possui diversos grupos de atividades:
  - a) Para especificar qual o trabalho a ser executado de cada empreiteira em cada obra, poderá existir diversos grupos atividades para cada empreiteira.
- 8) Uma empreiteira possui diversas atividades para cada obra:
  - a) Como uma empreiteira pode estar em duas ou mais obras, a mesma terá suas atividades selecionadas a partir de uma obra definido em seu contrato.
- 9) Uma obra possui apenas um cronograma:
  - a) Com a opção de importar o cronograma para o software, cada obra poderá possuir apenas um cronograma de todas as suas atividades.
- 10) Uma obra possui diversos planejamentos de atividades:
  - a) Para muitas atividades existe um grupo de atividades, afim de separar por tipo ou fases, todas as atividades de uma obra;

- b) Cada obra possui seu planejamento de atividades para ser executado e, por sua vez cada planejamento de atividade possui apenas uma obra, visto que cada obra é única, com datas e dimensões diferentes;
  - c) Cada planejamento de atividade possui diversos planejamentos de tarefas, pois cada atividade é subdividida em tarefas a serem executadas, e cada tarefa possui ciclos e quantidades diferentes para a execução.
- 11) Uma obra possui diversas restrições:
- a) Visto que, para cada planejamento de tarefa pode-se inserir uma restrição, a obra poderá conter diversas restrições, mas a restrição terá somente uma obra;
  - b) Uma restrição possui um responsável, que será qualquer colaborador que pertence a obra, que por sua vez poderá ter diversas restrições em sua responsabilidade.
- 12) Uma obra possui diversos problemas:
- a) Quando o colaborador executar uma tarefa, a mesma será registrada como uma produtividade, então, cada produtividade poderá possuir um problema, portanto, a obra possuirá diversos problemas.
- 13) Um colaborador possui diversas produtividades:
- a) Para cada registro da produção diária de uma determinada tarefa será adicionado uma produtividade para o colaborador, então, cada colaborador possuirá diversas produtividades;
  - b) Como cada produtividade será adicionada para cada tarefa, cada tarefa terá diversos registros de produtividade, com o relacionamento direto entre colaborador, empreiteira e obra.
- 14) Um colaborador possui apenas um departamento:
- a) Para cada colaborador, será necessário definir qual o departamento que o mesmo trabalha, afim de limitar o uso do software e aprimorar filtros em diversas rotinas.
- 15) Um colaborador possui apenas um usuário:
- a) Para utilizar o sistema, o colaborador deverá possuir um usuário de acesso ao sistema cadastrado;
  - b) Para cada usuário, muitas permissões de usuário serão configuradas, de acordo com cada usuário e seu acesso ao software.
- 16) Um usuário possui apenas uma função:
- a) Para definir as rotinas a serem acessadas, cada usuário terá uma função dentro do software.

### 3.4 Requisitos Funcionais

#### 3.4.1 Controle de Segurança

O software só poderá ser acessado com uma chave de acesso, por isso a empresa terá usuários e senhas previamente cadastrados. Para o reconhecimento e autorização dos usuários é necessário realizar um *login* e assim, cada usuário terá suas autorizações conforme o Administrador da ferramenta julgar correto. A existência de um controle de acesso (Figura 11) para a utilização do software garante que não haja coleta de informações de pessoas desautorizadas e sem treinamento para o uso.



**Figura 11 – Tela de Acesso ao Software**

As imagens do software no presente trabalho exibem o nome “LPS Software”, este é um nome fictício e sem valor comercial.

O Administrador terá a possibilidade de total customização das permissões para cada usuário, dependendo do nível de acesso que desejar para cada um, conforme a Figura 12. No mesmo local, na listagem de usuários, o administrador ou quem possuir a permissão, poderá alterar ou excluir usuários já cadastrados.

**Dados do Usuário**

Nome: Engenheiro A

Departamento: Engenharia Função: Engenheiro Residente

Obra: 01 - Obra A Status: Ativo

Login: engenheiro A Senha: \*\*\*\*\*

Ao cadastrar um novo usuário, sua senha padrão é: 123456  
Para alterar a senha, é necessário logar com o usuário!

**Permissões**

Rotina	Listar	Inserir	Alterar	Excluir
Atividades	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Contrato Empreiteira	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Colaborador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cronograma de Obras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Departamento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Empreiteira	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Empresa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funcao	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grupo de Atividade	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Obra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Planejamento de Atividades	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Planejamento de Tarefas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Problema	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Produtividade	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Checklist de Qualidade	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Relatórios	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Restrição	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tarefa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Usuario	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Limpar Salvar

Figura 12 – Tela de Cadastro de Usuários e Permissões

### 3.4.2 Gestão de Planejamento

#### 3.4.2.1 Obra

Objetivo da tela: Nesta tela (Figura 13) o usuário pode cadastrar as obras onde serão executadas as atividades. Para cadastrar a obra, o usuário deve preencher todos os campos obrigatórios, que são: Código, Nome, Empresa, Quantidade de Pavimentos, Área Total, Datas de Início e Término, Engenheiro Residente, Engenheiro de Produção e Mestre de Obra.

**Listagem de Obras**

Filtro Nome:  Novo

Código	Nome	Empresa	Data Início	Data Término	Qtde Pvtos	Área Construída
01	Obra A	Empresa A	01/01/2013	01/07/2015	11	9552.22
02	Obra B	Empresa B	01/01/2010	31/12/2014	24	15542.85

**Cadastro de Obras**

**Nova Obra**

Código:  Status: Aprovado

Nome:

Empresa: Seleccione Data de Início:

Qtde Pvtos:  Área Total:  Data de Término:

**Responsáveis**

Eng. Residente:

Eng. Produção:

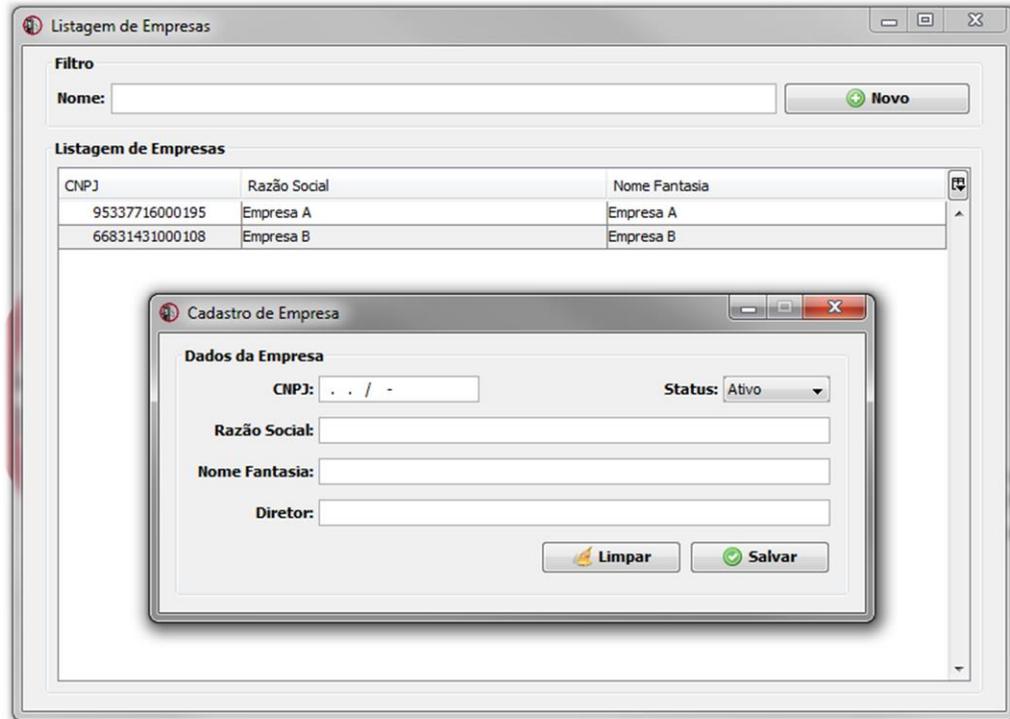
Mestre de Obra:

Limpar Salvar

Figura 13 – Listagem e Cadastro de Obra

### 3.4.2.2 Empresa

**Objetivo da tela:** Cadastrar uma ou mais empresas que utilizarão o software. Se a empresa matriz possuir filiais ou outras empresas que executam as obras, então deve-se cadastrá-las nessa tela. Para cadastrar uma nova Empresa, o usuário deve preencher os campos obrigatórios que são: CNPJ, Razão Social, Nome Fantasia e Diretor (Figura 14).



