



## Proposta de Aperfeiçoamento de um Modelo para Planejamento Hierárquico de Empreendimentos de Construção

### Framework for Planning and Control of Construction Projects

Marcelo Fabiano Costella<sup>1</sup>

Kamilla Arndt<sup>2</sup>

Claudivana Sitherenn<sup>3</sup>

Elvira Maria Vieira Lantelme<sup>4</sup>

Claudio Alcides Jacoski<sup>5</sup>

**Resumo:** A partir da base conceitual do sistema Last Planner e da análise de alguns dos principais softwares de planejamento existentes no mercado, desenvolveu-se a proposta de um modelo para planejamento hierárquico de empreendimentos de construção. Este modelo tem por objetivo efetuar a integração entre os níveis hierárquicos do processo de planejamento em tempo real, controlar todos os prazos das atividades dividindo o planejamento de uma obra em três níveis: longo, médio e curto prazo. O desenvolvimento do modelo de planejamento foi realizado em três etapas, que consistiram nos estudos empíricos 1 e 2 e culminaram com o desenvolvimento do modelo final. No estudo 1 foram desenvolvidas as ferramentas básicas, por meio da aplicação um plano mestre e o controle de suas restrições. No estudo 2 houve a aplicação do modelo preliminar em uma empresa, que possibilitou avaliar os problemas e necessidades. Por fim, foi desenvolvido o modelo proposto nesse artigo. Desde o início, verificou-se a necessidade do auxílio da tecnologia de informação, devido à quantidade de dados que devem ser coletados e processados, assim, o

<sup>1</sup> Unochapecó – Universidade Comunitária Regional de Chapecó e IMED – Faculdade Meridional

<sup>2</sup> Unochapecó – Universidade Comunitária Regional de Chapecó

<sup>3</sup> Unochapecó – Universidade Comunitária Regional de Chapecó

<sup>4</sup> IMED – Faculdade Meridional

<sup>5</sup> Unochapecó – Universidade Comunitária Regional de Chapecó

modelo é apresentado por meio de fluxogramas e layouts gráficos, que permitirão a integração com a tecnologia de informação.

**Palavras-chave:** Planejamento, *Last Planner*, Níveis Hierárquicos.

---

**Abstract:** The development of construction projects has huge interference inherent in the process, so resource management in companies becomes practically indispensable, since this sector has a need to ensure and maintain high quality standards and competitiveness in the supply of new products. From the analysis of some key existing planning software market, we developed a software project for construction planning, which has the main objective to make integration between the hierarchical levels of the planning process in real time, and control the timing of all activities, dividing the planning of a work in three levels of management. The master planning refers to the strategic plan. The plan refers to restrictions tactical plan, which lists the means and limitations for the long-term goals are achieved. The weekly planner referenced short term refers to the operational plan that guides production, identifies the resources and structure the work, and recruit employees. The software in question allows the preparation of planning several projects at once, so that everyone is interconnected and made compatible with each other. The software project has also sought to identify and insert some locks that require planning and complete feedback system.

**Keywords:** Planning, *Last Planner*, Hierarchical Levels.

---

## 1. Introdução

Os empreendimentos da construção civil possuem uma grande quantidade de informações e necessitam de suporte para tomada de decisão em tempo real e de uma melhor visibilidade dos processos. O planejamento permite a racionalização do processo produtivo através de um estudo sobre o tempo de execução de cada atividade, custo e utilização otimizada de recursos, considerando que o planejamento abrange alta complexidade por envolver diversos tipos de recursos simultâneos. Para que uma ferramenta de planejamento ser eficaz, esta deve permitir o acompanhamento, controle e avaliação e, principalmente, interagir com os níveis hierárquicos. Em vários setores ocorrem muitas incertezas inerentes ao processo de realização e andamento das atividades, sendo estas frequentemente negligenciadas pelos gerentes, sem ocorrência de ações para reduzir estes efeitos nocivos (GONZÁLEZ et al., 2014).

O efetivo controle do planejamento permite eliminar ou reduzir as lacunas identificadas no decorrer do planejamento, bem como monitorar as atribuições de cada atividade inserida no planejamento, ajustar as falhas para atender as programações, acompanhar decisões de planejamento implantadas para estabelecer se estão produzindo os resultados esperados e, se não, definir qual ação corretiva deve ser tomada (LU, 2010; SACKS et al., 2010).

