



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**CENTRO DE TECNOLOGIA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**LUCAS MAPURUNGA COSTA**

**PLANEJAMENTO DE INSUMOS EM EMPRESAS DE PEQUENO PORTE NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**FORTALEZA**

**2021**

LUCAS MAPURUNGA COSTA

PLANEJAMENTO DE INSUMOS EM EMPRESAS DE PEQUENO PORTE NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- C873p Costa, Lucas Mapurunga.  
Planejamento de insumos em empresas de pequeno porte na construção civil / Lucas Mapurunga Costa. –  
2021.  
59 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,  
Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2021.  
Orientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto .
1. Planejamento de insumos. 2. Materiais. 3. Construção enxuta. 4. Estoque. 5. Empresas pequeno porte.  
I. Título.

CDD 620

---

LUCAS MAPURUNGA COSTA

PLANEJAMENTO DE INSUMOS EM EMPRESAS DE PEQUENO PORTE NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Aprovada em: 07/04/2021.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto. (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

André Quinderé Carneiro

Aval Engenharia

---

Diego de Castro Maia Ribeiro

DHM Construções

A Deus e Maria por sempre me guiar.

Aos meus pais, Savio e Socorro, por sempre me apoiar.

## AGRADECIMENTOS

A Deus e Maria, por sempre me acompanhar e nesse momento tão difícil me conceder saúde e sabedoria para seguir em frente.

Aos meus pais, que sempre se esforçaram para me dar as melhores condições de acesso à informação e educação, e que me apoiaram em todas as escolhas que fiz na minha vida, tanto no momento em que escolhi partir, quanto no momento que decidi voltar e seguir novos rumos.

A minhas irmãs que, antes de tudo, são exemplos para mim e jamais deixaram de me apoiar em todas as minhas decisões.

A minha namorada que, além de revisora desse trabalho, me acompanhou durante esses cinco anos de caminhada com muitos finais de semana, viagens e momentos abdicados em prol dos estudos para as provas e trabalhos da faculdade, e sempre me incentivou e acolheu nos momentos de dificuldade.

Aos meus amigos do grupo “Vendidos” que participaram, antes de tudo, da minha formação durante os sete anos de Colégio Militar de Fortaleza, onde criamos laços de amizade que permanecem, mesmo que alguns fisicamente distantes, presentes na minha vida.

Aos meus amigos do grupo “GDR”, que desde a infância participaram de todas as fases da minha vida e mais uma vez estão ao meu lado.

Aos meus amigos de faculdade, do grupo “Amigos do Silveira”, pelos incontáveis dias no Campus do Pici, pelas muitas madrugadas seguidas de estudos e trabalhos, pelo conhecimento compartilhado e principalmente pela amizade criada ali naqueles corredores. Vocês, com certeza, deixaram a caminhada mais leve. Superamos tudo e hoje vamos nos formar juntos.

Ao professor Barros Neto, não só pelas orientações passadas para essa monografia, mas também pelos ensinamentos colhidos dentro da sala de aula e durante a execução do Projeto Ceará 2050.

A professora Marisete pelo acompanhamento, incentivo e correções desse trabalho.

Por último, a todos que fizeram parte da minha formação profissional durante meus estágios: Projeto Ceará 2050, Produção Engenharia, Flavia Fontenele Soluções em Engenharia. Que, através da convivência diária, muito me fizeram crescer, tanto como engenheiro como ser humano.

“A persistência é o menor caminho do êxito.”

(Charles Chaplin)

## RESUMO

O planejamento na construção civil é uma prática consolidada entre os gestores, porém, ela não costuma atingir o nível de detalhamento do planejamento dos insumos. Por isso, foi realizada uma pesquisa científica através de uma entrevista semiestruturada, com 5 respondentes, visando colher e analisar informações sobre as práticas de gestão adotadas em empresas de pequeno porte que estão atuando no mercado. Foi verificado que as empresas possuíam níveis de maturidade diferente em relação ao nível de planejamento, mas que todas elas realizavam o planejamento de serviços a serem executados na obra. A causa apontada para que os gestores não realizassem o planejamento dos insumos foi que a questão do investimento em inovação em empresas desse porte é culturalmente analisada como apenas um custo, o que leva as empresas a negligenciarem o investimento para desenvolver esse planejamento. Além disso, a falta de acompanhamento de produtividade e consumos dos materiais em empresas desse porte também dificultam a realização do planejamento, pois elas acabam não possuindo dados embasados na realidade da execução dos seus serviços. Com os dados das entrevistas, foi desenvolvido uma proposta de modelo de planejamento de materiais, utilizando o planejamento de dois serviços comuns em obras: a alvenaria e o contrapiso. Por último, foi possível concluir que um sistema baseado no plano de necessidade de materiais é uma ferramenta gerencial capaz de auxiliar empresas de pequeno porte a realizar o planejamento de insumos e que essa prática pode trazer, para as empresas, vantagens como a otimização do fluxo de caixa e a redução do estoque armazenado no canteiro de obras melhorando, assim, a operação da empresa. Além disso, o plano de necessidade de materiais está inserido dentro do contexto da construção enxuta, pois diminui as atividades de fluxo presentes no canteiro.

**Palavras-chave:** Planejamento. Insumos. Materiais. Construção enxuta. Planejamento de necessidade de materiais. Fluxo de Caixa. Estoque. Empresas pequeno porte.

## **ABSTRACT**

Planning in civil construction is a consolidated practice among managers, however, it does not usually reach the level of detail in the planning of inputs. For this reason, a scientific research was carried out through a semi-structured interview, with 5 respondents, aiming to collect and analyze information about the management practices adopted in small companies that are operating in the market. It was found that the companies had different levels of maturity in relation to the level of planning, but that all of them carried out the planning of services to be performed on the construction site. The cause pointed out so that the managers did not carry out the planning of the inputs was that the question of the investment in innovation in companies of this size is culturally analyzed as only a cost, which makes the companies to neglect the investment to develop this planning. In addition, the lack of monitoring of productivity and consumption of materials in companies of this size also make it difficult to carry out the planning, because they end up not having data based on the reality of the execution of their services. With these data, a proposal for a material planning model was developed, using the planning of two common services in works: the masonry and the subfloor. Finally, it was possible to conclude that a system based on the materials requirements planning is a managerial tool capable of assisting small companies to carry out input planning and that, this practice can bring advantages to companies, such as the optimization of the flow of materials, cash and the reduction of stock stored at the construction site, thus improving the company's operation. In addition, the material needs plan is inserted in the context of lean construction, thus reducing the flow activities present but not extracted.

**Keywords:** Planning. Inputs. Materials. Lean construction. Materials requirements planning. Cash flow. Inventory. Small businesses.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo de processo tradicional .....	19
Figura 2 - Modelo de processo Lean Construction.....	19
Figura 3 – Fluxograma PCP .....	22
Figura 4 – Estrutura Analítica de Produção de uma caneta.....	24
Figura 5 – Lista de Materiais de uma caneta .....	25
Figura 6 – Política de Ressuprimento: Sistema de Revisão Contínua.....	29
Figura 7 - Política de Ressuprimento: Sistema de Revisão Periódica.....	29
Figura 8 – Tela Inicial Sistema de Planejamento de Insumos .....	38
Figura 9 – Preenchimento de Dados da Obra .....	38
Figura 10 – Preenchimento Cadastro de Fornecedores .....	39
Figura 11 – Preenchimento de Serviços do Período.....	40
Figura 12 – Lista de Compras a Fazer .....	41
Figura 13 – Estrutura Analítica do Serviço de Alvenaria.....	41
Figura 14 – Lista de Materiais do Serviço de Alvenaria .....	42
Figura 15 – Aplicação do algoritmo MRP no Serviço de Alvenaria.....	43

## **LISTA DE SIGLAS**

BOM Bill Of Materials

JIT Just in Time

MRP Materials Requirements Planning

PCP Planejamento e Controle de Produção

PMP Planejamento Mestre de Produção

SINAPI Sistema nacional de Pesquisa e Índices da Construção Civil

STP Sistema Toyota de Produção

TQM Total Quality Management

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>15</b>
<i>1.1.1 Objetivo Geral.....</i>	<i>15</i>
<i>1.1.2 Objetivos Específicos .....</i>	<i>15</i>
<b>1.2 Estrutura do trabalho .....</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Lean Construction (Construção Enxuta) .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Materials Requirements Planning – MRP – (Plano de Necessidade de Materiais)....</b>	<b>22</b>
<b>2.3 Gestão de Estoque.....</b>	<b>27</b>
<b>3 MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1 Classificação da pesquisa .....</b>	<b>30</b>
<i>3.1.1 Quanto à Natureza.....</i>	<i>30</i>
<i>3.1.2 Quanto ao Objetivo.....</i>	<i>30</i>
<i>3.1.3 Quanto à Abordagem.....</i>	<i>30</i>
<i>3.1.4 Quanto à Técnica de coleta de dados .....</i>	<i>31</i>
<b>3.2 Desenvolvimento da Pesquisa .....</b>	<b>31</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 Entrevistas.....</b>	<b>33</b>
<i>4.1.1 Análise das Práticas Adotadas Pelos Gestores .....</i>	<i>33</i>
<i>4.1.2 Análise dos Serviços de Alvenaria e Contrapiso .....</i>	<i>36</i>
<b>4.2 Modelo de Sistema de Planejamento de Insumos Utilizando o MRP .....</b>	<b>37</b>
<i>4.2.1 Preenchimento de Informações .....</i>	<i>38</i>
<i>4.2.2 Aplicação do modelo.....</i>	<i>41</i>
<b>5 CONCLUSÃO DO TRABALHO.....</b>	<b>44</b>

<b>5.1 Contribuições do Trabalho.....</b>	<b>45</b>
<b>5.2 Sugestões de Trabalhos Futuros.....</b>	<b>45</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>
<b>APÊNDICE A – ROTEIRO BASE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA APLICADA AOS ENGENHEIROS. ....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE B – MODELO DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO DE INSUMOS UTILIZANDO O MRP. ....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O planejamento na construção civil é muito presente nas questões de prazos, orçamento, cronogramas de execução e de cronogramas financeiros. Porém, um fator importante para cumprir o planejado que, na maioria dos casos, é negligenciado, é o planejamento de insumos.

É possível justificar a importância desse fator quando observamos que apenas os insumos referentes aos materiais de construção correspondem, segundo Limmer (1996), em média, a 60% do orçamento da obra. Quando esse peso é combinado com a alta taxa de desperdício de matéria-prima e o pouco controle de consumo e qualidade, as consequências podem ser devastadoras para a viabilidade da execução do projeto e à saúde financeira das empresas que fornecem esse tipo de serviço.

Analisando esse panorama geral, surgiu uma vertente de estudos e procedimentos que visa minimizar os desperdícios no canteiro de obra, o *lean construction*, denominado, no Brasil, de Construção Enxuta. Essa vertente se fundamenta na redução de desperdícios, refletindo na determinação de quais atividades geram valor dentro do canteiro de obras para executá-las da forma mais otimizada possível, em termos de material e mão de obra, e, conseqüentemente, descartar ou reduzir aquelas que não contribuem para a execução do projeto, portanto, não agregam valor.