**Figura 14 – Listagem e Cadastro de Empresa**

### 3.4.2.3 Grupos de Atividade, Atividade e Tarefa

**Objetivo das telas:** Cadastrar a Estrutura Analítica do Projeto – EAP. O cadastro do EAP no sistema deve ser realizado pela pessoa responsável pelo planejamento da obra, para que todos os serviços que estejam cadastrados no software estejam no planejamento de execução da obra. Os grupos de atividade serão utilizados no cadastro de Empreiteiras, para delimitar a área de atuação de cada uma. As atividades e tarefas são utilizadas no Planejamento, Cronograma e Controle de Produtividade. Os campos obrigatórios para o cadastro do Grupo são: Código e Descrição. Serão apresentados alguns Grupos já cadastrados como padrão, que podem ser utilizados, alterados ou excluídos conforme a necessidade de cada empresa, conforme Figura 15.

Para cadastrar uma atividade é obrigatório selecionar a qual grupo de atividade ela está associada. Os campos obrigatórios para cadastrar uma nova Atividade são: Código, Descrição

e Grupo de Atividade. Serão apresentadas algumas Atividades já cadastradas como padrão, que podem ser utilizadas, alteradas ou excluídas conforme a necessidade de cada empresa, como na Figura 16.

Código	Descrição
2	Estrutura
3	Alvenaria/Vedações
5	Instalação Elétrica
6	Instalação Hidráulica
8	Instalação Ar Condicionado
9	Impermeabilização
10	Revestimento em Argamassa
11	Gesso
12	Acab. Cer, Gran e Pedra
13	Pintura Interna e Externa
14	Limpeza
15	Marcenaria

Figura 15 – Listagem e Cadastro de Grupos de Atividade

Código	Descrição	Grupo
0634	Armação Tipo – Torre	Estrutura
0635	Fabricação de Pré-Moldados – Torre	Estrutura
0640	Estrutura Tipo – Torre	Estrutura
0645	Desforma Tipo – Torre	Estrutura
0950	Marcação Alvenaria – Torre	Alvenaria/Vedações
0955	Fabricação Vergas – Torre	Alvenaria/Vedações
0960	Alvenaria – Torre	Alvenaria/Vedações
0970	Kit Churrasq/Lareira – Torre	Alvenaria/Vedações
0980	Taliscamento Sup – Torre	Alvenaria/Vedações
0990	Fixação Alvenaria – Torre	Alvenaria/Vedações
1000	Contram, Bat PCF e MAC – Torre	Alvenaria/Vedações
1005	Prumadas Elétricas – Torre	Instalação Elétrica
1010	Eletrod, Cx e Fun QDL – Torre	Instalação Elétrica
1015	Prumadas Hidráulicas – Torre	Instalação Hidráulica
1020	Tabul, Bases e Con Hid Parede – Torre	Instalação Hidráulica
1025	Prumadas de Gás – Torre	Instalação Hidráulica
1030	Instalações de Gás – Torre	Instalação Hidráulica
1040	Instalação de Split – Torre	Instalação Ar Condicionado
1050	Enchimentos Hidráulica – Torre	Alvenaria/Vedações
1060	Impermeabilização Manta – Torre	Impermeabilização

Figura 16 – Listagem e Cadastro de Atividades

As tarefas são cadastradas para cada atividade, portanto é necessário selecionar qual a atividade que se deseja cadastrar uma tarefa. Os campos obrigatórios para cadastrar uma Tarefa são: Atividade, Código, Descrição, Unidade de medida e Considerar na Produção. Se selecionado o campo Considerar na Produção, a tarefa será exibida no controle de produtividade para cada colaborador. Serão apresentados algumas Tarefas já cadastradas como padrão, que podem ser utilizadas, alteradas ou excluídas conforme a necessidade de cada empresa. A Figura 17 demonstra a tela de cadastros das Tarefas.

Código	Descrição	Unidade
0960T01	2ª Protensão de Faixa/Laje*	m <sup>2</sup>
0960T02	Execução de Alvenarias	m <sup>2</sup>
0960T03	Instalação de Vergas**	m <sup>2</sup>
0960T04	Fixação Provisória de Alvenarias em Espuma PU	m <sup>2</sup>
0960T05	Limpeza	m <sup>2</sup>
0960T06	Inspeção	m <sup>2</sup>

**Figura 17 – Listagem e Cadastro de Tarefa**

#### 3.4.2.4 Planejamento das Atividades e Tarefas

Objetivo da tela: Cadastrar e monitorar o Planejamento das Atividades e Tarefas de uma determinada obra. No cadastro do Planejamento de Atividade são obrigatórios os campos: Obra, Grupo de Atividade, Atividade, Data de Início e Término e a Produtividade Planejada (Figura 18). O campo produtividade planejada está diretamente relacionado com a gestão de produtividade de cada colaborador, onde o planejamento só será finalizado quando a soma de todos os colaboradores conferir com a produtividade planejada.