O gerenciamento do processo produtivo apenas é possível com o planejamento, enquanto o controle garante o cumprimento das metas impostas no cronograma, avaliando a sua conformidade com o planejado (BRYBKOWSKI, 2010). Desta forma, o sistema *Last Planner* tem sua base no planejamento semanal, com intuito de organizar e controlar os fluxos das equipes de produção e o comprometimento das mesmas, entretanto, este tipo de plano ainda não está disponível em plataformas computacionais (CHOO; TOMMELEIN, 2001; NIETO-MOROTE; RUZ-VILA, 2012). Mesmo com os diversos desafios existentes para a implementação do sistema *Last Planner* (LPS), esta prática está em ascensão em termos de aplicação nas empresas (KALSAAS, 2012; FERNANDEZ-SOLIS et al., 2013).

Segundo Koskela et al. (2012), o planejamento feito em uma única etapa e utilizado em um único nível de detalhamento é uma grande armadilha a ser evitada no planejamento de empreendimentos, sendo que a divisão do processo de planejamento em níveis é justificada pela execução em função do aproveitamento do processo de controle.

Nos últimos anos o mercado buscou desenvolver ferramentas de planejamento que permitem planejar, acompanhar, rastrear, programar e estipular prazos, facilitando a tarefa de planejar empreendimentos. Porém, acabaram transformando-se em sofisticados editores de cronogramas e relatórios, de excelente aspecto visual, quando poderiam aportar muito mais. Alguns softwares como MS-Project, Primavera, SISPLO, Work Task, WorkPlan, Edificação 4.0, DePlan e PM Web são utilizados para planejamento de empreendimentos de construção, também existem algumas propostas de programas computacionais apresentadas por Villas-Boas

(2004) e Cho et al. (2009). Porém, considerando software para planejamento de obras, os mais utilizados no mercado para construção civil são o Primavera e o MS-Project, entretanto a falta de detalhamento a curto prazo, que torna extenso o planejamento a longo prazo e a dificuldade em visualizar itens detalhados de cada recurso utilizado individualmente não facilitam a utilização desses softwares (AKKARI, 2003).

Deste modo, o presente artigo apresenta o desenvolvimento de um modelo de planejamento em níveis hierárquicos de longo, médio e curto prazo, observando conceitos relacionados a estes métodos, com diferentes horizontes de aplicação, controle de restrições e retroalimentação do processo específico conforme andamento da obra. Para que esse modelo seja implementado será necessário o auxílio da tecnologia de informação, devido à quantidade de dados que devem ser coletados e processados.

## **2. Método de pesquisa**

### **2.1 Estudo empírico 1**

Nesse estudo, foram desenvolvidas as ferramentas básicas dos níveis de planejamento: um plano mestre, o controle de restrições e o planejamento semanal.

O plano mestre, que utilizou como projeto base um empreendimento residencial de 6.525 m<sup>2</sup> composto por 45 apartamentos, caracterizou-se pela criação de um roteiro de planejamento, no qual foram determinadas as etapas e suas respectivas atividades, dimensionamento das equipes, durações das atividades, precedências e os procedimentos necessários. O desenvolvimento resultou no cronograma de Gantt, que tornou possível a compreensão das atividades e suas respectivas datas de início e fim.

O cadastro e a identificação das restrições, as quais consistem em atividades que precisam ser eliminadas para que o cronograma seja cumprido, é necessário em todos os níveis de planejamento (curto, médio e longo prazo), desde a programação da compra do elevador (recursos de longo prazo) até as básicas compras de cimento e areia (recursos de curto prazo). A partir disso foi criada uma agenda de restrições para melhor visualização se a restrição foi removida ou não.

### **2.2 Estudo empírico 2**

Em seguida realizou-se o estudo empírico 2, o qual incluiu o desenvolvimento da primeira versão do modelo para planejamento de empreendimentos da construção civil e sua coerente aplicação em uma empresa, com o objetivo de realizar um estudo exploratório.