Dentro do contexto da Construção Enxuta, é necessário desenvolver um adequado planejamento de insumos para economizar recursos financeiros e espaço físico dentro do canteiro de obra, pois são fatores que possuem limitações em todos os empreendimentos. Esse planejamento adequado tem por consequência um fluxo de caixa mais equilibrado, pois será minimizada a quantidade de compras desnecessárias e seus devidos desembolsos e a consequente redução dos estoques, pois os materiais serão estocados apenas nas quantidades necessárias, evitando desperdícios. É possível notar que essas duas consequências impactam positivamente os fatores acima citados.

É preciso destacar, porém, que para realizar esse planejamento de forma eficiente, é necessário que se tenha parâmetros fiéis de produtividade e consumo destes materiais. Em muitas empresas, essas medições são feitas de forma insuficientes e, assim, o gestor encontra dificuldades em quantificar os itens a serem comprados, de forma que eles sejam adquiridos em concordância com a demanda do projeto a ser executado. Logo, o primeiro passo para o

desenvolvimento do planejamento de insumos é gerar uma fonte de dados confiáveis a partir de medições constantes das principais etapas da construção.

Outro fator determinante para o sucesso do plano de gerenciamento de insumos é o conhecimento profundo dos fornecedores com os quais a empresa se relaciona. Isso se dá porque há uma relação de interdependência direta com outras empresas. Disponibilidade de produtos, prazos de entrega e preço são fatores que impactam diretamente no Plano. Ainda, é importante salientar que no caso da construção civil, há uma variabilidade maior de fornecedores, pois há casos em que eles são escolhidos com base na proximidade da obra e na disponibilidade de materiais, portanto, deve ser realizado um estudo prévio para cada obra, da melhor condição de fornecimento dos insumos necessários e um posterior acompanhamento para confirmação de premissas adotadas na hora do planejamento.

Para realizar esse planejamento, é possível aplicar os conceitos *do Materials Requirements Planning (MRP)*, ou, em português, Plano de Necessidade de Materiais, muito usado na indústria fabril e pouco utilizado na construção civil. Esse método baseia-se em dois pilares: quais e quantos serviços serão executados e quais são os insumos necessários para executar esses serviços de forma detalhada.

O MRP tem como finalidade definir as quantidades e momentos em que cada insumo deve ser adquirido. Deste forma, alguns gastos desnecessários como uma maior quantidade de pedidos e conseqüente aumento dos fretes ou produtos em excessos são eliminados.

Segundo Aoki (2018) podemos ainda citar como outras vantagens do plano de necessidade de materiais:

- a) Movimentação mais organizada dos materiais no canteiro de obra;
- b) Previsão mais adequada da quantidade de material necessária;
- c) Melhor planejamento de compras;
- d) Confecção de uma lista de materiais detalhadas para cada serviço;
- e) Redução do índice de atrasos;
- f) Diminuição acentuada do risco de falta de material para execução de serviços;
- g) Melhor fluxo de serviços;
- h) Gestores mais bem embasados para tomadas de decisões com simulações mais realistas.

Ou seja, o método se alinha perfeitamente com as premissas da construção enxuta já citados.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral desse trabalho é desenvolver uma proposta de sistema de planejamento de insumos da construção civil em empresas de pequeno porte.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Para obter sucesso no objetivo geral, é necessário alcançar os seguintes objetivos específicos:

- a) Realizar levantamento para colher informações necessárias sobre o processo planejamento de insumos nas empresas;
- b) Analisar dificuldades e barreiras para a implementação de planejamento de insumos para empresas de pequeno porte na construção civil;
- c) Elaborar um modelo de planejamento de insumos utilizando o método MRP para os serviços de alvenaria e contrapiso com base nos dados obtidos na pesquisa de forma a otimizar o estoque da obra.

## **1.2 Estrutura do trabalho**

O primeiro capítulo é uma Introdução, que tem por objetivo contextualizar o assunto do planejamento e gerenciamento dos insumos da construção civil, bem como definir os objetivos, gerais e específicos, do trabalho.

O segundo capítulo irá compor o Referencial Teórico, ou seja, a revisão bibliográfica, base para o desenvolvimento e entendimento do trabalho. Isso será feito através de revisão de trabalhos já existentes abordados em livros, artigos, outras monografias dentre outras fontes de informação sobre o tema.

O terceiro capítulo irá expor a Metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho e explicará todos os procedimentos necessários para a execução e elaboração da monografia, além de fazer a escolha de alguns serviços para viabilizar a montagem do modelo de planejamento de insumos.

O quarto capítulo apresentará o resultado e as discussões obtidos no estudo. Analisará as dificuldades e barreiras identificadas no processo de planejamento e os possíveis

motivos desse panorama. Além disso, irá expor uma proposta de modelo para o gerenciamento dos insumos na construção civil.

O quinto capítulo será a conclusão do trabalho, que tem por objetivo concluir o estudo, expondo se o objetivo do trabalho foi atingido e apresentar as contribuições do trabalho além de sugerir contribuições futuras acerca do tema.

Após os capítulos anteriores, serão apresentadas as referências bibliográficas utilizadas no desenvolvimento da monografia.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Lean Construction (Construção Enxuta)

A construção enxuta surgiu inspirada nos conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) ou *Lean Production*. O Toyotismo foi originado dentro do contexto do Japão devastado após a Segunda Guerra Mundial e, com isso, era necessário que se buscassem soluções para a retomada da economia.

Kopper (2012) afirma que entre as inovações trazidas pelo STP estão os novos conceitos de *Total Quality Management* (TQM) o *Just in Time* (JIT) e a produção como uma rede formada pela interseção de processos e operações.

Segundo Koskela (1992), o JIT tem como objetivo a redução ou eliminação de estoques. Isso, por sua vez, levou ao desenvolvimento de outras técnicas que foram desenvolvidas como alternativas para lidar com menos estoque:

- a) Redução do tamanho do lote;
- b) Reconfiguração do *Layout*;
- c) Cooperação do fornecedor;
- d) Redução do tempo de produção.

Foi introduzido também o método de controle de produção, que se baseia pela demanda real dos clientes e não mais por demandas baseadas em previsões de consumo. O que possibilitou também a flexibilização dos produtos para atender as necessidades dos clientes.

O mesmo autor afirma que o ponto de partida do TQM foi a simples inspeção de matéria prima e produtos que evoluiu desse ponto para controle de qualidade total, o que significa:

- a) Expandir o controle de qualidade da produção para todos os departamentos;
- b) Expandir o controle de qualidade dos trabalhadores até a gerência;
- c) Expandir a noção de qualidade para cobrir todas as operações da empresa.

Ou seja, o foco mudou da simples inspeção de matérias primas e produtos para a busca contínua da melhoria do processo envolvendo toda a equipe.

Matos (2013) afirma que a Construção Enxuta aplica na construção civil conceitos e procedimentos utilizado inicialmente em processos industriais. Nesses princípios, é possível observar vantagens como fluxos contínuos de produção, diminuição de desperdícios, redução

do tempo de execução de etapas construtivas, implementação de um canteiro de obra com menos estoque e mais integrado em seus níveis de cooperação entre equipes.

O principal conceito de *Lean Construction* é que o fluxo em nenhuma situação pode ser interrompido e que qualquer parada deve ser evitada. A execução das atividades deve ocorrer em uma sequência lógica e contínua (WOMACK E JONES, 1998).

Porém, é importante que esses conceitos se mantenham sempre em processo de atualização e sendo avaliados quanto a sua efetividade pois segundo Barros Neto, Alves e Abreu (2007), as empresas que implementaram a construção enxuta em seu método produtivo após obter os primeiros resultados estagnaram no processo e não atingiram melhores resultados.

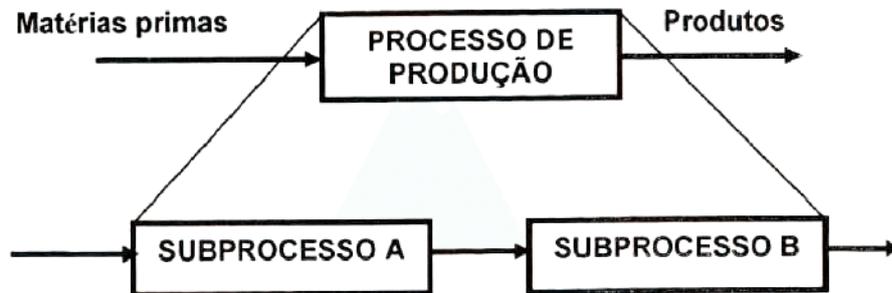
Segundo Corrêa e Gianesi (2001) o sistema *Lean* se baseia alguns elementos fundamentais para atingir o objetivo do processo de produzir mais com menos desperdício. A seguir serão explicitados esses fatores:

- a) **Qualidade total imediata:** princípio básico para evitar retrabalho dentro do canteiro de obras e conseqüente perda de tempo e recursos financeiro;
- b) **Minimização do Desperdício:** executar atividades geram valor dentro do canteiro de obras e executá-las da forma mais otimizada possível, em termos de material e mão de obra, e descartar aquelas atividades que não contribuem para a execução do projeto, portanto, não agregam valor;
- c) **Produção Puxada:** segundo Womack e Jones (1998), esse fator consiste na execução de uma etapa do processo somente se ela for necessária para a execução de uma etapa posterior, dessa forma, cria-se um fluxo de tarefas contínuo sem paradas no processo e com material bem definido para minimizar erros na quantificação do material e eventuais excessos ou falta de estoque disponível;
- d) **Flexibilidade:** a capacidade de adaptar o processo para atender a necessidade do cliente, ou seja, personalizar o produto de acordo com a demanda do consumidor.

É possível também fazer um comparativo entre a visão tradicional do modelo de conversão e a visão *Lean Production*. Segundo Koskela (1992) o processo de produção, no modelo tradicional, é a conversão de uma entrada em uma saída, e esse processo pode ser subdividido em subprocessos, que também são classificados como de conversão. Por consequência disso, o custo do processo total pode ser minimizado se minimizar os custos de

cada subprocesso. Ou seja, o valor de saída de um processo está associado aos custos de entradas e saídas de cada subprocesso.

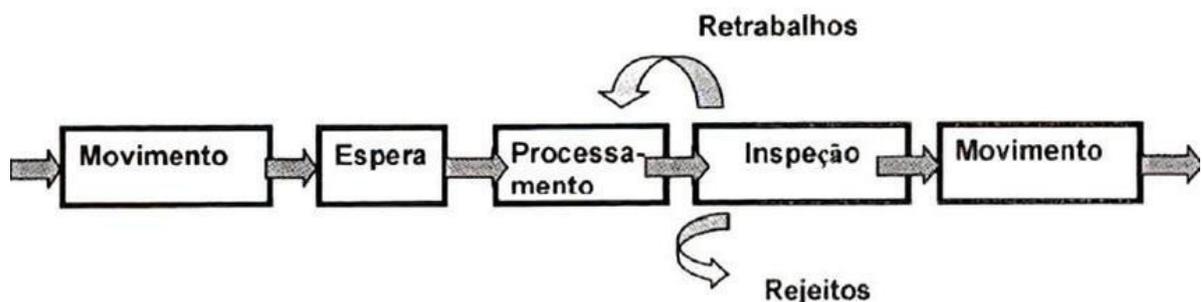
Figura 1 - Modelo de processo tradicional



Fonte: (Koskela, 1992.)

Já para o segundo modelo, segundo Koskela (1992), a produção consiste em conversões e fluxos e a eficiência geral da produção é avaliada através da eficiência das conversões e da quantidade e eficiência das atividades de fluxo. Essas últimas não agregam valor ao processo, como transporte, movimentação ou espera, logo deve-se buscar minimizar ou eliminar tais atividades. Dessa forma, como prega o *lean construction* restam apenas as atividades que agregam valor ao processo, ou seja, as conversões que devem sempre ser analisadas de forma a ser otimizadas e aumentar sua eficiência.