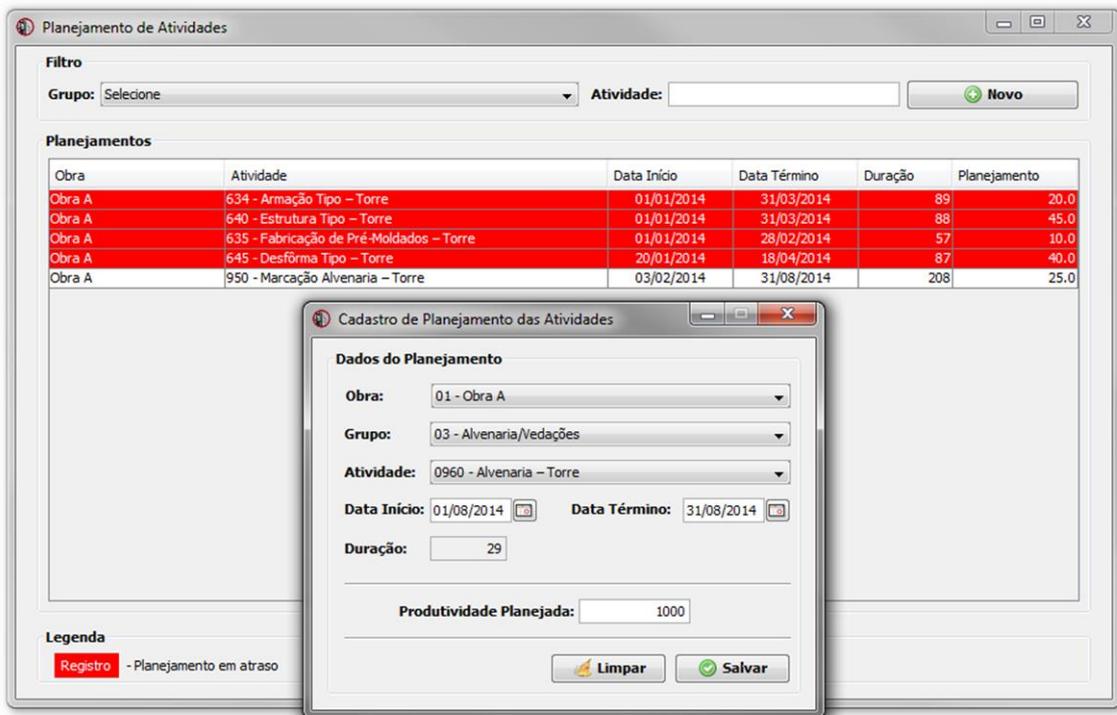


Figura 18 – Listagem e Cadastro de Planejamento de Atividades

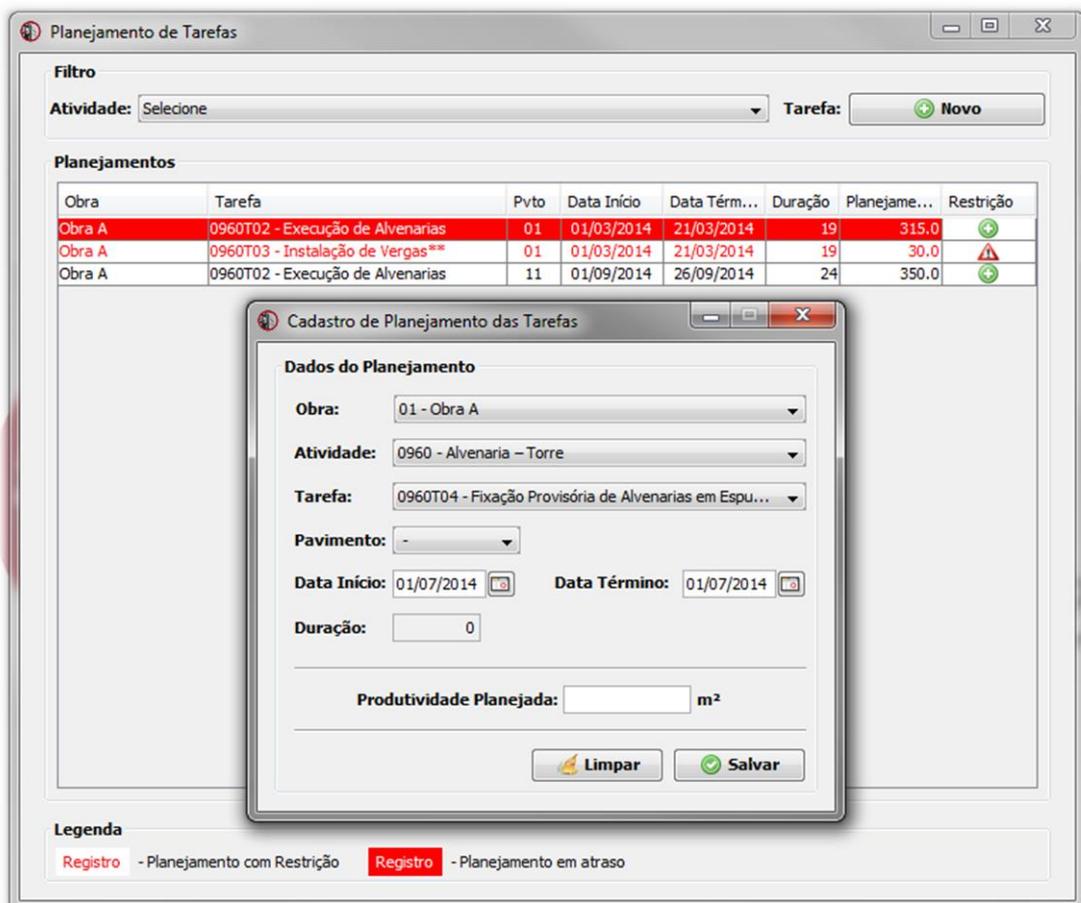
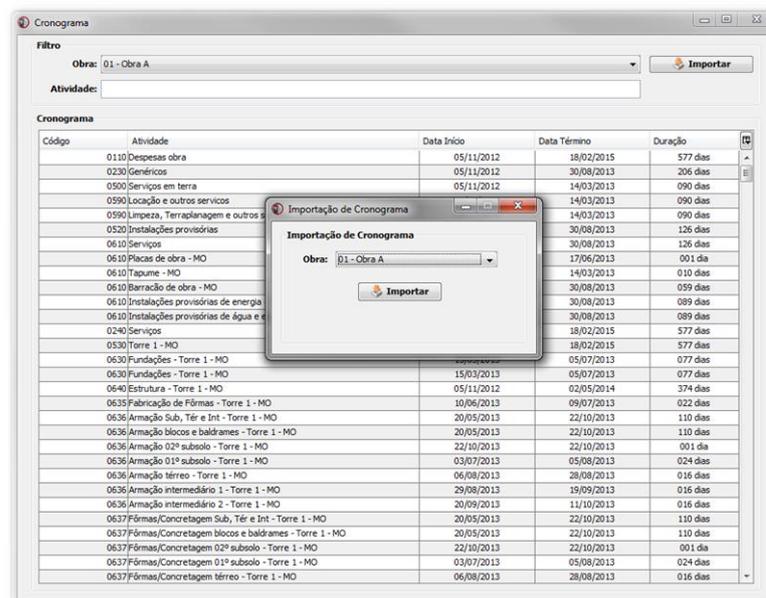


Figura 19 – Listagem e Cadastro de Planejamento de Tarefas

No Planejamento de Tarefas é possível adicionar uma restrição (Figura 19) para um planejamento cadastrado, onde no acompanhamento das tarefas será possível visualizar os planejamentos que possuem restrição e assim tomar ações para solucioná-las.

### 3.4.2.5 Cronograma

**Objetivo da tela:** Importar o cronograma de execução de obras feito em MSProject® para o software, afim de visualizar e acompanhar o cronograma na Gestão de Produção. No MSProject® deve-se exportar o cronograma para o formato CSV e importa-lo no software, como na Figura 20.



**Figura 20 –Importação do Cronograma para o Software**

## 3.4.3 Gestão de Pessoas

### 3.4.3.1 Cargos e Funções

**Objetivo da tela:** Cadastrar os Cargos e Funções existentes na empresa para serem utilizados no cadastro dos colaboradores do software. Campo obrigatório: Nome. Serão apresentados alguns Cargos e Funções já cadastrados como padrão, que podem ser utilizados, alterados ou excluídos conforme a necessidade de cada empresa, conforme Figura 21.

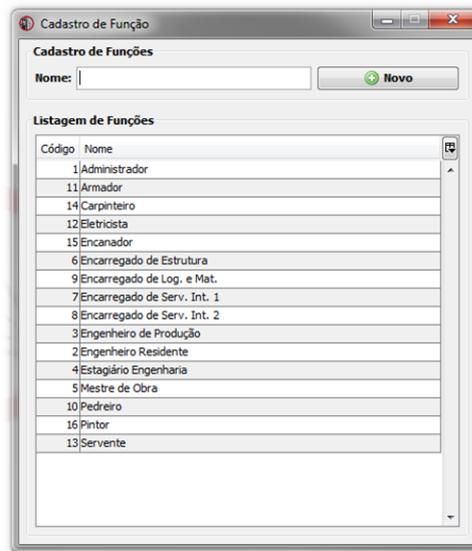


Figura 21 – Listagem e Cadastro de Cargos e Funções

### 3.4.3.2 Empreiteira

Objetivo da tela: Cadastrar empresas terceirizadas para a execução de determinados grupos de atividades em uma obra (Figura 22). Denominado de Empreiteira no software, essas empresas serão avaliadas mês a mês através da produtividade de seus colaboradores e as atividades realizadas.