A empresa escolhida está localizada na cidade de Chapecó-SC e pratica construção e incorporação e a obra selecionada tinha 22 pavimentos com 11.285 m<sup>2</sup> de área construída. O modelo passou por testes durante 6 meses na obra e os pesquisadores acompanhavam o planejamento da empresa com o modelo proposto.

Dentre as principais alterações advindas da aplicação na obra, destaca-se a necessidade de um banco de dados para armazenar o cadastramento de atividades, cronogramas e funcionários. Também houve necessidade de classificar em categorias as restrições.

### **2.3 Desenvolvimento do Modelo Final**

A partir dos dois estudos empíricos e da revisão acerca de outros modelos de planejamento ficou clara a necessidade de auxílio de profissionais da tecnologia de informação para implantação do modelo de planejamento. Em função disso, o modelo foi estruturado no formato de fluxogramas e telas ilustrativas para facilitar o possível desenvolvimento desse modelo em uma ferramenta computacional, o qual é apresentado na seção de "Proposta de Modelo". Ao desenvolver o modelo final, foram definidos alguns bloqueios necessários para o seu melhor funcionamento, de modo a conduzir o usuário durante o planejamento e garantir que os pressupostos básicos, que estão permeados por essa ferramenta, sejam atendidos.

## **3. Proposta de Modelo**

### **3.1 Cadastros Iniciais**

Como parte inicial do modelo, são definidos os pontos básicos para possibilitar o planejamento e controle de um empreendimento. Primeiramente, são necessários os dados básicos da empresa, também é necessário uma lista de funcionários com o respectivo cadastro de turno. Depois disso é possível criar um novo empreendimento, tendo como ponto de partida a data de início da obra e a data planejada para o término da execução das atividades e, na sequência, o cadastro dos demais dados do empreendimento.

### **3.2 Plano Mestre**

O processo de planejamento começa com o estabelecimento dos principais objetivos para a empresa: estratégicas, políticas e padrões de longo prazo, alocando os recursos necessários para alcançar seus objetivos. O plano mestre tem como principal função definir os objetivos estratégicos da execução da obra. Decisões relativas a datas de conclusão de grandes etapas, contratos e estimativas de fluxo de caixa compõem o escopo de execução deste nível.

### 3.2.1 Cadastro da Duração das Macroetapas

O modelo define a criação de um cronograma com a data estipulada anteriormente pelo usuário ao criar o “novo empreendimento” e cadastrar a data contratual. O gestor visualiza o layout do cronograma em forma de calendário contendo os dias úteis (trabalhados) da semana, mês e ano. O cronograma já contém macroetapas pré-definidas como serviços iniciais, infraestrutura, estrutura, alvenaria, elétrico, hidros-sanitário, esquadrias, cobertura, revestimento interno, revestimentos externo e impermeabilização. Deste modo, o cadastro da duração de cada macroetapa do planejamento mestre pode ser efetuado de duas maneiras distintas: o cadastro por especificação da data solicita a data por dia, mês e ano de início da atividade e a data de término da mesma. Já no cadastro por especificação da latência, o usuário interliga a atividade que está sendo cadastrada com outra macroetapa, ou seja, estas atividades serão ligadas por um determinado intervalo de tempo, assim uma atividade só poderá ser iniciada após um determinado período de tempo do término (latência positiva) ou tantos dias antes de terminar outra macroetapa (latência negativa).

Como pode ser observado na Figura 1, após o cadastro de cada macroetapa o sistema forma no próprio calendário (cronograma) do plano mestre o gráfico de Gantt, que são barras horizontais em cada macroetapa que indicam visualmente a duração de cada atividade.



**Figura 1:** Layout do planejamento mestre com cadastro da duração das macroetapas.

Se o gestor escolher para cadastro da duração das atividades o método de latência, deve ocorrer um bloqueio se, por acaso o gestor escolher uma atividade presente depois da atividade que está sendo cadastrada, portanto o sistema deve informar ao gestor que esta macroetapa não pode ser escolhida por incompatibilidade de execução lógica. Por exemplo, a estrutura não pode ser interligada com a cobertura, é recomendada a interligação com uma macroetapa anterior a que está sendo cadastrada.