Figura 2 - Modelo de processo Lean Construction



Fonte: (Koskela, 1992.)

Para viabilizar a melhoria da eficiência das atividades de conversão e a minimização e eliminação dos processos de fluxo, que são maléficos à produção enxuta, o mesmo autor definiu 11 princípios fundamentais:

- a) **Reduzir ou eliminar a participação de atividades que não agregam valor:** focar na minimização ou eliminação de atividades de fluxo e não de conversão,

como tempo de espera, movimentação de insumos, processamentos entre outros;

- b) **Aumentar o valor da produção por meio da consideração das necessidades dos clientes:** conhecer a demanda dos clientes e mapear os processos de construção necessários para atender a essa necessidade e gerar satisfação ao cliente, pois só assim o valor agregado ao produto aumenta;
- c) **Reduzir a variabilidade:** segundo Formoso (2000) existem tipos diferentes de variabilidade envolvidos em um processo de produção – variabilidade nos processos relacionados a fornecedores, variabilidade nos processos de produção, variabilidade na demanda. Isso pode acarretar sérias consequências, como gerar retrabalho e dificultar o planejamento do gestor bem como diminuir a satisfação do cliente com o produto.
- d) **Reduzir o tempo de ciclo de produção:** a definição de tempo de ciclo, segundo Koskela (1992), se dá pelo tempo correspondente a execução de todas as etapas de conversão e de fluxo, ou seja, tempo total do processo. Portanto, para atingir tal objetivo é necessário, como já citado, tentar minimizar o tempo das atividades de fluxo e aumentar a eficiência das atividades de conversão. Isso pode gerar melhorias nos processos e uma entrega mais rápida do empreendimento;
- e) **Simplificar e minimizar o número de etapas, componentes e ligações:** dessa forma, é possível agir sobre as atividades de fluxo que não geram valor dentro do canteiro de obras, buscar minimizar e até mesmo eliminar etapas que estejam dificultado ou atrasando as atividades de conversão que realmente geram valor e são necessárias para a conclusão do produto. Por exemplo, a simplificação do serviço e a polivalência da mão de obra, quanto mais simples os processos menos profissionais serão necessários para executá-los, diminuindo assim o tempo de troca de equipes e dando uma maior fluidez ao andamento da obra;
- f) **Aumentar a flexibilidade de produção:** apresentar possibilidade de alterações solicitadas pelo cliente de forma que tais mudanças não alterem significativamente os processos e atividades de fluxo e, ainda assim, traga um retorno quanto a geração de valor e satisfação do cliente perante o produto ofertado diante da sua demanda específica;
- g) **Aumentar a transparência do processo:** dessa forma, é possível diminuir os erros executivos e incentivar uma análise crítica do processo de forma a

incentivar a melhoria contínua. Remoção de obstáculos visuais, utilização de cartazes, sinalização e demarcação de áreas, emprego de indicadores de desempenho são formas de aumentar a transparência do processo (ISATTO ET AL, 2000);

- h) **Concentrar o controle no processo global:** é necessário analisar o processo de forma sistêmica, considerando a interdependência entre as atividades e as consequências geradas por melhorias nos subprocessos da cadeia para avaliar o real impacto dessas alterações no resultado e seus benefícios dentro do fluxo global. Koskela (1992) afirma ainda que é necessário que haja uma autoridade responsável por controlar o processo em sua totalidade, mas é necessário também que haja o engajamento de todos os agentes envolvidos nas atividades;
- i) **Buscar melhoria contínua no processo:** é importante motivar e fazer com que os agentes se sintam interessados em desenvolver e melhorar boas práticas e processos, para isso, Pozzobon et. al. (2004) destaca que é possível alcançar esses objetivos por meio da definição de metas e planos de carreiras, premiações pelo cumprimento de etapas entre outros. Na construção, é muito comum ser adotada uma remuneração por produtividade, como um desses meios de incentivos;
- j) **Buscar o equilíbrio entre melhorias no fluxo e nas conversões:** segundo Koskela (1992) quanto maior for o nível de complexidade do processo, maior será o impacto das minimizações ou eliminações das atividades de fluxo. Por outro lado, a melhoria nas atividades de conversão está normalmente ligada ao desenvolvimento tecnológico e o surgimento de novos produtos, portanto são mais difíceis de serem implementadas, sendo mais rentável o investimento na melhoria das atividades de fluxo, visando otimizar os tempos de espera, processamento e transporte, mas sem negligenciar as oportunidades de avanço nos processos de conversão;
- k) **Benchmarking:** Segundo Isatto et. Al. (2000) é necessário realizar um processo de aprendizado a partir de boas práticas adotadas por outras empresas, geralmente as líderes do mercado ou detentora de um diferencial produtivo, que seja capaz de impactar positivamente o sistema produtivo a ser melhorado. Para isso, é necessário o conhecimento dos próprios processos da empresa para que seja possível ser feita a correta análise e adaptações para viabilizar a implementação das boas práticas colhidas durante o processo.

## 2.2 Materials Requirements Planning – MRP – (Plano de Necessidade de Materiais)

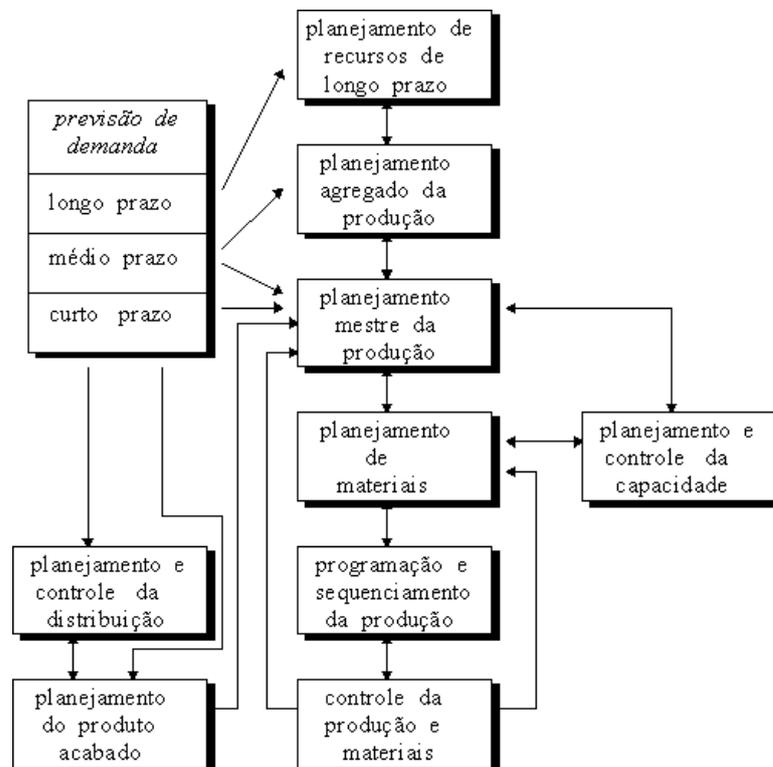
Após a terceira Revolução Industrial, a que introduziu a tecnologia e a informação nos processos do segundo setor, a Indústria de Máquinas CASE junto a IBM desenvolveu um *software* diante da necessidade de quantificar e controlar de uma melhor forma os insumos para viabilizar sua produção. Esse programa foi batizado de *Materials Requirements Planning* (MRP). Porém, esse processo, que é atualmente mais difundido no meio industrial, se encontra inserido no Planejamento e Controle de Produção (PCP).

Segundo Vollman E.T. et. al (2006) o PCP é responsável pelo planejamento e controle da produção, incluindo o gerenciamento de materiais, máquinas e mão de obra e da coordenação e compatibilização de fornecedores e clientes, garantindo assim um bom funcionamento entre todos os setores da empresa

Silver e Peterson (1985, apud MIANA, 2007) afirmam que o PCP apresenta três níveis hierárquicos:

- a) **Nível Estratégico:** responsável pelo longo prazo;
- b) **Nível Tático:** responsável pelo médio prazo;
- c) **Nível Operacional:** Responsável pelo curto prazo.

Figura 3 – Fluxograma PCP



Fonte: (Silver e Peterson 1985, apud MIANA 2007)

Podemos observar, pela análise da figura 3, que Planejamento Mestre de Produção (PMP) integra os processos do curto e médio prazo do PCP. O PMP é o elemento de maior importância do nível tático, curto prazo, pois ele definirá quais e quantidade de cada produto será produzida e quando esse processo precisa estar concluído (SOUZA, 2000).

O MRP pode ser definido como sendo uma técnica que permite determinar as necessidades de compras dos materiais que serão utilizados na fabricação dos produtos definidos pelo Planejamento Mestre de Produção (MARTINS E CAMPOS, 2000).

O Plano de necessidades de Material é um sistema que utiliza informações sobre serviços, fornecedores e produção e administra os fluxos de materiais de modo que o estoque de matéria prima não seja excessivo, chegue em tempo hábil no local de fabricação sem prejudicar o fluxo de atividades, permitindo, assim, que os produtos sejam acabados e montados em concordância com a necessidade do cliente. (TUBINO, 1997).

Segundo Carmelito (2008), o MRP, ou Plano de Necessidade de Materiais, é um sistema que permite converter a previsão de demanda em programação de necessidade de seus componentes, previamente detalhados na lista técnica de materiais.

Essa previsão da demanda e da quantidade de material necessária deve ser muito bem embasada pois Campos (1992), define como premissa para se atingir a qualidade e a produtividade que o gestor deve racionar e se basear em dados e com base em fatos e nunca tomar decisões por intuição.

Cabe destacar que um importante fator que norteia o MRP é o Planejamento Mestre de Produção. Pois, segundo Gaither e Frazier (2005), a partir dele define-se a quantidade de cada item final a ser concluído em cada semana do curto prazo. Isso pode ser observado também no fluxograma disponibilizado acima.

Segundo Peinado;Reis (2007), as funções básicas do Plano de Necessidade de Materiais são:

- a) Cálculo das necessidades brutas e líquidas dos itens da demanda;
- b) Cálculo dos lotes de fabricação e aquisição dos itens de demanda;
- c) Recomendação de revisão de ordens de compra em aberto, se necessário;
- d) Recomendação de emissão de novas ordens de compras.

Os mesmos autores afirmam que O MRP não verifica se o Plano Mestre de Produção é exequível, pois não é uma ferramenta de execução, apenas recomenda ações que os

gestores podem ignorar ou seguir, sendo somente uma ferramenta de planejamento de materiais e prioridades.