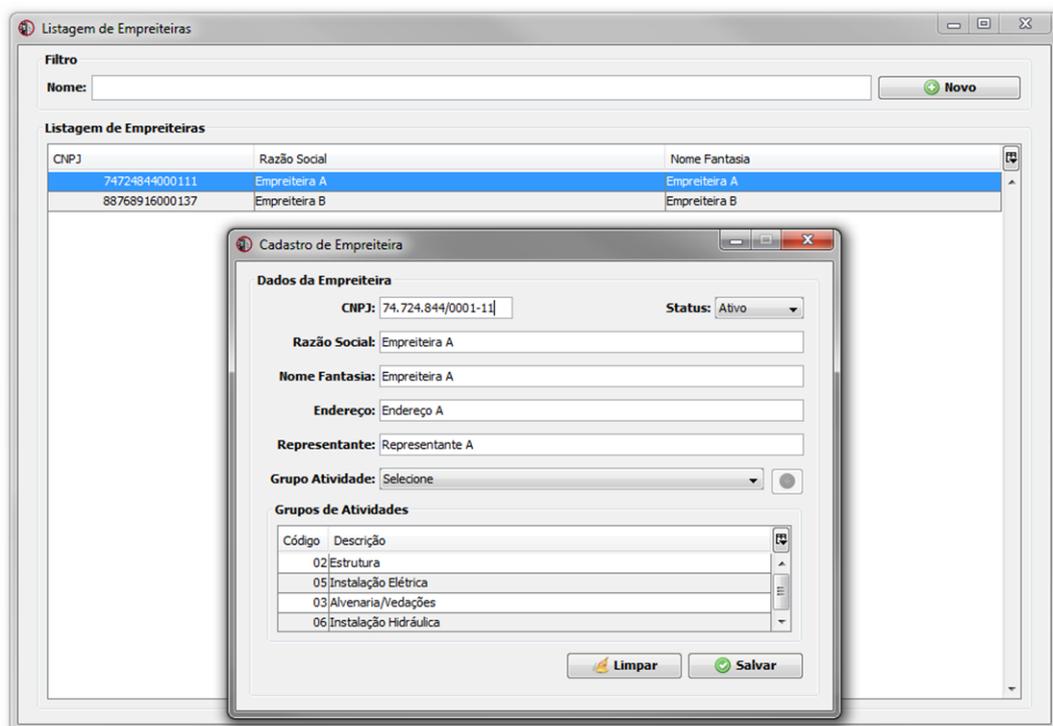
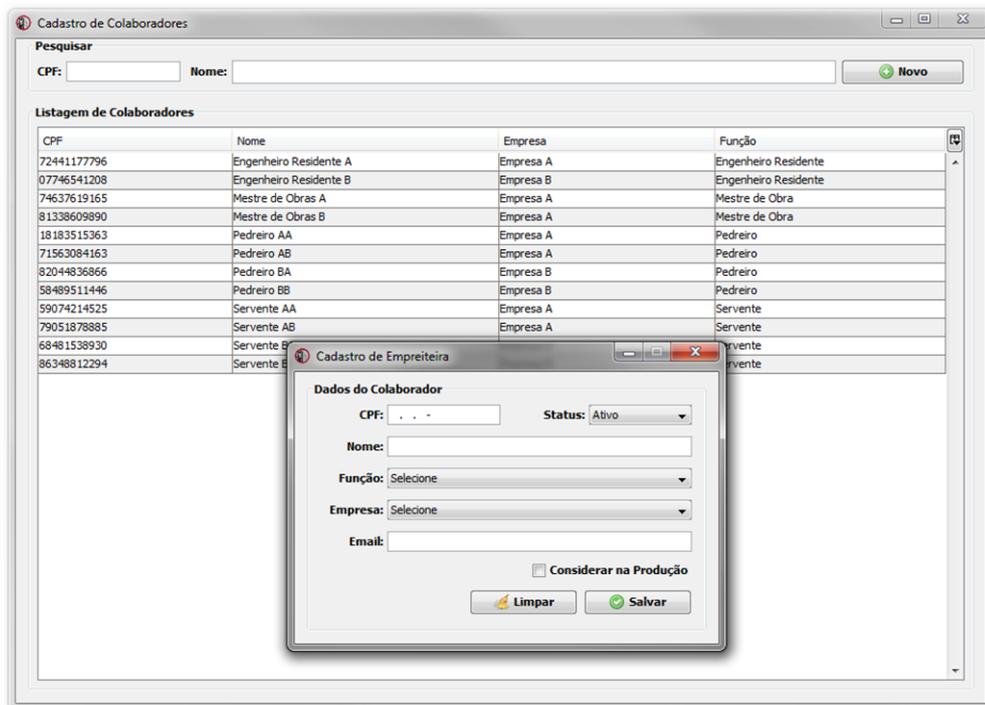


Figura 22 – Listagem e Cadastro de Empreiteira

Para cada Empreiteira é possível adicionar um ou mais Grupos de Atividade, adicionando uma restrição para seus colaboradores ao executar uma tarefa que não está de acordo com o contrato entre a Empresa e a Empreiteira. Os campos obrigatórios são: CNPJ, Razão Social, Nome Fantasia, Representante e ao menos um Grupo de Atividade.

### 3.4.3.3 Colaboradores

Objetivo da tela: Cadastrar os colaboradores da Empresa ou das Empreiteiras terceirizadas para cada Obra (Figura 23). Os campos obrigatórios são: CPF, Nome, Função, Empresa (ou Empreiteira). O campo Considerar na Produção representa a condição para adicionar o colaborador nas telas e relatórios de Gestão de Produção, ou seja, define se o colaborador participa efetivamente da produção na obra.



**Figura 23 – Listagem e Cadastro de Colaborador**

### 3.4.3.4 Contrato de Empreiteiras

Objetivo da tela: Cadastrar as atividades que cada empreiteira irá executar em cada obra. Com o contrato cadastrado, será limitado para os colaboradores de cada empreiteira somente as atividade e tarefas de responsabilidade da empreiteira. Os campos obrigatórios são: Obra, Empreiteira e ao menos uma Atividade (Figura 24).

**Atividades para Empreiteira**

Obra: 01 - Obra A

Empreiteira: Empreiteira A

Atividade: 0970 - Kit Churrasq/Lareira - Torre

Código	Descrição	Grupo
0950	Marcação Alvenaria - Torre	Alvenaria/Vedações
0955	Fabricação Vergas - Torre	Alvenaria/Vedações
0960	Alvenaria - Torre	Alvenaria/Vedações
0970	Kit Churrasq/Lareira - Torre	Alvenaria/Vedações

Limpar Salvar

**Figura 24 – Contrato de Empreiteira**

### 3.4.4 Gestão de Produção

#### 3.4.4.1 Problemas

Objetivo da tela: Cadastrar problemas ocorridos na execução da Obra. Serão apresentados alguns problemas já cadastrados como padrão, que podem ser utilizados, alterados ou excluídos conforme a necessidade de cada Empresa. Os campos obrigatórios são: Código, Descrição e Tipo. Os tipos de problema são: Equipamento, Material, Mão de Obra, Projeto, Planejamento, Geral e Outros (Figura 25).

**Novo Problema**

Código:  Descrição:

Tipo:

Limpar Salvar

**Pesquisar**

Descrição:

**Listagem de Problemas**

Código	Descrição	Tipo
1	Falta de mão de obra própria	Planejamento
2	Falta de mão de obra empreitada	Planejamento
3	Falta de material	Planejamento
4	Programação com excesso do nº de serviços	Planejamento
5	Produção da mão de obra superestimada	Planejamento
6	Erros de planejamento	Planejamento
7	Faltou equipamento	Planejamento
8	Falta de definição no planejamento	Planejamento
9	Falta de projeto executivo na obra	Projeto
10	Falta de detalhamento/definição do projeto	Projeto
11	Alteração do projeto	Projeto
12	Local de trabalho inacessível devido a uma configuração ...	Projeto
13	Projeto excessivamente complexo apresentando dificult...	Projeto
14	Incompatibilidade entre projetos	Projeto

Limpar Salvar

**Figura 25 – Listagem e Cadastro de Problemas**

No cadastro de problemas, o usuário escolhe um código para o mesmo e um tipo de problema, fazendo a sua descrição. O software já dispõe de alguns problemas previamente cadastrados que podem ser editados ou excluídos conforme a necessidade de cada Empresa. Os problemas serão utilizados na Gestão de Produtividade por colaborador, podendo ser adicionado em cada apontamento de produtividade, justificando assim uma baixa ou alta produção no dia.

#### 3.4.4.2 Restrições

Objetivo da tela: Cadastrar as necessidades que devem ser tomadas antes de uma tarefa ser programada para a sua execução. Os campos obrigatórios são: Código, Situação, Descrição, Classe, Obra, Tarefa, Responsável e Data Limite. As classes são padrão, sendo: Equipamento, Material, Mão de Obra, Projeto, Planejamento, Geral e Outros (Figura 26).

Caso o usuário esteja vindo do Planejamento de Tarefas, as colunas Obra e Tarefa serão preenchidas. Ao cadastrar uma nova restrição, o usuário deve indicar o responsável pela mesma, a data limite para a sua remoção e a situação atual da restrição. Quando a situação passar a ser “Resolvida”, o sistema automaticamente define a data desta remoção.