### 3.3 Plano de Restrições

O planejamento de médio prazo recebeu a denominação de plano de restrições por este nível ser crucial para o cadastro das restrições das atividades e pelo sequenciamento do planejamento semanal.

#### 3.3.1 Cadastro da Duração das Atividades do Plano de Restrições

Como pode ser observado na Figura 2, o modelo do plano de restrição apresenta o plano de restrições e as três maneiras de cadastrar as durações de médio prazo.

SERVIÇOS INICIAIS	Início	Término
Limpeza do Terreno	03/01	12/01
Instalação de luz e água	04/01	05/01
Execução do Tapume	08/01	12/01
Locação da Obra	15/01	19/01

SERVIÇOS INICIAIS	
Início	03/01/2014
Término	19/01/2014
Duração	16

Especificação da Latência	
Tarefa	>>>
Atividade Interligada	>>>>
Duração	>>>>
Latência	>>>
Preencher	

Especificação da Repetição	
Nova Tarefa	>>>
Nomenclatura	>>>>
Repetições	>>>
Preencher	

Especificação por Data	
Nova Tarefa	>>>
Data de Início	>>>>
Data de Término	>>>
Preencher	

**Figura 2:** Layout para cadastro da duração das atividades do plano de restrições.

Deve-se salientar que o sistema informa as datas de duração em forma de dias corridos, porém ao mostrar ao usuário o cronograma de Gantt de qualquer nível de planejamento, o sistema demonstra os dias que serão trabalhados (úteis), ou seja, os dias que o usuário especificou no cadastro dos “turnos”.

O cadastro da duração de cada atividade pode ser efetuada de três maneiras diferentes, ficando a critério do gestor a escolha da utilização de um dos métodos: Cadastro por especificação da latência (já explicado); Cadastro por especificação da quantidade de atividades,

na qual o usuário informa quantas vezes a mesma atividade será realizada, por exemplo, a execução de uma estrutura de 10 pavimentos; Cadastro por especificação de cada atividade, o qual proporciona ao usuário maior autonomia, sendo que o usuário informa a atividade e sua duração, assim sucessivamente para cada atividade que abrange a macroetapa que esta sendo cadastrada. Como pode ser observado na Figura 3, após o cadastro das atividades presentes dentro de cada macroetapa, o sistema forma no próprio calendário o gráfico de Gantt do plano de restrições.



**Figura 3:** Cadastro das atividades do plano de restrições concluídas.

Durante o cadastro das durações das macroetapas, o sistema deve compatibilizar a data estipulada na macroetapa com as atividades cadastradas no plano de restrições para cada macroetapa. Pois, o gestor pode, por descuido, cadastrar a execução de uma atividade com duração de tempo menor ou exceder a data estipulada anteriormente no plano mestre. Este bloqueio deverá ser inserido no plano de restrições, a fim de evitar que o erro seja passado para planejamento semanal.

### 3.3.2 Cadastro das Restrições

O cadastro das restrições do empreendimento englobam todos os tipos de atividades que devem ser eliminadas para a execução de um serviço, desde a compra de um material, contratação de pessoal, plotagem de projetos, disponibilidade de equipamentos, etc.

Ao abrir o cadastro das restrições, como pode ser observado na Figura 4, já aparece também a agenda de restrições. Para cadastro, deve-se determinar o "ID", de modo a especificar se é uma restrição do plano mestre, do plano de restrições ou do planejamento semanal, ou seja, o usuário deve referenciar em qual nível hierárquico está presente a restrição, se é de longo, médio ou curto prazo.



CADASTRO DAS RESTRIÇÕES		RESTRIÇÃO	ID	INÍCIO	TÉRMINO
ID	Planejamento Semanal	Plotar projetos arquitetônicos	MESTRE	12/12/2013	02/01/2014
SERVIÇO	Execução do Tapume	Montar bancada de aço	MESTRE	01/01/2014	05/01/2014
TIPO DE RESTRIÇÃO	Material	Compra de blocos cerâmicos	MESTRE	01/01/2014	30/01/2014
RESTRIÇÃO	Compra do Portão de Entrada	Contratação de carpinteiros	MESTRE	12/01/2013	01/02/2014
LATÊNCIA	20 dias	Conferir ferragem sapata	SEMANAL	15/01/2014	16/01/2014
		Locação da 1ª fiada	SEMANAL	17/01/2014	20/01/2014
DATA ATUAL 28/01/2014					