Segundo Gaither e Frazier (2005), são três os motivos pelos quais o gestor de operações adota o MRP, e são eles:

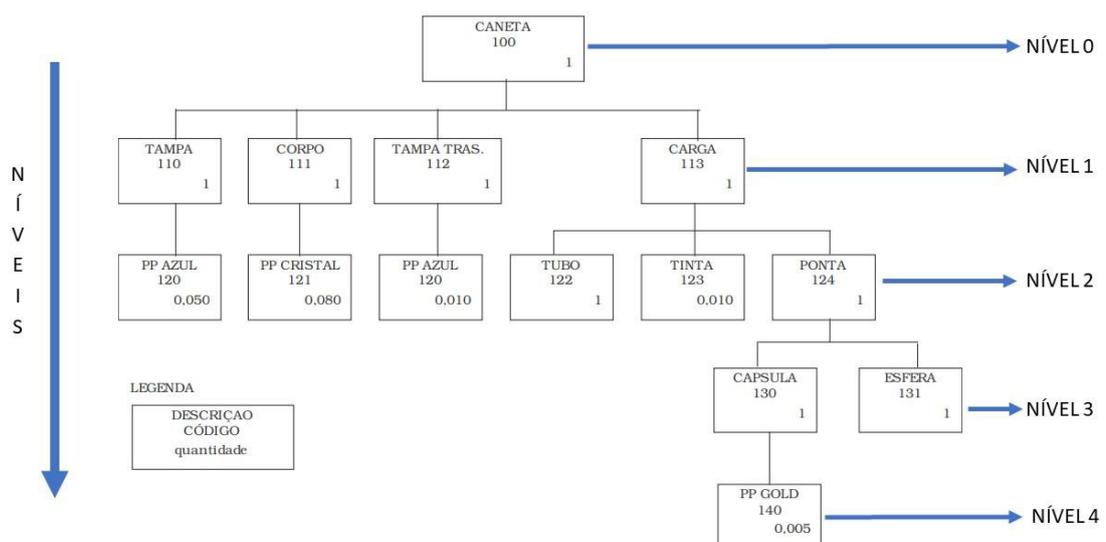
- a) Melhorar o serviço ao cliente;
- b) Reduzir o investimento em estoque;
- c) Melhorar a eficiência operacional.

Para viabilizar a implementação do MRP é necessário que os produtos, bem como os seus componentes e seus níveis de estrutura, estejam bem definidos. Para isso, utiliza-se dois tipos de ferramentas de apresentação:

- a) Estrutura Analítica do Produto;
- b) *Bill of Materials* (Lista de Materiais).

Segundo Peinado; Reis (2007), a estrutura analítica demonstra como o produto deve ser fabricado, aponta que alguns itens formam outros que, por sua vez, formam terceiros. E que se pode denominar essas etapas como níveis de estrutura. O produto final é considerado como um item de nível zero, e a partir dele os materiais e montagens intermediárias que formam o nível zero estão no nível um e assim sucessivamente, como podemos observar na figura 4:

Figura 4 – Estrutura Analítica de Produção de uma caneta



Fonte: Adaptado Peinado; Reis (2007)

De maneira geral, a estrutura analítica do produto é um diagrama que descreve todos os subprodutos e seus componentes para produzir o bem final. Na imagem são mostrados a descrição, o número dos códigos, a relação de precedência entre os níveis e as quantidades necessárias para viabilizar a fabricação de uma unidade do item de nível imediatamente superior (FILHO; MARÇOLA, 1996).

É preciso observar, porém, que essa forma de representação apresenta suas limitações pois, a depender da complexidade do produto, essa estrutura apresenta um elevado número de níveis verticais e horizontais, dificultando assim a análise do produto. Desse modo, surge a necessidade de uma outra forma de representação para facilitar a análise, a *Bill of Materials* (BOM), que transforma a estrutura gráfica multinível em uma representação linear das diversas relações existentes entre matéria-prima, componentes, submontagens, subprodutos, montagens e o produto final (FILHO; MARÇOLA, 1996).

Essa lista apresenta informações mais detalhadas dos insumos e produtos, que serão determinantes para a liberação da ordem de compra e de produção, definindo inclusive as datas que os insumos devem ser comprados.

Figura 5 – Lista de Materiais de uma caneta

Nível	Código	Descrição	Unidade	Quantidade	Tempo de abastecimento	Estoque de segurança	Tamanho do lote	Fornecimento		Estoque
								Fabricado	Comprado	
0	100	Caneta	Pç	1	1	0	LL	x		100
.1	110	Tampa	Pç	1	1	0	LL	x		200
..2	120	PP azul	Kg	0.050	3	25	M25		x	25
.1	111	Corpo	Pç	1	1	0	LL	x		180
..2	121	PP cristal	Kg	0.080	3	50	M25		x	100
.1	112	Tampa tras.	Pç	1	1	0	LL	x		0
..2	120	PP azul	Kg	0.010	3	25	M25		x	25
.1	113	Carga	Pç	1	2	0	LL	x		370
..2	122	Tubo	Pç	1	4	100	M100		x	300
..2	123	Tinta	Lt	0.010	4	20	M5		x	20
..2	124	Ponta	Pç	1	2	0	LL	x		0
...3	130	Cápsula	Pç	1	1	0	LL	x		500
...4	140	PP gold	Kg	0.005	3	25	M25		x	30
...3	131	Esfera	Pç	1	2	500	M1000		x	750

Fonte: Peinado; Reis (2007)

É preciso ainda compreender os conceitos das colunas que compõem a Lista de Material, pois o correto preenchimento dessa lista irá definir o sucesso da implantação do MRP fazendo com que o planejamento atinja o objetivo de reduzir os níveis do estoque, sem

imobilizar recursos desnecessários para esse fim e ainda assim não parar a produção por falta de material. São eles:

- a) **Nível:** a definição do nível parte do produto acabado (nível 0) e cresce à medida que é necessária realizar uma etapa de sub-montagem ou compra de insumos na estrutura do produto;
- b) **Código:** numeração que identifica, dentro do sistema, o componente (insumo, matéria prima, produto acabado etc.);
- c) **Descrição:** definição da peça, subconjunto, insumo produto acabado etc.;
- d) **Unidade:** Unidade de medida usada para quantificar o item;
- e) **Quantidade:** Quantidade de material utilizada para a produção de um produto final;
- f) **Tempo de Abastecimento (*Lead time*):** segundo Corrêa, Gianesi (2001), o *lead time* pode ser definido como tempo decorrido desde o momento em que é feito o pedido de compra até o recebimento do material comprado pela indústria, caso o item seja comprado. Já, se estivermos analisando o *lead time* de um item fabricado internamente, refere-se ao tempo decorrido desde o momento em que é liberada a ordem de fabricação até o momento em que o item esteja fabricado e disponível para utilização no nível seguinte;
- g) **Estoque de Segurança:** é definido pelo estoque mínimo mantido ao longo do processo como precaução para suprir eventuais necessidades que estejam fora do planejamento inicial, como variações na demanda, atraso na produção ou no recebimento de materiais - não cumprimento do *lead time* - (CORRÊA; GIANESSI, 2001);
- h) **Tamanho do Lote Mínimo:** Representa a quantidade mínima que o fornecedor de material entrega em uma única compra, caso o item seja comprado, ou o lote mínimo de fabricação que a indústria produz, caso a produção seja interna. A depender do insumo pode não apresentar lote mínimo pré-definido sendo esse número definido lote a lote (LL) ou apresentar um número mínimo múltiplo de algum fator pré-determinado (múltiplos de 25,50,100,500,1000 etc.);
- i) **Fornecimento (Fabricado x Comprado):** Definição se o item é comprado externamente, portanto necessita de uma ordem de compra, ou fabricado internamente, e assim necessita de uma ordem de liberação de produção;

- j) **Estoque:** fornece a quantidade de estoque já disponível no local da produção, de forma que diminua a necessidade de compra ou produção de subproduto, viabilizando a economia e um melhor direcionamento dos recursos disponíveis.

Por outro lado, um cuidado necessário a se tomar com o MRP, segundo Gianessi (1993), é a falta de questionamento do sistema, ou seja, a sua passividade. O MRP “automatiza muito e melhora pouco”, pois aceita sem uma análise crítica os dados de entrada que forem fornecidos para o sistema. Isto é, limita em partes as melhorias e análises que devem ser feitas constantemente nos diversos sistemas produtivos.

### 2.3 Gestão de Estoque

Estoque é definido como armazenamento de recursos materiais (matérias-primas, sub-produtos, componentes etc.) em um sistema de transformação de manufatura. Os diversos tipos de operação apresentam materiais armazenados diante das suas necessidades (MARTELI, DANDARO, 2015).

Peinado, Reis (2007). afirmam que, onde existe necessidade de materiais existe conseqüentemente estoques. Os materiais são formadores de estoques e, muitas vezes, representam um elevado valor de capital imobilizado e precisam ser acompanhados e administrados, pois podem afetar de forma negativa o desempenho e a viabilidade da operação.

Segundo Szajubok, et. al. (2005), manter estoques significa imobilizar recursos e incorrer em uma série de custos, alguns de fácil identificação que apresentam valores facilmente calculáveis e outros de difícil mensuração, mas que ainda sim existem e geram custos.

Os mesmos autores afirmam que a construção civil não mantém estoques a longo prazo uma vez que, dentro do contexto do *lean construction*, os insumos devem chegar na obra de acordo com os serviços a serem realizados e que foram previstos dentro do cronograma de execução.

As organizações, em geral, apresentam três tipo de estoque, segundo Peinado, Reis (2007), são eles:

- a) **Estoque Cíclico:** esse tipo é formado em decorrência da produção ou compra de insumos em lotes fechados que proporcionam uma redução de custos que sejam superiores aos gastos envolvendo o armazenamento e manutenção do estoque gerado no processo;

- b) **Estoque de Segurança:** é aplicado para diminuir ou eliminar o risco de variação da demanda (planejada no cronograma de execução), bem como da variação de *lead time* ou impossibilidade de o fornecedor entregar a matéria prima garantindo, assim, a continuidade da produção, mesmo que ocorra algum imprevisto ou retrabalho;
- c) **Estoque Sazonais:** já os estoques sazonais se fazem necessários para suprir períodos de escassez ou de concentração de oferta de matérias primas ou demanda pelos produtos ofertados, sendo preciso assim, produzir mesmo sem a venda a curto prazo ou adquirir materiais imobilizando recursos ainda que sejam consumidos apenas a médio ou longo prazo.

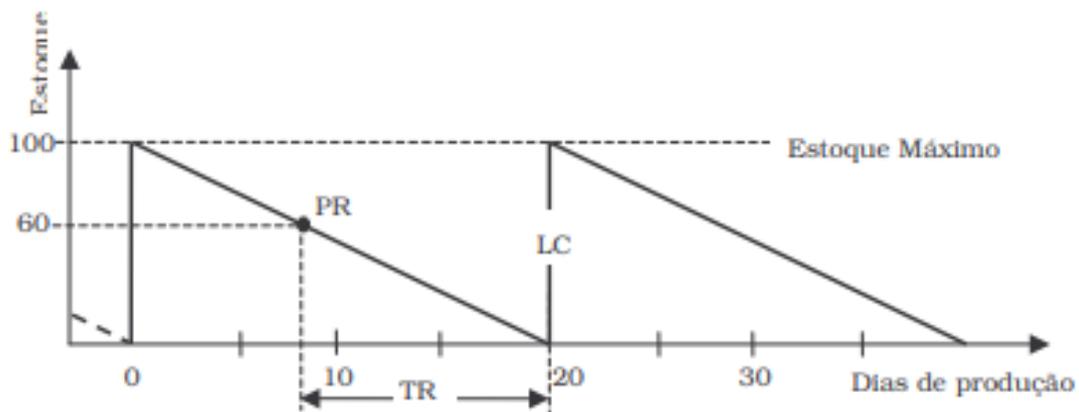
Segundo Matias (2007), a gestão de estoque proporciona o armazenamento de um nível adequado de estoque, que é capaz de garantir os níveis de produção da empresa, sem interrupção de produção diante das incertezas, ao menor custo possível.