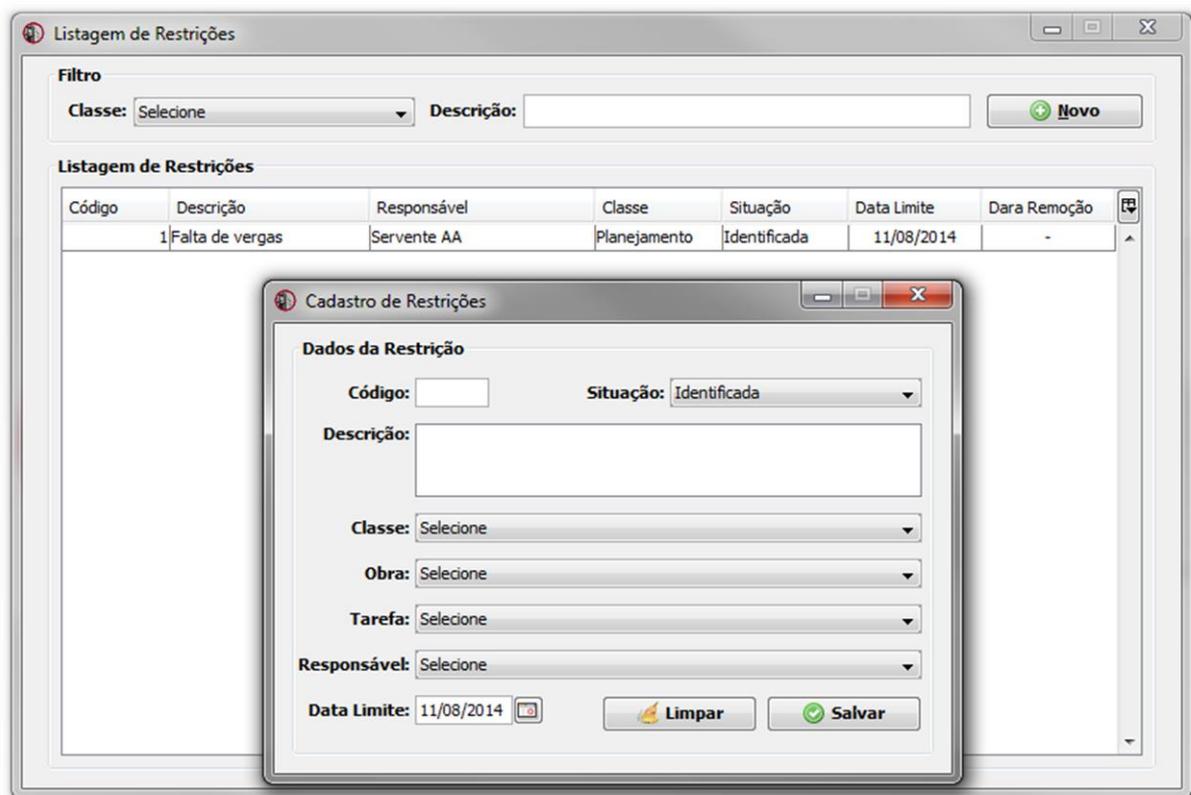


Figura 26 – Listagem e Cadastro de Restrição

### 3.4.4.3 Produtividade

**Objetivo da tela:** Realizar o apontamento diário da produtividade individual do colaborador. Ao selecionar uma obra, automaticamente o campo Pavimento será carregado com todos os pavimentos da obra. Ao selecionar a atividade, automaticamente os campos do Planejamento da Atividade serão preenchidos, se existir um planejamento já cadastrado. Com esses campos é possível acompanhar o andamento da atividade, onde o seu status é exibido conforme a data e a produção da mesma. Os status são: SEM PLANEJAMENTO, ATRASADO, ANDAMENTO e ADIANTADO.

Após selecionar a atividade, serão listados somente as empreiteiras que possuem um contrato referente à atividade selecionada, restringindo assim as empreiteiras sem contrato ou empreiteiras com ramos de atividades diferente. Selecionando uma empreiteira, será exibido no campo Colaborador, somente os colaboradores da empreiteira e somente os que possuem o campo “Considerar na Produção” marcados, conforme já explicado.

**Controle de Produtividade**

Obra: 01 - Obra A    Pvto: 1    Planejamento da Atividade

Atividade: 0960 - Alvenaria - Torre    Status: **ATRASADO**

Empreiteira: Empreiteira A    Data Início: 09/12/2013    Data Término: 17/12/2013

Colaborador: Pedreiro AA (Pedreiro)    Duração: 7 dias

**Produção**

O valor será salvo automaticamente quando digitado.  
Campos com a cor amarela ( ) possuem problemas.

	11/08/14	12/08/14	13/08/14	14/08/14	15/08/14	Total	PPT	%
0960T01 - 2ª Protensão de Faixa/Laje* (m²)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%
0960T02 - Execução de Alvenarias (m²)	110,00	100,00	89,00	0,00	0,00	299,00	315,00	94,9%
0960T03 - Instalação de Vergas** (m²)	Restrição: Falta de vergas					Resolver Restrição		

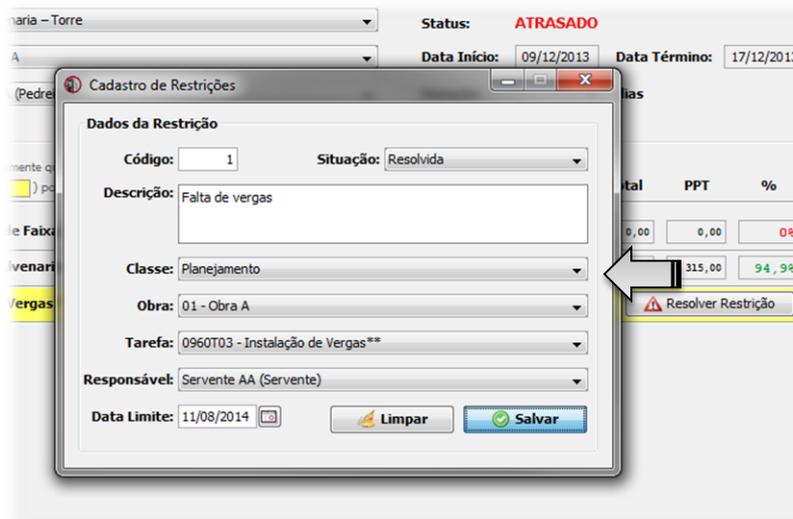
Limpar    Sair

Figura 27 – Controle de Produtividade por Colaborador

Assim, ao selecionar o colaborador desejado, será exibido uma lista de todas as tarefas da atividade selecionada, e se alguma tarefa possuir restrição, será exibido conforme a Figura 27. Para resolver ou alterar o status da restrição, será exibido um botão “Resolver Restrição” no final da linha, que quando clicado, abrirá a tela de Restrição com todos os dados preenchidos (Figura 28 e Figura 29).



**Figura 28 – Detalhe da Restrição de uma Tarefa**

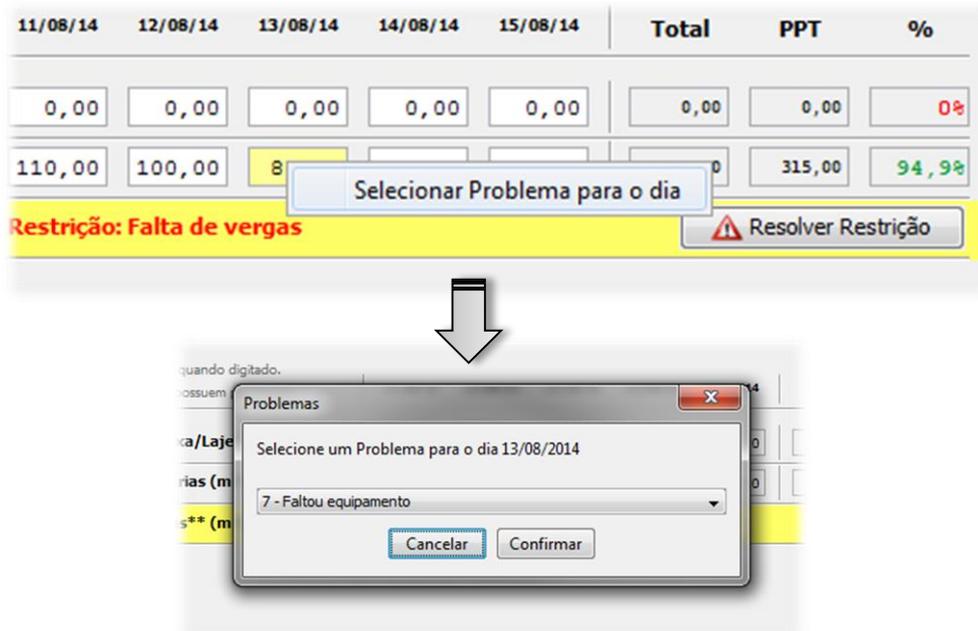


**Figura 29 – Resolver a Restrição para a Tarefa**

A tela de controle de produtividade se limita a apontamentos da semana, ou seja, será exibido somente os dias da semana atual que o usuário está. A coluna “Total” é a somatória de todas as produtividades para cada tarefa, possibilitando um acompanhamento de como está a execução da tarefa visualizada. A coluna “PPT” representa a produtividade planejada por tarefa, isto é, a produtividade que o usuário cadastrou na tela de Planejamento da Tarefa, já explicado