**Figura 4:** Layout do cadastro das restrições.

Quanto ao tipo de restrição, deve-se informar qual o tipo de restrição: documental, equipamento, mão de obra, material e projeto. Para a definição da restrição, deve-se escolher a restrição que impede a atividade de ser executada. Por exemplo, na Figura 5, para o “planejamento semanal”, “execução do tapume” e “material”, a restrição é “compra do portão de entrada” que deve ser comprada 20 (vinte) dias antes de iniciar a execução do tapume.

Quanto à antecipação, o usuário deve informar qual a latência que a restrição deve ser realizada antes do início da atividade, ou estipular até que data a restrição deve estar concluída. Por exemplo, para o “plano mestre”, “infraestrutura”, “projeto” a restrição pode ser “plotagem do projeto de fundação” com “latência= 10 dias”.

Tendo como objetivo um sequenciamento correto do planejamento, outro bloqueio que o sistema deve executar é que o plano de restrições não abra antes que as macroetapas sejam todas cadastradas, nem o semanal possa ser acessado sem que o cadastro do plano mestre e do plano de restrições seja concluído. Este bloqueio deve ser inserido tanto na tela do plano de restrições como no planejamento semanal, caso ele tente acessar qualquer um dos dois níveis, evitando assim que o gestor antecipe os passos do planejamento.

### 3.3.3 Conflito e Nivelamento de Recursos

Esta parte do modelo diz respeito aos recursos disponíveis na empresa e a forma de distribuição nos empreendimentos em construção, principalmente em relação aos equipamentos que tem um número menor do que a quantidade de obras em andamento. Por exemplo, a empresa possui 2 guas para dispor em suas 5 obras, o nivelamento dos recursos faz essa disposição de modo que sempre exista uma grua na obra durante a etapa de estrutura e alvenaria.

### 3.4 Planejamento Semanal

O cronograma de curto prazo é o nível de planejamento mais próximo do horizonte de aplicação, sendo esta a principal diferença entre este cronograma e o de médio prazo, é a partir dele que as atividades efetivamente executadas na obra são definidas.

#### 3.4.1 Cadastro das Tarefas do Planejamento Semanal

O usuário pode cadastrar as tarefas de curto prazo a partir do cronograma mestre no qual o gestor escolhe a semana (clcando no número da semana desejada) para acessar o cadastro semanal. A partir disso, o layout proposto apresenta todas as restrições da semana cadastrada e mostra ao gestor a macroetapa e as atividades interligadas a esta semana.

No cadastro do planejamento semanal se alguma atividade de médio prazo possuir restrições atrasadas ou pendentes, que são representadas por ícones amarelos e vermelhos respectivamente, na coluna das restrições, o sistema bloqueia e não deixa o gestor executar o planejamento semanal, avisando instantaneamente que possuem tarefas a serem realizadas antes da data do planejamento da semana em questão. Este bloqueio deve ser introduzido no planejamento semanal, objetivando que o gestor visualize estas restrições pendentes e as solucione antes de executar o planejamento da semana seguinte.

Como pode ser observado na Figura 5, o gestor detalhou as tarefas do planejamento semanal e as restrições já foram removidas (todas com ícones verdes). Na sequencia, na coluna de planejamento (P) é lançado o volume a ser executado e a equipe, dividida em profissional e ajudante.