Ou seja, o gerenciamento do estoque consiste em realizar um planejamento, embasado por dados, de como controlar os materiais, trabalhando com base no que a empresa necessita com o objetivo de manter o equilíbrio entre estoque e consumo (MARTELI, DANDARO, 2015).

Segundo Peinado, Reis (2007), determinar a política de ressuprimento dos insumos consiste em definir a forma que os estoques serão analisados, diante de quais premissas e como serão reabastecidos diante do tempo de armazenamento e do ritmo de consumo apresentado pela empresa. Existem várias formas de utilizadas para realizar esse acompanhamento aqui serão citadas duas das principais:

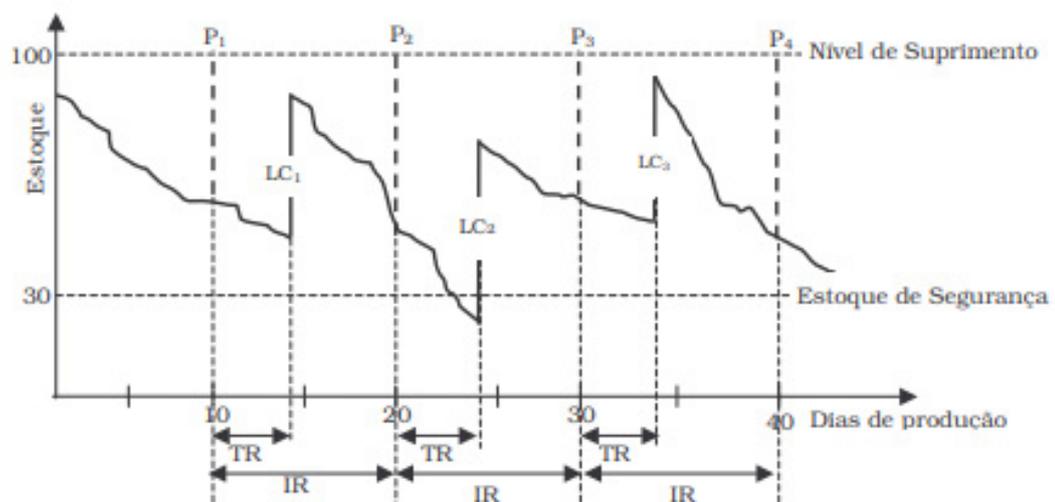
- a) **Sistema de Revisão Contínua:** nesse sistema observa-se intervalos de tempo irregulares, mas uma quantia fixa de materiais por pedido. O estoque é analisado de forma contínua até atingir um nível crítico, denominado ponto de ressuprimento, onde o pedido de material é realizado, o intervalo de tempo para atingir esse ponto é variável de acordo com a demanda;
- b) **Sistema de Revisão Periódica:** já nesse sistema, a situação se inverte. Observa-se intervalos regulares de tempo, mas uma quantidade variável de material. Ou seja, os intervalos de tempo entre os pedidos são pré-determinados e a quantidade de material pedida pra ressuprimento é determinada diante da demanda futura e do consumo realizado durante o intervalo entre os pedidos.

Figura 6 – Política de Ressuprimento: Sistema de Revisão Contínua



Fonte: Peinado, Reis (2007)

Figura 7 - Política de Ressuprimento: Sistema de Revisão Periódica



Fonte: Peinado, Reis (2007)

Porém esses métodos têm como premissa de que a demanda ou o tempo de ressuprimento serão constantes e, na prática, isso não acontece. Segundo Bertaglia (2003), o estoque de segurança tem por finalidade evitar o esgotamento dos insumos durante o *lead time*. Por isso, há a necessidade de manter essa reserva bem embasada e dimensionada de forma correta visando diminuir os custos e minimizar os riscos de parar a produção.

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

Para alcançar o objetivo de desenvolver uma proposta de planejamento e controle para os insumos em empresas de pequeno porte, foi realizada uma pesquisa científica com base na implantação do sistema de Plano de Necessidade de Materiais, visando identificar as práticas adotadas por esse tipo de empresa e as barreiras e dificuldades para a implementação desse planejamento. Resultando, assim, em uma planilha modelo de planejamento que tem por objetivo verificar a viabilidade da aplicação do método.

#### **3.1 Classificação da pesquisa**

A pesquisa científica desenvolvida pode ser classificada de seguinte forma:

##### **3.1.1 Quanto à Natureza**

A natureza da pesquisa desenvolvida é aplicada, pois tem por objetivo desenvolver uma proposta de planejamento para aprimorar o processo de compra e de estocagem de empresas de pequeno porte da construção civil com base no MRP (*Materials Requirements Planning*).

Esse tipo de pesquisa é baseado no interesse prático, ou seja, visa solucionar problemas já existentes ou melhorar processos já executados na prática durante a execução das atividades da empresa (TURRONI, MELO, 2012)

##### **3.1.2 Quanto ao Objetivo**

O objetivo pode ser classificado como exploratório, pois visa formular um planejamento mais preciso dos insumos na construção civil por meio de procedimentos que já são amplamente utilizados em outros meios de produção manufaturadas, onde apresentam bons resultados, mas ainda precisam ser adaptados e implementados na construção civil.

Segundo Gil (2002), as pesquisas exploratórias têm como finalidade esclarecer, implementar e modificar conceitos, com o objetivo de formular problemas e hipóteses mais precisas que sirvam para estudos posteriores

Segundo o mesmo autor, esse tipo de pesquisa é realizado principalmente quando o assunto ou a problemática é pouco explorada.

##### **3.1.3 Quanto à Abordagem**

Já a abordagem é qualitativa, pois o estudo foi desenvolvido de forma a colher informações descritivas, informadas pelos agentes dos processos, de como é feito, atualmente,

o planejamento de insumos em empresas de pequeno porte, quais as dificuldades que essas empresas enfrentam para realizar e executar esse planejamento e de que forma seria possível melhorar esse processo.

Segundo Bogdan e Biklen (2003), a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos, que são obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada e com os indivíduos que a compõem.

### **3.1.4 Quanto à Técnica de coleta de dados**

Já a técnica para coleta de dados utilizada foi a entrevista semiestruturada, pois essas entrevistas foram realizadas de forma a entender como as empresas realizam o seu planejamento de insumos e quais são as barreiras para que esses planejamentos sejam mais precisos. Porém, foram realizadas a partir de uma estrutura básica pré-definida pelo autor e se desenvolveram diante das respostas de cada um dos entrevistados, sendo criadas perguntas complementares em cada situação específica.

Segundo Barros Neto (1999), as entrevistas semiestruturadas não apresentam um roteiro rígido de perguntas, fazendo com que o entrevistador possa fazer novas perguntas e desenvolver os questionamentos com mais liberdade.

## **3.2 Desenvolvimento da Pesquisa**

Para alcançar o objetivo do trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica com o objetivo de entender os conceitos que serão abordados na pesquisa, bem como avaliar os trabalhos já desenvolvidos acerca do assunto estudado e as conclusões já obtidas em outras pesquisas com a finalidade de embasar o trabalho aqui desenvolvido pelo autor.

Então, se fez necessária em uma segunda etapa a obtenção de dados para a análise do panorama de planejamento de insumos em empresas de pequeno porte. Para isso, foi realizada uma entrevista semiestruturada com cinco respondentes, visando obter dados para uma análise qualitativa das práticas já implementadas, bem como das dificuldades enfrentadas pelas empresas para conseguir realizar um planejamento de insumos e, ainda, conseguir executá-lo de forma a maximizar os lucros, evitando gastos e desperdícios desnecessários, e diminuindo o desperdício e otimizando o fluxo de caixa da obra, sem imobilizar muitos recursos em estoques volumosos sem a real necessidade de certos materiais. As perguntas base da entrevista realizada encontram-se no apêndice A.

Foi possível, então, interpretar os dados obtidos nas entrevistas para entender como essas empresas realizam esse planejamento, assim como identificar as barreiras e dificuldades que elas têm de enfrentar para, assim, embasado na real situação, desenvolver uma planilha modelo que consiga facilitar o desenvolvimento e a implementação do planejamento de insumos, baseado nos conceitos do sistema MRP.

Deste modo, foram escolhidos pelo autor dois serviços base, presentes nas obras de pequeno porte, que são realizados em sequência são eles:

- a) Execução de Alvenaria;
- b) Execução de Contrapiso.

Em seguida, para confecção das tabelas do MRP e posterior análise e verificação da aplicabilidade do método, foram definidos e desenvolvidos os parâmetros necessários dos serviços escolhidos, são eles:

- a) Estrutura Analítica dos produtos;
- b) *Bill of Materials* (Lista de Materiais);
- c) Nível;
- d) Código;
- e) Descrição;
- f) Unidade;
- g) Quantidade;
- h) Tempo de Abastecimento (*Lead time*);
- i) Estoque de Segurança;
- j) Tamanho do Lote Mínimo;
- k) Fornecimento (Fabricado x Comprado);
- l) Estoque disponível.

A planilha foi então confeccionada com base nos dados obtidos e definidos pelo autor, tendo como base as exigências e formatações do método do MRP.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões obtidos por meio de entrevistas e o modelo de planejamento gerado encontram-se descritos a seguir. O modelo completo do sistema de planejamento, preenchido com um exemplo, encontra-se no apêndice B.

### 4.1 Entrevistas

#### 4.1.1 Análise das Práticas Adotadas Pelos Gestores

As práticas de planejamento adotadas pelos gestores eram similares no tocante ao planejamento geral da obra. Todos realizavam um estudo prévio dos projetos para a definição dos quantitativos e confeccionavam um planejamento físico-financeiro da obra, de forma a cumprir o prazo de execução previamente estabelecido. A partir desse ponto surgiram práticas distintas relacionadas ao nível de maturidade do gestor e do investimento em softwares de gestão adotados por eles.

Dois dos respondentes possuíam um grau mais elevado de conhecimento em planejamento e realizavam o detalhamento de todos os serviços, atingindo o nível de projeção específica de quantidade de mão de obra empregada e dos insumos utilizados na execução de cada etapa. Possuíam também *softwares* específicos, que geravam relatórios gerenciais importantes como a curva ABC de materiais, possibilitavam a classificação da interdependência entre os serviços e geravam o caminho crítico da obra.

Já os outros três respondentes, apesar de partirem do mesmo ponto inicial, possuíam menos recursos e realizavam o planejamento em planilhas eletrônicas que não atingiam o nível de profundidade dos softwares específicos e, portanto, possuíam menos ferramentas e dados para tomar decisões gerenciais durante a execução da obra.

Logo, esse fato resultou numa disparidade entre os dois grupos no quesito específico do planejamento de insumos. Enquanto os dois primeiros engenheiros possuíam a quantidade projetada de consumo de material e o período que ele seria utilizado, os outros três tinham informações mais específicas do período que os serviços seriam executados, sem uma projeção mais detalhada de consumos de insumos por etapa para realizar o acompanhamento da produtividade da equipe e dos gastos.

É importante salientar, porém, que nenhum dos cinco possuíam ferramentas ou planejamentos para definir o dia exato de compra dos insumos, mecanismo utilizado pelo

sistema de planejamento com base no MRP e que auxilia na otimização do fluxo de caixa e na redução dos estoques locados na obra.