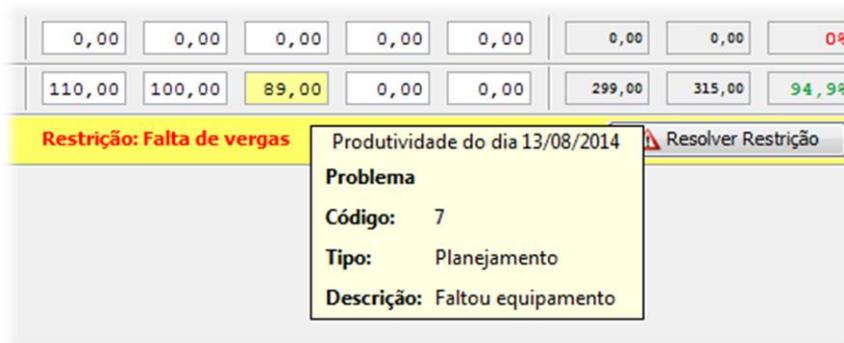
anteriormente. A coluna “%” representa a porcentagem da produtividade realizada pela produtividade planejada, indicando quantos por cento a tarefa já foi executada.

Existe a opção de adicionar um problema para cada dia de produção, justificando assim uma produtividade baixa, conforme Figura 30.



**Figura 30 – Selecionar um Problema para o dia**

Após selecionado um problema para um dia específico, o mesmo será sinalizado com a cor Amarela (Figura 31), representando um problema na produção.



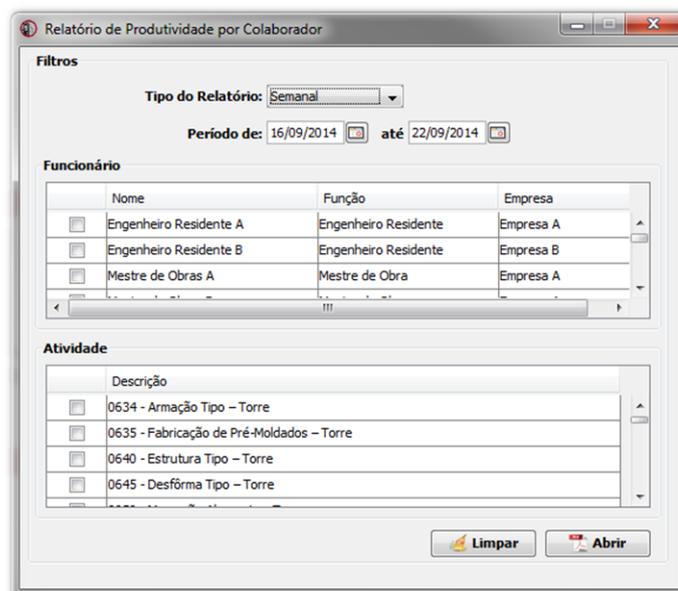
**Figura 31 – Produtividade Sinalizada com Problema**

### 3.5 Relatórios e Indicadores

#### 3.5.1 Produtividade por Colaborador

Objetivo: Permitir que a empresa avalie o desempenho de produtividade nos serviços operacionais e gerar dados para o planejamento do longo e médio prazo, levando em consideração as particularidades de cada processo produtivo.

Após realizado o apontamento do colaborador diariamente e por tarefas executadas, é possível visualizar a produtividade acumulada por colaborador. A Figura 32 exibe a tela de filtros para o relatório.



**Figura 32 – Tela de Filtro do Relatório de Produtividade por Colaborador**

A tela de filtro possibilita selecionar o tipo do relatório: Semanal, Mensal ou Anual. Filtros de período, colaborador e atividade também são opções de filtros do relatório. O Anexo 1 demonstra o relatório de Produtividade por Colaborador.

#### 3.5.2 Produtividade por Empreiteira

Objetivo: Idem relatório de produtividade por colaborador, além de exibir a quantidade total mensal produzida, de forma precisa, para facilitar o pagamento das empreiteiras que é feito por produtividade.

Para visualizar a produtividade total de toda a empreiteira, o relatório a seguir agrupa a produtividade de todos os colaboradores de cada empreiteira por atividade. A tela de filtro do

relatório segue o mesmo padrão do relatório de produtividade por colaborador, possibilitando selecionar o tipo, empreiteira e atividade desejada. O Anexo 2 demonstra o relatório de Produtividade por Empreiteira.

### 3.5.3 Problemas Acumulados por Obra

Objetivo: Permitir que a empresa avalie as ocorrências de problemas no decorrer da obra e gerar dados para o definir ações de correção e prevenção dos problemas no longo, médio e curto prazo. O Anexo 3 demonstra o relatório de Problemas Acumulados por Obra.

### 3.5.4 Percentual de Processos Concluídas (PPC)

Objetivo: Avaliar a eficácia do planejamento de curto prazo da obra (*Last Planner*), avaliar a quantidade das tarefas executadas do planejamento de curto prazo, bem como identificar problemas na execução de tarefas e orientar a implementação de ações.

Fórmula:

$$PPC = (PT_{100\%} / PT_{total}) \times 100\%$$

Unidade de Medida: %

- Número de pacotes de trabalho 100% concluídos ( $PT_{100\%}$ );
- Número total de pacotes de trabalho planejados ( $PT_{total}$ ).

A análise do resultado deve ser realizada pela gerência de produção da obra. Para que o resultado deste indicador seja representativo, alguns fatores são importantes, como: (a) o estabelecimento consensual de metas, envolvendo membros da produção, mestre de obra e engenheiro residente; (b) a discussão e análise de causas, através de reuniões de planejamento; e (c) a verificação dos requisitos necessários à elaboração dos planos, objetivando-se proteger a produção em relação às incertezas e tornar o planejamento mais eficaz.

Devem ser analisadas também as causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho (tarefas) definidos, que são registrados no planejamento de curto prazo (*Last Planner*). A partir disto, é possível identificar as causas do não cumprimento do pacote provém, por exemplo, do trabalho dos colaboradores ou de problemas de planejamento da empresa. O software permite visualizar este indicador conforme a Figura 33.



Figura 33 – Percentual de Processos Concluídos por Obra

### 3.5.5 Percentual de Processos Concluídos por Semana

**Objetivo:** Avaliar a eficácia do planejamento semanal da obra (*Last Planner*), avaliar a quantidade das tarefas semanais executadas, bem como identificar problemas na execução de tarefas e orientar a implementação de ações. A Figura 34 ilustra o relatório no software.