ATIVIDADES	EXECUÇÃO	PLANEJADO EXECUTADO	VOLUME	UNIDADE	INDICE	%	DESCUMPRIMENTO	REST	PLANEJAMENTO SEMANAL					
									ABRIL					
									Semana 19					
									4	5	6	7	8	
INFRAESTRUTURA		Detalhar												
Cortina	Concretagem da cortina norte	P	15	M <sup>3</sup>	1,17 hh/m <sup>3</sup>	100		3/1	-	-	-	-		
		E	15	M <sup>3</sup>	1,17hh/m <sup>3</sup>	100		3/1						
	Execução da cortina sul	P	5,5	M <sup>2</sup>	22,4 hh/m <sup>2</sup>	100		1/1	2/1	2/1	2/1	2/1		
		E	5,5	M <sup>2</sup>	22,4 hh/m <sup>2</sup>	100		1/1	2/1	2/1	2/1	2/1		
ESTRUTURA		Detalhar												
2º Pavimento	Execução dos pilares	P	15,8	M <sup>3</sup>	8,35 hh/m <sup>3</sup>	100		2/1	2/1	2/1	2/1	2/1		
		E	15,8	M <sup>3</sup>	7,24 hh/m <sup>3</sup>	100		1/1	1/1	1/1	2/1	2/1		
	Execução dos colarinhos	P	-			100		2/1	2/1	2/1	2/1	2/1		
		E	-					2/1	2/1	2/1	2/1	2/1		
ALVENARIA		Detalhar												
1º Pavimento	Apartamento 101	P	211	M <sup>2</sup>	0,83 hh/m <sup>2</sup>	100		3/1	3/1	3/1	3/1	3/1		
		E	190	M <sup>2</sup>	0,69 hh/m <sup>2</sup>	90		2/1	2/1	2/1	2/1	2/1		
	Apartamento 102	P	211	M <sup>2</sup>	0,83 hh/m <sup>2</sup>	100		3/1	3/1	3/1	3/1	3/1		
		E	190	M <sup>2</sup>	0,92 hh/m <sup>2</sup>	90		3/1	3/1	3/1	3/1	3/1		

Figura 5: Layout para cadastro semanal e retroalimentação do sistema.

### 3.4.2 Lançamento das Atividades Executadas

Conforme apresentado na Figura 5, o gestor deve informar o volume executado na linha 'E', definir os funcionários e a quantidade de profissionais e ajudantes que realizaram as tarefas. A partir destas informações o sistema calcula o índice de produtividade desta tarefa e o percentual da tarefa que foi executado. Se a tarefa não foi completada o usuário deve informar ao sistema o motivo pelo qual a tarefa não foi completada como planejada.

Da mesma forma que o sequenciamento de níveis hierárquicos devem ser respeitados, a retroalimentação do planejamento semanal só poderá ser cadastrada se a semana já foi planejada. Este bloqueio é específico para a tela de cadastro de atividades executadas, o qual deve agir para que o usuário não insira informações de tarefas que ainda não foram realizadas, obrigando o mesmo a alimentar o programa de forma correta.

### 3.5 Porcentagem de Programação Concluída

Após o cadastro da retroalimentação com os lançamentos das tarefas concluídas, o sistema calcula o PPC (porcentagem de programação concluída), que é o quociente de tarefas cumpridas na semana e a quantidade total de tarefas programadas para este período, expressa em porcentagem. A Figura apresenta um exemplo do gráfico da evolução do PPC, onde são representados todos os resultados do PPC semanal ao longo da execução do empreendimento.



**Figura 6:** Layout do gráfico da evolução do PPC.

Através desta visualização, se torna possível que o gestor possa fazer uma análise do seu planejamento semanal, se o mesmo está sendo subestimado designando poucas atividades para a semana, o que resulta em PPCs altos, mas irreais; ou se o planejamento da semana está superestimado com excesso de atividades que impossibilitam a sua realização e geram PPCs muito baixos.

### 3.6 Gráfico das Causas de Problemas

As possíveis causas dos problemas que podem gerar descumprimentos das tarefas são cadastradas para utilização na retroalimentação do sistema. A partir disso, semanalmente é gerado um gráfico que representa as causas que originaram os atrasos e sua frequência (número de vezes que ocorreu cada problema), como pode ser observado na Figura 7.

Portanto, este gráfico das causas de problemas é essencial para o gestor analisar o que está causando o descumprimento das tarefas e conseqüentemente diminuindo sua produtividade, quando comparada as planejadas.