Além disso, um fator que tem impacto direto na gestão do material, é a configuração do sistema de compras que abastecem as obras. Dos cinco entrevistados, apenas um possuía um setor específico para realizar as cotações e a compra dos insumos. Com isso, havia um procedimento a ser seguido desde a solicitação do material até a efetivação da transação, tempo esse que deve ser considerado no planejamento para não haver atraso de material para a execução dos serviços e, possivelmente, a paralisação das atividades de conversão no canteiro de obras.

Já os outros quatro entrevistados realizavam compras diretamente com os fornecedores, o que dava celeridade ao processo da compra, mas que pode acarretar num custo mais elevado de aquisição dos insumos. Há uma tendência da cotação dos preços e das negociações serem mais rasas, pois o engenheiro não desempenha apenas essa função, mas todo o gerenciamento da obra.

Já analisando a preocupação dos gestores em diminuir a quantidade de material em estoque, todos os engenheiros apresentaram respostas similares. Esse procedimento se baseia mais no fator físico da limitação de espaço e menos na gestão gerencial do fluxo de caixa e a real necessidade daquela quantidade de insumo para aquele período de execução. Isso se dá, principalmente, pelo fato de os fornecedores, no geral, oferecerem melhores condições para compras em maiores quantidades, o que influencia a aquisição de mais insumos que ficam estocados por mais tempo, o que nem sempre é uma vantagem real no contexto da análise de custos.

É importante salientar, ainda, as vantagens apontadas por três dos respondentes em desenvolver uma relação de fidelidade com o fornecedor, são elas:

- a) Manutenção de um preço mais baixo, mesmo em pedidos de menor quantidade;
- b) Segurança na qualidade do produto;
- c) Segurança na manutenção do prazo da entrega, de forma a facilitar o planejamento e diminuir o estoque na obra;
- d) Prioridade de compra em caso de escassez do insumo no mercado.

Porém, uma boa prática destacada por um dos engenheiros foi a cotação periódica de insumos no comércio, para que seja possível realizar uma comparação com o seu fornecedor

padrão e, se necessário, realizar uma negociação para não comprar os insumos acima do valor de mercado.

Quanto ao conhecimento do estoque de segurança, apenas dois engenheiros demonstraram conhecimento técnico do termo e a importância do correto dimensionamento desse fator para garantir a continuidade dos serviços, mesmo diante de situações adversas como atraso da entrega do pedido ou algum retrabalhado gerado por falha de execução.

No entanto, todos os entrevistados têm a prática de manter insumos importantes da construção com uma reserva técnica, como cimento e areia. Isso se dá pela experiência prática e pela alta taxa de desperdício apresentada pelo processo manufaturado da construção civil, mas não necessariamente garante a continuidade do serviço ou pode representar um custo alto ao longo da execução que poderia ser otimizado, com a melhora no fluxo de caixa da obra.

Outro importante fator que foi destacado pelos respondentes foi as falhas no acompanhamento dos insumos que, segundo eles, se estende desde o recebimento e conferência do pedido até o acompanhamento do consumo e o estoque remanescente na obra.

Receber um material em desacordo com o previsto para execução pode causar grandes prejuízos à obra, tendo em vista que essa falha, provavelmente, só será percebida no momento da execução do serviço, o que acarreta a paralisação do processo e dispara um procedimento de troca que pode levar alguns dias. Outro grande transtorno causado pela falta de acompanhamento é a falta de material disponível para execução do serviço.

Um exemplo colhido em umas das entrevistas mostrou que a empresa, como forma de estimular os funcionários e adiantar a execução dos serviços, estabeleceu metas de produtividade em troca de uma compensação financeira, o que gerou os resultados esperados e aumentou a produtividade médias das equipes mas, por outro lado, esse aumento no consumo de material não foi previsto pelo gestor, o que acarretou a falta de cimento e a consequente paralisação da obra e gerou prejuízos à empresa, o que não aconteceria se ela tivesse mantido a produtividade média, pois não faltaria esse insumo em questão. Esse fato poderia facilmente ser evitado caso houvesse um responsável por fazer o acompanhamento diário do consumo de cimento e dos pedidos realizados.

A causa para esse controle ser negligenciado é que muitos gestores analisam o investimento em profissionais encarregados de fazer esse tipo de controle como um custo e não como um investimento que consegue gerar diversas economias nos mais variados processos usualmente realizados no canteiro de obra. Esse profissional poderia, por exemplo, além de

fazer o controle dos insumos e evitar a paralisação dos serviços, acompanhar o processo de entrega das compras realizadas, analisar as atividades do canteiro, otimizar as atividades de fluxo presentes ali e aumentar a produtividade das atividades de conversão, à luz do que prega o *lean construction*.

O fator cultural foi levantado por três dos respondentes como a principal barreira para a implementação de um planejamento de necessidade de materiais detalhado. O fato de as pequenas empresas conseguirem gerir suas obras da forma em que estão habituadas e obter lucros diminui o interesse dos seus gestores em investir em inovações ou em horas trabalhadas para desenvolver um planejamento de insumos adequado.

Além disso, mesmo quando o gestor reconhece a importância do investimento na execução de um planejamento de insumos, dois entrevistados afirmaram que esbarram na falta de dados de produtividade e consumo de materiais, realizados pela equipe, para desenvolver um planejamento realmente embasado.

Logo, como forma de desenvolver a evolução da implementação desse tipo de planejamento, levantada durante as entrevistas, seria investir na capacitação dos novos engenheiros que precisam reconhecer as vantagens e a importância desse tipo de planejamento. Para isso, necessitam adquirir, durante a formação, os conhecimentos técnicos para realizar esses planejamentos.

Outra solução importante é o investimento e o levantamento de dados de produtividade e consumo de materiais realizados pela empresa na execução dos diversos serviços da construção civil de forma que os gestores possuam informações confiáveis, baseadas em fatos, para realizar o planejamento.

#### **4.1.2 Análise dos Serviços de Alvenaria e Contrapiso**

Para a confecção da proposta do modelo do sistema de planejamento de insumos foram analisadas as práticas construtivas empregadas pelos respondentes nos serviços de alvenaria e contrapiso.

Os entrevistados destacaram que variavam o método construtivo desses serviços analisando o custo-benefício de cada um levando em consideração as peculiaridades de cada obra. Porém, dois deles afirmaram ter uma maior segurança na sua equipe para variar constantemente esse método sem que haja problemas executivos ou manifestações patológicas futuras. Os outros três, por outro lado, buscaram manter o método executivo nas suas obras de forma a otimizar a produção e garantir a qualidade do serviço.

Para o serviço da alvenaria, o método priorizado é com argamassa preparada em obra com cimento e areia para o assentamento do bloco cerâmico. A outra opção citada foi a utilização de bisnagas de argamassa polimérica.

Já para o serviço de contrapiso, o método mais executado pelos engenheiros é argamassa aderida semisseca, rodada em obra com cimento e areia, popularmente conhecida como argamassa “farofa”. Foram citadas também execuções alternativas como a utilização da argamassa autonivelante.

Por isso, os insumos escolhidos para a realização do modelo foram:

- a) Bloco Cerâmico;
- b) Areia;
- c) Cimento;
- d) Argamassa.

Os coeficientes de consumo desses materiais foram retirados das tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa e Índices da Construção Civil (SINAPI) acessada a partir do Sistema Vigha de gestão de obras utilizado pelo autor.

#### **4.2 Modelo de Sistema de Planejamento de Insumos Utilizando o MRP**

A proposta de modelo de sistema foi desenvolvida com base nas entrevistas realizadas e nas premissas e definições utilizadas pelo MRP, que conta com uma tela inicial para facilitar a navegação do usuário e divide o sistema em duas partes:

- a) Preenchimento de Informações;
- b) Banco de dados

A primeira consiste nas abas que deverão ser alimentadas com as informações solicitadas, bem como da lista de pedidos que é gerada como produto do sistema e será utilizada pelo gestor como ferramenta gerencial dos insumos.

A segunda, por sua vez, é composta pelas abas que compõem a estrutura analítica dos serviços, a lista de materiais e o algoritmo do sistema MRP para consulta e análise das premissas e procedimentos adotados no sistema para a execução do planejamento.

Figura 8 – Tela Inicial Sistema de Planejamento de Insumos



Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021)

A seguir, será detalhada cada uma das abas componentes das partes do sistema de forma a facilitar o entendimento do seu funcionamento.

#### 4.2.1 Preenchimento de Informações

A primeira aba consiste no preenchimento de informações referentes a obra a ser executada. Ela solicita as seguintes informações para caracterizar a obra:

- a) **Nome do Cliente;**
- b) **Endereço da Obra;**
- c) **Tipo de Obra:** Pode ser classificada como construção ou reforma;
- d) **Regime de Trabalho Adotado:** pode ser classificado como semanal, finais de semana ou todos os dias;
- e) **Horário de trabalho:** pode ser classificado como diurno, noturno ou 24 horas.

Figura 9 – Preenchimento de Dados da Obra

DADOS OBRA	
CLIENTE:	<input type="text"/>
ENDEREÇO:	<input type="text"/>
TIPO DE OBRA:	<input type="text"/>
REGIME DE TRABALHO	<input type="text"/>
HORÁRIO DE TRABALHO	<input type="text"/>

Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021)

Essa caracterização se faz necessária pois o sistema necessita analisar essas informações para que seja feito o cálculo do dia em que a ordem de pedido será disparada.

Em seguida o sistema apresenta a aba de cadastro de fornecedores. Os campos para preenchimento são:

- a) **Código do Fornecedor;**
- b) **Nome;**
- c) **Telefone;**
- d) **Insumo que fornece;**
- e) **Prazo de entrega (*lead time*);**
- f) **Unidade do insumo;**
- g) **Política de lote;**
- h) **Classificação do fornecedor.**

Destaca-se que a classificação do fornecedor impacta diretamente na necessidade e no dimensionamento do estoque de segurança. Por isso, essa qualificação é feita nos três seguintes níveis:

- a) **Tipo A:** fornecedores confiáveis que conseguem manter o fluxo de entrega dentro do prazo estipulado;
- b) **Tipo B:** fornecedores de boa qualidade que esporadicamente enfrentam problemas e atrasam entrega;
- c) **Tipo C:** fornecedores que frequentemente atrasam entrega.

Figura 10 – Preenchimento Cadastro de Fornecedores

CADASTRO DE FORNECEDORES							
CÓDIGO	NOME	TELEFONE	INSUMOS QUE FORNECE	PRAZO DE ENTREGA	UNIDADE	POLÍTICA DE LOTE	CLASSIFICAÇÃO

Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021)

É importante que o gestor busque eliminar os fornecedores do Tipo C, porém, caso isso não seja possível, é preciso que ele tenha ciência da alta probabilidade do atraso do recebimento do insumo comprado e leve isso em consideração para aumentar o estoque de segurança e o *lead time* considerado para realizar o pedido.

Já a terceira aba é preenchida com o período do planejamento, definido como uma semana, e o cronograma de serviços semanal que apresenta os seguintes campos para preenchimento:

- a) **Serviço;**
- b) **Unidade;**
- c) **Quantidade;**
- d) **Produtividade / equipe;**
- e) **Nº de equipes;**
- f) **Lead time de produção;**
- g) **Início da atividade;**
- h) **Finalização da atividade.**

Figura 11 – Preenchimento de Serviços do Período

PERÍODO DOS SERVIÇOS							
Semana 32							
INÍCIO: segunda-feira, 29 de março de 2021				TÉRMINO: sexta-feira, 2 de abril de 2021			
CRONOGRAMA DE SERVIÇOS SEMANAL							
SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	PRODUTIVIDADE /EQUIPE	Nº DE EQUIPES	LEAD TIME PRODUÇÃO	INICIO DA ATIVIDADE	FINALIZAÇÃO DA ATIVIDADE

Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021)

É importante que essa aba se conecte com o planejamento físico-financeiro já realizado no planejamento das obras em empresas de pequeno porte, conforme analisado nas entrevistas. Pois dessa forma o sistema se integra ao planejamento e consegue acessar os serviços, bem como seus quantitativo a serem executados naquele período e as outras informações presentes no planejamento. Além disso, caso haja alguma alteração no planejamento físico-financeiro, é importante que o planejamento de insumos também seja alterado automaticamente.