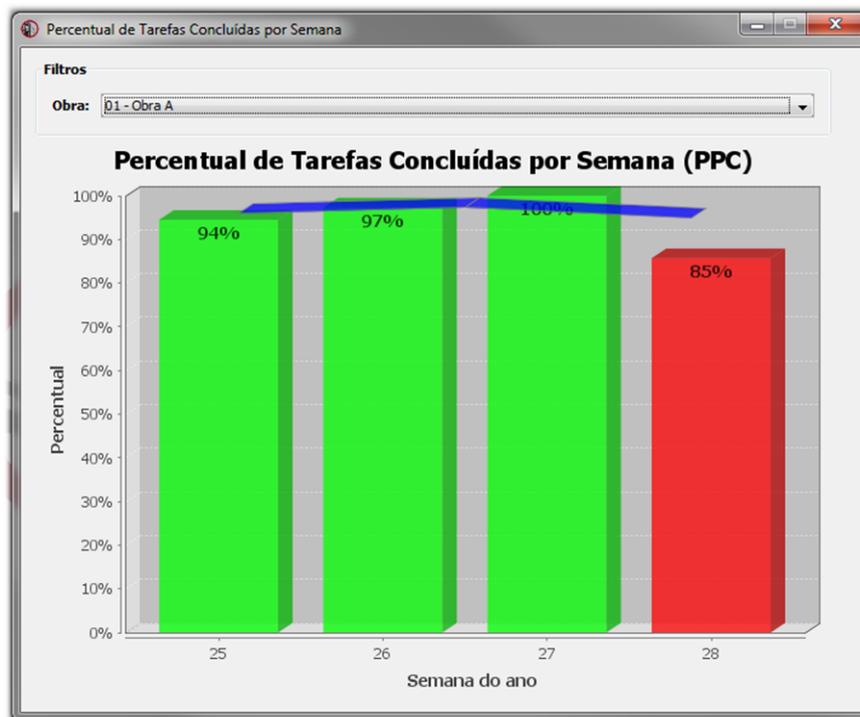


Figura 34 – Percentual de Processos Concluídos por Obra por Semana

### 3.6 Implantação do Software

A implantação do software foi realizada em uma construtora e incorporadora da região de Maringá, Paraná. Esta construtora possui mais de 40 anos de experiência no mercado da construção civil, onde atua em 7 cidades brasileiras. Em Maringá, a empresa está com 4 empreendimentos em andamento, onde a mão de obra terceirizada é a grande maioria de sua força de trabalho.

A partir dessa premissa, os gestores e engenheiros da empresa possuíam a necessidade de um maior controle da produção de sua mão de obra própria e terceirizada. Por isso, foi possível implantar o software em uma de suas obras em andamento afim de testar e validar o que foi desenvolvido. A empresa já utilizava a metodologia *Lean Construction*, aplicando seus conceitos em todas as obras, o que aumentou ainda mais o interesse pelo software e facilitou a sua utilização.

A obra em questão iniciou-se em 05/03/2013 com previsão de término em 05/04/2015. Em primeira reunião, junto ao Coordenador de Engenharia, Engenheiro Residente e Estagiários, foi apresentado o software e seus módulos demonstrando seu funcionamento geral. Após esta reunião, foi realizado um treinamento de 4 horas para os usuários do software, entre eles o engenheiro residente e um estagiário de Engenharia de Produção. Treinamento este com o objetivo de detalhar minuciosamente todos os cadastros, rotinas e metodologia do *Last Planner* que o software aborda.

Após o treinamento de utilização do software, foi implantado na obra, na fase de execução de alvenaria externa e interna, com toda a sua estrutura finalizada, até a cobertura. O estagiário e o engenheiro residente, acompanhado pelo autor deste trabalho alimentaram o sistema com todos os dados básicos de cadastro como, Usuários, Empresa, Obra, Colaboradores, Empreiteiras, Contrato das Empreiteiras, Grupo de Atividades, Atividades, Tarefas, Cronograma, Planejamentos, Problemas e Restrições. Todos os dados conforme a necessidade da empresa.

Na sequência, foi definido pelo coordenador de engenharia que o estagiário iria alimentar o software diariamente, apontando a produção de cada colaborador para cada tarefa executada, e em paralelo, todos os problemas e restrições ocorridos durante a utilização do software.

A facilidade e possibilidade de cadastrar todas as informações atendeu o objetivo do software, o de ser flexível, se adequando aos processos e nomenclaturas da empresa. O funcionamento e layout da rotina de produtividade foi amplamente discutido e melhorado durante a primeira semana de uso do sistema, até se adequar a uma fácil usabilidade, intuitiva e principalmente rápida, pois o uso da tela era diário e com muita informação a ser inserida.

O acompanhamento da utilização do software foi realizado diariamente na obra, onde todas as opiniões e melhorias eram analisadas e discutidas. Por falta de tempo, o software foi implantado e acompanhado durante apenas duas semanas, até o presente momento em que foi finalizado este trabalho.

Por motivos de confidencialidade, não foi possível compartilhar os dados registrados pela empresa. E, por falta de tempo, não foi possível elaborar uma análise dos indicadores gerados pelo sistema em uma obra, pois os mesmos precisam de no mínimo dois meses de utilização para a comparação dos indicadores.

O software está em funcionamento na obra, com um prazo mínimo de seis meses, podendo assim, ao término do período de testes e validação, ser avaliado em todos os seus aspectos de usabilidade, controles e indicadores.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais, contribuições, dificuldades e limitações do trabalho e oportunidades para trabalhos futuros.

### 4.1 Contribuições

O presente trabalho apresentou um novo software voltado ao método *Last Planner*, com o intuito de auxiliar as empresas do setor de construção civil na implementação, controle e análise do método em suas obras. Esse desenvolvimento foi baseado no referencial teórico e desenvolvido a partir de necessidades de uma.

A construtora onde foi implantado o software para validação e testes, desde o início do trabalho, demonstrou completo interesse em auxiliar no desenvolvimento da ferramenta, pois identificou uma possível melhoria no controle e acompanhamento da execução de obras e também maior precisão na conferência de produção para cada empresa que a mesma terceirizava e realizava seu pagamento por produtividade.

Após o período de testes e validações realizado na empresa, em reunião com o coordenador de engenharia, engenheiro residente e estagiário de engenharia de produção, destacou-se a facilidade de integração do software com o processo de produção já utilizado pela construtora.

Dentre as avaliações feitas, destacou-se a importância de possuir um banco de dados com todas as informações decorrentes durante o período completo da obra, aprimorando a análise e controle dos indicadores, a possibilidade de acompanhamento diário da produção, eficiência na tomada de ações corretivas para solucionar problemas e restrições ocorridas e facilidade de acesso aos indicadores da obra por todos os envolvidos.

A empresa demonstrou total interesse de continuar utilizando o software, desenvolvendo seus indicadores durante um maior período de tempo, para assim utilizar os dados gerados às obras futuras.

Portanto, os objetivos propostos pelo software desenvolvido neste trabalho foram alcançados, visto que a construtora se mostrou satisfeita com os resultados, se interessando para a continuidade do projeto e aplicação em mais obras já em execução.

#### **4.2 Dificuldades e Limitações**

A principal dificuldade durante o desenvolvimento foi o levantamento de requisitos do software, pois, desenvolver um software escalável, flexível e personalizável à qualquer empresa do setor da construção civil, não limitando-se apenas aos requisitos levantados pela construtora participativa, demandou muita pesquisa sobre processos produtivos e processos de planejamento e controle da produção de obras para escalas diferentes de trabalho e de empresas.

Outra dificuldade encontrada foi a cultura organizacional da empresa no que se refere as ferramentas utilizadas atualmente. Muitas empresas utilizam planilhas do Excel® para realizar seus procedimentos ou seu planejamento e controle de indicadores de produtividade. A inserção de um novo software no dia a dia dos funcionários não é fácil, pois se torna necessário convencer os envolvidos que o novo software é tão bom quanto e até melhor que suas planilhas atuais.

A limitação que se destacou no desenvolvimento do software foi o prazo. Como o presente trabalho teve que ser finalizado num período previamente estipulado, o desenvolvimento também se limitou ao mesmo período. Isso limitou o desenvolvimento das principais rotinas de planejamento e controle de produção, visto que o horizonte de módulos, telas, funcionalidades, rotinas e relatórios é extremamente amplo.