EMPREENHIMENTO "A"	
GRÁFICO DAS CAUSAS DOS PROBLEMAS	
PROBLEMA	REPETIÇÃO
ATRASSO DE TAREFA ANTECEDENTE	5
BAIXA PRODUTIVIDADE	4
CONDIÇÕES ADVERSAS DE TEMPO	3
FALTA DE MATERIAIS	2
ATRASSO DE PROJETO	1
PROJETO INADEQUADO	1

**Figura 7:** Layout do gráfico das causas dos problemas.

## 4. Conclusões

O principal objetivo desta pesquisa foi desenvolver um modelo de planejamento e acompanhamento de obras da construção civil e sistematizar o planejamento nos níveis de longo, médio e curto prazo, ou seja, utilizar a integração dos níveis hierárquicos. A funcionalidade do modelo prevê a informatização do processo de planejamento, de modo a agilizar e padronizar a elaboração de qualquer planejamento de obras, além de buscar utilizar recursos visuais que permitem maior transparência nos cronogramas planejados.

Buscou-se realizar a integração dos três níveis de planejamento para que, ao ocorrer modificações durante a realização das atividades em um dos planos, mude automaticamente todos os horizontes de aplicação, além de recalculas as datas de serviços até o prazo final da obra. Esse modelo também permite controlar a produtividade das equipes que executam as atividades, gerando índices reais do acompanhamento da obra. Além disso, controla os percentuais de planos completos (PPC), compara as atividades realizadas com as atividades planejadas inicialmente no plano mestre com o executado no planejamento semanal, gerando gráficos da evolução do PCC.

Outro enfoque foi o controle de restrições expresso no plano de restrições, permitindo ao gestor observar e controlar os problemas na execução de empreendimentos e ajudando a mensurar as datas que estas restrições devem ser executadas. Com a convenção de cores, a agenda de restrições alerta o gestor, indicando as prioridades, com datas para a eliminação das mesmas, promovendo transparência e organização. Outro objetivo alcançado pelo modelo foi demonstrar os bloqueios para melhor funcionamento da ferramenta, os quais foram explicados ao longo do artigo e obrigam o gestor atualizar o sistema constantemente, permitindo que o modelo se comporte como uma ferramenta de tomada de decisões.

Sobre o funcionamento do sistema, o próximo passo será sua programação e validação, para possibilitar a utilização de tecnologias recentes como tablets, que podem ser utilizados em qualquer lugar da obra, o que possibilita fazer o planejamento no próprio empreendimento.

## 5. Referências

- AKKARI, A.M.P. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional MS Project**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CHO, S.; SORENSEN, K. B.; FISCHER, M.; DICKEY, A. ERP application of real-time VDC-Enabled *Last Planner* system for planning reliability improvement. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 23, p. 156-165, 2009.
- CHOO, H. J.; TOMMELEIN, I. D. Requirements and barriers to adoption of *Last Planner* computer tools. 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Singapore. **Proceedings...IGLC**, 2001.
- FERNANDEZ-SOLIS, J.; PORWAL, V.; LAVY, S.; SHAFAT, A.; RYBKOWSKI, Z.; SON, K.; LAGOO, N. Survey of Motivations, Benefits, and Implementation Challenges of *Last Planner* System Users. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 4, p. 354–360, 2013.
- GONZÁLEZ, P.; GONZÁLEZ, V.; MOLENAAR, K.; OROZCO, F. Analysis of causes of delay and time performance in construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 1, jan. 2014.
- KALSAAS, B. T. The *Last Planner* system style of planning: Its basis in learning theory. **Journal of Engineering, Project, and Production Management**, v. 2, n. 2, p. 88-100, 2012.
- KOSKELA, L. J.; SACKS, R.; ROOKE, J. A. A brief history of the concept of waste in production. 20th Conference of the International Group of Lean Construction, San Diego, California, jul. 18-20. **Proceedings...IGLC**, 2012.
- LU, W. Improved SWOT approach for conducting strategic planning in the construction industry. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 12, p. 1317-1328, maio 2010.
- NIETO-MOROTE, A.; RUZ-VILA, F. *Last Planner* control system applied to a chemical plant construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 2, p. 287–293, 2012.
- RYBKOWSKI, Z. K. *Last Planner* and its role as conceptual kanban. 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Haifa, Israel, p. 63-72. **Proceedings...IGLC**, 2010.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. **Journal Automation in**  
VILLAS-BOAS, B. T. **Modelagem de um Programa Computacional para o Sistema Last Planner de Planejamento**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.