Por último, o sistema gera uma lista de compras e fornece ao gestor as seguintes informações:

- a) **Número do pedido;**
- b) **Referência do Insumo;**
- c) **Unidade;**
- d) **Quantidade;**
- e) **Data do pedido;**
- f) **Data prevista para entrega;**
- g) **Fornecedor.**

Figura 12 – Lista de Compras a Fazer

LISTA DE COMPRAS A FAZER						
Nº	REFERÊNCIA	UNIDADE	QUANTIDADE	DATA PEDIDO	DATA ENTREGA	FORNECEDOR

Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021)

Essa lista de materiais deve ser contínua, de forma a dar informações ao gestor das compras que devem ser feitas no período de análise que ele desejar obter informações. Dessa forma, poderá tomar decisões gerenciais mais embasado. Isso será possível caso o sistema esteja integrado com o planejamento da obra.

#### 4.2.2 Aplicação do modelo

A primeira aba da segunda etapa, denominada banco de dados no sistema e que é responsável pela aplicação do algoritmo do MRP, fornece a estrutura analítica dos serviços presentes no sistema para a consulta e análise do engenheiro. Dessa forma, ele consegue visualizar quais premissas estão sendo adotadas para a realização do planejamento de insumos que resulta na lista de pedidos.

Figura 13 – Estrutura Analítica do Serviço de Alvenaria



Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021)

Ainda nesse sentido, a estrutura analítica apresenta algumas limitações pois essa forma de representação pode se mostrar inviável caso o serviço manifeste um alto nível de complexibilidade e, portanto, muitos níveis para a produção. Por isso, a segunda aba do banco de dados fornece a apresentação dos serviços por meio da BOM (*Bill of Materials*), contém as informações já descritas no capítulo três dessa monografia.

Figura 14 – Lista de Materiais do Serviço de Alvenaria

LISTA DE MATERIAIS - ALVENARIA										
NÍVEL	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PRAZO ENTREGA	ESTOQUE DE SEGURANÇA	POLÍTICA DE LOTE	FORNECIMENTO		ESTOQUE
								FABRICADO	COMPRADO	
0	001	ALVENARIA	M2	1,000	3 dias	0	LL		X	0
1	002	BLOCO CERÂMICO	UNIDADE	13,350	7 dias	250	M500		X	400
1	003	ARGAMASSA	M3	0,012	3 dias	0	LL	X		0
2	004	CIMENTO	KG	2,311	3 dias	1500	M2500		X	1650
2	005	AREIA MÉDIA	M3	0,013	2 dias	3	M6		X	4

Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021)

É importante salientar alguns pontos para a correta confecção da lista de materiais. O prazo de entrega dos serviços e a política de lote são preenchidos automaticamente com base no preenchimento das abas de Serviços do Período e Fornecedores respectivamente. Por isso, para a correta execução do planejamento por meio do algoritmo do MRP, é necessário que a planilha esteja corretamente preenchida.

O estoque de segurança deve ser definido analisando a importância do insumo na obra e a qualidade e confiabilidade do fornecedor do material, dessa forma será possível avaliar a necessidade da quantidade de material em estoque que garanta que os serviços não serão paralisados caso haja alguma alteração na demanda ou atraso na entrega.

Por último, a aplicação do algoritmo MRP é realizada utilizando todas as informações presentes nas demais abas. Dessa forma, o sistema inicia o planejamento 10 dias antes da segunda-feira definida como o início da produção na aba Serviços do Período. Isso se dá, porque, O MRP é uma ferramenta de planejamento que atua principalmente no curto prazo e os insumos que são utilizados nas obras de pequeno porte possuem, segundo os respondentes, um *lead time* máximo de 7 dias.

O algoritmo MRP analisa e fornece, por dia, os seguintes parâmetros:

- a) **Necessidade bruta:** a demanda do insumo que deve ser suprida;
- b) **Recebimentos programados:** recebimentos de insumos previstos liberados após as ordens de compra;

- c) **Estoque disponível:** material disponível do insumo que deve ser abatido da necessidade bruta;
- d) **Necessidade líquida:** é definido como a necessidade bruta menos o estoque disponível somado ao estoque de segurança. Ou seja, calcula a quantidade do insumo que deve ser comprada;
- e) **Liberação de pedidos:** é a definição do dia exato em que o pedido deve ser liberado para que, considerando o *lead time*, o insumo chegue no local na obra no dia anterior ao que será consumido. É necessário também que se faça a compatibilização da necessidade líquida com a política de lote do fornecedor, como, por exemplo, se a necessidade líquida de blocos cerâmicos calculado é de 985 unidades o pedido será o primeiro valor imediatamente superior a esse que esteja dentro da política do lote do fornecedor, ou seja, 1000 unidades.

Figura 15 – Aplicação do algoritmo MRP no Serviço de Alvenaria

MRP - ALVENARIA																	
CÓD:	ITEM		PERÍODOS														
			19/3	20/3	21/3	22/3	23/3	24/3	25/3	26/3	27/3	28/3	29/3	30/3	31/3	1/4	2/4
001		NECESSIDADE BRUTA														85	
DES	ALVENARIA	RECEB. PROGRAMADOS														85	
PL:	LL	DISPONÍVEL														0	0
TE:	3	NECESSIDADE LÍQUIDA														85	
ES:	0	LIBERAÇÃO DE PEDIDOS										85					
MRP - BLOCO CERÂMICO																	
CÓD:	ITEM		PERÍODOS														
			19/3	20/3	21/3	22/3	23/3	24/3	25/3	26/3	27/3	28/3	29/3	30/3	31/3	1/4	2/4
002		NECESSIDADE BRUTA								1135							
DES	BLOCO CERÂMICO	RECEB. PROGRAMADOS								1000							
PL:	M500	DISPONÍVEL								400	265						
TE:	7	NECESSIDADE LÍQUIDA								985							
ES:	250	LIBERAÇÃO DE PEDIDOS	1000														

Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021)

Para o desenvolvimento da aba do MRP algumas dificuldades foram encontradas, como a definição do dia exato da finalização dos serviços de nível superior ao nível 0 e da liberação do pedido. Esses procedimentos foram feitos de forma manual, portanto, necessita de aprofundamento na programação para que esses parâmetros sejam definidos automaticamente, posteriormente.

Outra barreira que necessita de aprofundamento na programação é da vinculação do regime de trabalho definido na aba Dados da Obra, para que o sistema automaticamente considere ou não os finais de semana, a depender se esses dias serão ou não dias de trabalho.

## 5 CONCLUSÃO DO TRABALHO

Após a exposição dos resultados e as discussões obtidas da realização das entrevistas semiestruturada, definida no método de pesquisa, com os cinco respondentes que contribuíram para esse estudo, é necessário apontar algumas conclusões.

Com o intuito de atingir o objetivo geral dessa monografia, uma proposta de sistema de planejamento e controle de insumos na construção civil foi desenvolvida para empresas de pequeno porte. Para isso, foi realizado o levantamento das informações de como essas empresas realizam atualmente o planejamento da obra de forma geral e especificamente o planejamento dos insumos utilizados durante a execução dos serviços.

Por isso, foi possível observar que os respondentes possuíam níveis de maturidades diferentes em relação ao processo do planejamento dos insumos, pois alguns tinham acesso a mais ferramentas e por isso realizavam um planejamento mais detalhado e assertivo, outros tinham práticas de planejamento mais rasas que não atingiam o nível de detalhamento do planejamento de materiais.

Assim, podemos destacar algumas dificuldades e barreiras enfrentadas pelo gestor de pequeno porte para realizar um adequado planejamento dos insumos. A primeira delas é a falta de investimento em inovação e acompanhamento. O engenheiro que atua nessa área, em sua maioria, é acomodado com o seu sistema de planejamento e execução de obra e por isso, culturalmente encara esse tipo de investimento como um custo que não será capaz de trazer retorno ao modelo de negócio que já gera lucro e funciona, ou seja, entrega as obras dentro do prazo e do orçamento realizado.

Além disso, essas empresas de pequeno porte, pela falta de acompanhamento já citada, no geral, não possuem dados relativos à produtividade e consumo real de sua equipe, o que dificulta o planejamento adequado desses materiais.

Visando facilitar esse processo, a planilha foi desenvolvida com base nos dados obtidos nas entrevistas acerca dos métodos construtivos e ferramentas de planejamento utilizadas pelos engenheiros. Esse sistema de planejamento, realizado por meio de uma planilha eletrônica, é simples e está em uma plataforma que visa possibilitar a integração do planejamento de insumos com o planejamento de serviços a serem executados que, como verificado na pesquisa, é um procedimento padrão de planejamento presente em todas as empresas.

Ainda assim, é preciso salientar que essa proposta desenvolvida nesse trabalho é um protótipo inicial, que foi desenvolvida apenas para dois serviços escolhidos pelo autor, como uma forma de verificação da aplicabilidade do algoritmo do MRP nas empresas de pequeno porte e necessita de um maior desenvolvimento.

A proposta atendeu ao objetivo geral dessa monografia e se mostra como uma ferramenta gerencial capaz de auxiliar o gestor no planejamento de insumos, definindo a quantidade e o momento exato de realizar a compra dos materiais, com base nos serviços a serem executados a curto prazo otimizando, assim, o fluxo de caixa e o estoque presente no canteiro de obra, princípios decorrentes do sistema *lean construction*.

Por outro lado, o sistema possui algumas premissas e é necessário que o gestor preencha as informações solicitadas de forma correta, pois a partir delas, o sistema gera a lista de pedidos com a quantidade e a data correta para aquisição dos insumos, que é o objetivo do planejamento.

Além disso, a planilha eletrônica desenvolvida pelo autor não determina automaticamente as datas da finalização de cada subproduto e da liberação da ordem de pedido de cada uma das etapas, nem é capaz de adequar essas datas ao regime de trabalho adotado na obra. Esses procedimentos foram realizados manualmente e necessitam ser automatizadas em uma etapa posterior do processo.

### **5.1 Contribuições do Trabalho**

As contribuições fornecidas por esse trabalho são:

- a) Levantamento de dados a respeito das práticas de planejamento de insumos nas empresas de pequeno porte;
- b) A exposição e análise das dificuldades barreiras e para a implementação de planejamento de insumos para empresas desse porte;
- c) A sugestão de ações para viabilizar a implementação desse planejamento;
- d) O desenvolvimento de um modelo inicial de Sistema de Planejamento de insumos utilizando o algoritmo MRP.

### **5.2 Sugestões de Trabalhos Futuros**

- a) Aumentar a quantidade serviços inseridos dentro do sistema,
- b) Desenvolver a estrutura analítica e a lista de materiais dos novos serviços;
- c) Automatizar completamente o sistema;

- d) Integrar o sistema com o planejamento físico-financeiro
- e) Integrar o sistema com o orçamento da obra;
- f) Desenvolver uma plataforma mais robusta e realizar a testagem do seu emprego.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOKI SISTEMAS (São José dos Campos). **O que é MRP?** 2018. Disponível em: <https://www.aokisistemas.com.br/o-que-e-mrp/>. Acesso em: 22 jan. 2021.