#### **4.3 Trabalhos Futuros**

No desenvolvimento do presente trabalho, foi possível identificar algumas sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros, como:

- Analisar os dados coletados durante a execução completa de uma obra;
- Demonstrar as melhorias que ocorreram nos processos de acompanhamento e gestão da obra;

- Desenvolver novos módulos para o sistema, como: Gestão Empresarial, Gestão de Projetos, Gestão de Orçamento, Gestão de Suprimentos, Incorporação, Financeiro, Gestão da Qualidade, Gestão de Segurança, Gestão de Materiais, entre outros;
- Desenvolver novos relatórios de acordo com as necessidades adquiridas durante a utilização do software;
- Desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis (tablet e/ou celular) para o apontamento da produtividade, facilitando a rotina de inserção de dados do usuário;
- Desenvolver um sistema de *Business Intelligence* (BI) em ambiente web para gerar melhores relatórios e aprimorar o acesso e compartilhamento da informação.

## 5. REFERÊNCIAS

AKKARI, A.M. P. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional MSPROJECT**. Porto Alegre, 2003. 146 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ALBERTIN, Alberto Luiz. **Tecnologia de Informação e desempenho empresarial: as dimensões de seu uso e sua relação com os benefícios de negócio** / Alberto Luiz Albertin; Rosa Maria de Moura Albertin. - 2. Ed. - São Paulo: Atlas, 2009.

BALLARD, Herman Glenn. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. 192f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.

BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003. 190p.

BRANDLI, Luciana Londero et al. **Implantação de um sistema de planejamento e controle da produção em uma empresa construtora**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO EM GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4, 2005. Porto Alegre, RS.

CHOO, H. J.; TOMMELEIN, I. D **Requirements and barriers to adoption of Last Planner computers tools**. In 9<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-2001), Singapore, 2001.

COELHO, H. **Diretrizes e requisitos para o Planejamento e Controle da Produção em nível de médio prazo na Construção Civil**. Porto Alegre, 2003. 134 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FOLGIARINI, J. J. **Planejamento e controle de obras: implementação nas obras de ampliação e reforma do Hospital de Caridade de Ijuí**. 2003. 70f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí. 2003.

FORMOSO, C. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects.** Salford: University of Salford – Department of Quantity and Building Surveying, 1991. Tese de Doutorado.

FORMOSO, C.; BERNARDES, M.; OLIVEIRA, L.; OLIVEIRA, K.; **Termo de Referência para o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras.** PORTO ALEGRE: PPGEC/UFRGS, 1999.

FORMOSO, Carlos Torre. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001, 50 p.

GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira.** 4. ed. São Paulo: Pini, 2004. 176 p.

GUINATO, P. **Sistema Toyota de Produção, mais do que simplesmente just-in-time.** Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

HOWELL, G. **What is Lean Construction,** In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 7, 26-28 jul., 1999. Berkeley, CA. University of California, 1999.

JUNIOR, Alcyon. **Tecnologia da Informação.** Artigonal, Diretório de artigos gratuitos, Março 2009. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/ti-artigos/tecnologia-da-informacao-812238.html>>. Acesso em: 02/08/2014.

JUNQUEIRA, Luiz Eduardo Lollato et al. **Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0®.** 2006. 146f. Dissertação (Especialização em Engenharia de Produção para Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** 2000. 298f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Helsinki University of Technology, Espoo, 2000.

LAUFER, A. **Simultaneous Management.** United States: AMACOM, 1997.

LAUFER, A., TUCKER, R. L.. **Is construction planning really doing its job?** A critical examination of focus, role and proces - A theoretical model for optimum project (time) performance based on European best practices. *Construction Management and Economics*, Vol. 5, p. 243-266, 1987.

LAURINDO, Fernando José Barbin. **Tecnologia da Informação: Planejamento e gestão estratégica.** São Paulo. Atlas, 2008, p 400.

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras.** Rio de Janeiro: LTC, 1997. 225 p. il.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras.** São Paulo: Pini, 2010. 420 p., il.

MORAES, G; TERENCE, A; FILHO, E. A tecnologia da informação como suporte a gestão estratégica da informação na pequena empresa. **Revista da Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**, ISSN online, v 1, nº 1, p 28-44, 2004.

NASCIMENTO, Luiz Antônio do; SANTOS, Eduardo Toledo. **A indústria da construção civil na era da informação.** *Ambiente Construído*, São Paulo, n., p. 69-81, 30 Maio 2003.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas.** 12 ed. São Paulo: Atlas, 2004. 294 p. il.

RAMOS, A; SILVA, E; ALVERGA, P. **O papel estratégico da TI nas micro e pequenas empresas.** Natal, RN, SEBRAE/RN, 2009.

REZENDE, Denis Alcides. **Engenharia de software e sistemas de informação.** 3. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005. p. 123-283.

SILVA, E. L da; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação da UFSC.** 4ª ed. Florianópolis. 2005.

SOARES, A.C. **Diretrizes para a manutenção e aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras.** Porto Alegre, 2003.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
Trabalho de Conclusão de Mestrado Profissionalizante.

TOMMELEIN, I. D.; BALLARD, G. **Lookahead planning: screening and pulling**. In:  
SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE LEAN CONSTRUCTION, 2, 1997, São Paulo.  
Anais... São Paulo: Instituto de Engenharia de São Paulo/Logical Systems, 1997.

## ANEXOS

## ANEXO 1 – Relatório de Produtividade por Colaborador

LPS Software		RELATÓRIO DE PRODUTIVIDADE SEMANAL POR COLABORADOR						
		Período de: 15/09/2014 até 19/09/2014						
Colaborador	Atividade	Tarefa	15/09/2014	16/09/2014	17/09/2014	18/09/2014	19/09/2014	TOTAL
Pedreiro AA	960 - Alvenaria - Torre	0960T02 - Execução de Alvenarias (m²)	15,00	30,00	27,00	28,00	22,00	122,00
Pedreiro AB	960 - Alvenaria - Torre	0960T02 - Execução de Alvenarias (m²)	25,00	27,00	25,90	28,50	30,10	136,50
Pedreiro BA	950 - Marcação Alvenaria - Torre	0950T03 - Chapisco Rolado em Estruturas (m²)	15,00	20,50	18,20	0,00	0,00	53,70
	960 - Alvenaria - Torre	0960T02 - Execução de Alvenarias (m²)	10,00	15,00	12,00	14,55	12,00	63,55
Servente BA	950 - Marcação Alvenaria - Torre	0950T03 - Chapisco Rolado em Estruturas (m²)	15,00	18,00	12,00	11,00	17,00	73,00
Servente BB	950 - Marcação Alvenaria - Torre	0950T06 - Marcação de Alvenaria (m²)	30,00	32,20	18,40	19,50	25,50	125,60
<b>TOTAL:</b>			<b>110,00</b>	<b>142,70</b>	<b>113,50</b>	<b>101,55</b>	<b>106,60</b>	<b>574,35</b>

RESUMO GERAL SEMANAL	
Produtividade por Colaborador de 15/09/2014 até 19/09/2014	
Colaborador	Produtividade
Pedreiro AA	122,00
Pedreiro AB	136,50
Pedreiro BA	117,25
Servente BA	73,00
Servente BB	125,60
<b>TOTAL:</b>	<b>574,35</b>

## ANEXO 2 – Relatório de Produtividade por Empreiteira



## RELATÓRIO DE PRODUTIVIDADE MENSAL POR EMPREITEIRA

17/09/2014 11:06 1 / 1

Período de: 01/07/2014 até 01/12/2014

Empreiteira	Atividade	Tarefa	Agosto	Setembro	TOTAL
Empreiteira A	960 - Alvenaria - Torre	0960T02 - Execução de Alvenarias (m²)	299,00	258,50	557,50
Empreiteira B	950 - Marcação Alvenaria - Torre	0950T03 - Chapisco Rolado em Estruturas (m²)	0,00	126,70	126,70
		0950T06 - Marcação de Alvenaria (m²)	0,00	125,60	125,60
	960 - Alvenaria - Torre	0960T02 - Execução de Alvenarias (m²)	0,00	63,55	63,55
<b>TOTAL:</b>			<b>299,00</b>	<b>574,35</b>	<b>873,35</b>

## RESUMO GERAL MENSAL

Produtividade por Empreiteira de 01/07/2014 até 01/12/2014

Empreiteira	Produtividade
Empreiteira A	557,50
Empreiteira B	315,85
<b>TOTAL:</b>	<b>873,35</b>



**RELATÓRIO DE PROBLEMAS ACUMULADOS POR OBRA**

Obra: 01 - Obra A