BARROS NETO, J. de P. **Proposta de modelo de formulação de produção para pequenas empresas de construção habitacional**. 1999. Tese Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRS, 1999.

BARROS NETO, J. de P.; ALVES, T. C. L; ABREU, L. V. M. Aspectos estratégicos da Lean Construction. V Sibragec. Anais... Campinas-SP, 2007.

BERTAGLIA, P. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo, 2003

BOGDAN, R. S.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 12.ed. Porto: Porto, 2003.

CAMPOS, Vicente. F. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 2º ed. Rio de Janeiro: Block Ed., 1992. 220 p

CARMELITO, Ricardo. **Conceitos Básicos do MRP (Material Requirement Planning)**. 2008. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/conceitos-basicos-do-mrp-material-requirement-planning>. Acesso em: 22 mar. 2021.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico**. 2. ed.São Paulo: Atlas, 2001.

FILHO, E. V. G.; MARÇOLA, J. A. **Uma proposta de Modelagem da Lista de Materiais**. São Paulo, v. 3, n. 2, p. 156-172, ago. 1996.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: Princípios Básicos e exemplos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2000.

GAITHER, N & FRAZIER, G., **Administração da Produção e Operações**. 8ª ed. Pioneira, SãoPaulo, 2005.

GIL, Antonio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 Ed. São Paulo: Atlas, 2002

ISSATO, E. L. et al. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

KOPPER, Rafael. **Construção enxuta: a prática do princípio da transparência nos processos construtivos em empresas da grande Porto Alegre/RS**. Porto Alegre: UFRGS, 2012.

- KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. CIFE Technical Report, Stanford University, n.72, setembro 1992.
- LIMMER, Carls V. Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC,1996.
- MARTELLI, L. L.; DANDARO, F. Planejamento e controle de estoques nas organizações. **Revista gestão industrial**, v. 11, n. 2, p. 170-185, 2015.
- MARTINS, Petrônio G; CAMPOS ALT, Paulo Renato. Administração de materiais e recursos patrimoniais. São Paulo: Saraiva, 2000. pp. 201-214. M O REIRA, Daniel Augusto. Administração da produção e operações. São Paulo: Pioneira, 1998. pp. 507-519.
- MATOS, Anne Caroline Galdino. **Construção enxuta: um estudo sobre as ferramentas da produção enxuta aplicáveis a construção civil**. 2013. 53 f. TCC (graduação em Administração) - Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Fortaleza-CE, 2013.
- MIANA, Elias Horn. **Aplicação do sistema MRP à construção civil: estudo de caso empreendimento bossa nova**. 2007. 45 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administração da Produção: (operações industriais e de serviços). Curitiba: Unicenp, 2007. 750 p.
- POZZOBON, Cristina Eliza; HEINECK, Luiz Fernando. M.; FREITAS, Maria do Carmo D. Luiz Maurício F. **Atualizando o levantamento de inovações tecnológicas simples em obras**. In: conferência latino-americana de construção sustentável, 1, 2004, São Paulo. Anais... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- REZENDE, Juliana Pinheiro. **Gestão de estoque: um estudo de caso em uma empresa de materiais para construção - Rezende**. 2008. 38 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração de Materiais, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Brasília, 2008.
- SOUZA, C. V. de; **Análise dos requisitos e planos de produção gerados por um sistema de Planejamento Fino de Produção**. 143p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS, Porto Alegre, 2000.

SZAJUBOK, Nadia Kelner; MOTA, Caroline Maria de Miranda; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. **Uso do método multicritério ELECTRE TRI para classificação de estoques na construção civil.** Pesqui. Oper., Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 625-648, dez. 2006.

Technical Report N° 72, CIFE, Stanford University, 1992. GIANESE, Irinei G.N.; CORRÊA, Henrique L. **Just in Time, MPR II e OPT: um enfoque estratégico.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 1993.

TUBINO, D. F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Atlas, 1997

TURRONI, J. B.; MELLO, C. H. P.; **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas.** 191p. Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Itajubá, 2012.

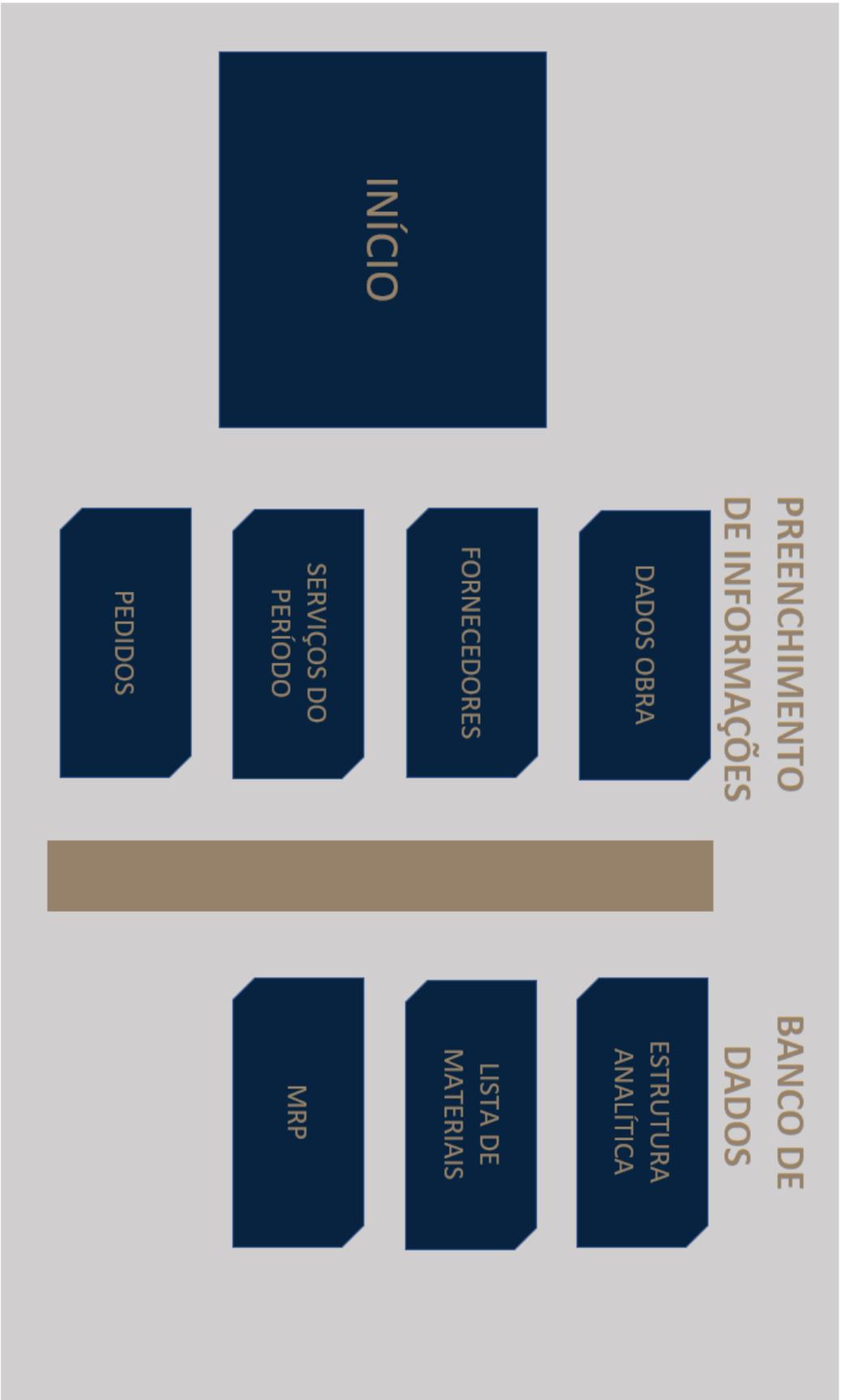
VOLLMANN T. E, et. Al. **sistema de planejamento e controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos** – 5° ed. 2005- ed. Bookman

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas. Elimine o desperdício e crie riqueza.** 3 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

**APÊNDICE A – ROTEIRO BASE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA APLICADA  
AOS ENGENHEIROS.**

1. Como a empresa realiza planejamento de curto, médio e longo prazo da obra?
2. Quais ferramentas de planejamento a empresa utiliza? Por quê?
3. Como a empresa realiza o planejamento de insumos da obra? Como esse planejamento se relaciona com o planejamento geral da obra?
4. Há preocupação em diminuir o estoque na obra de forma a otimizar o fluxo de caixa e o espaço físico disponível? Como?
5. A empresa mantém sobra de material na obra para garantir que o serviço não será interrompido por falta de material ou por variação de produtividade / retrabalhos? Por quê?
6. A empresa está familiarizada com o conceito de Estoque de Segurança? Como a empresa define esse tipo de estoque?
7. Quais dificuldades práticas você destacaria como motivo para a falta do planejamento de insumos ou para o planejamento não ser executado de forma eficiente? Como isso afeta os fluxos de serviços da obra?
8. Quais sugestões você daria, pela sua experiência, de soluções para que o planejamento de insumos fosse feito e posteriormente seguido de forma eficiente?
9. Como são executados os serviços de alvenaria e contrapiso? Por que é adotada essa prática construtiva? Esses serviços, na obra, são realizados de forma sequenciada?
10. Quais são os insumos utilizados na execução de alvenaria e contrapiso?
11. Como é realizado a compra de Cimento, Areia e blocos cerâmicos na empresa? Por que é feito dessa forma?
12. Mantém-se o mesmo o fornecedor desses insumos em todas as obras? Por quê?
13. A empresa acompanha o processo de entrega dos insumos, desde o momento que é feita a compra? Qual o tempo de entrega de cada um?

**APÊNDICE B – MODELO DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO DE INSUMOS  
UTILIZANDO O MRP.**



## INSTRUÇÕES

A SEGUIR CADASTRE OS DADOS DA OBRA, PREENCHA OS CAMPOS EM BRANCO E CLASSIFIQUE A AO TIPO DE OBRA; AO REGIME DE TRABALHO E AO HORÁRIO DE TRABALHO.

## DADOS OBRA

CLIENTE:

Cliente 01

ENDEREÇO:

R. xxxxxxxxxx, 1210 - Meireles, Fortaleza - CE, 60125-048

TIPO DE OBRA:

Construção

REGIME DE TRABALHO

Semanal

HORÁRIO

Diurno

### INSTRUÇÕES

A SEGUIR CADASTRE OS FORNECEDORES DE INSUMO DA OBRA. PREENCHA OS CAMPOS DISPONÍVEIS DA SEQUINTE FORMA:

1) O TELEFONE DEVE SER DIGITADO COM O DDD COM APENAS DOIS NÚMEROS E SEM ESPAÇOS OU PONTUAÇÃO:

EX: 85999885698

2) O PRAZO DE ENTREGAS DEVE SER CALCULADO EM DIAS E DEVE SER DIGITADO APENAS O NÚMERO ENCONTRADO:  
EX: 15

3) A POLÍTICA DE LOTE DEVER SER PREENCHIDA DA SEQUINTE FORMA:

CASO O FORNECEDOR NÃO APRESENTE PEDIDO MÍNIMO: LOTE LIVRE - CÓDIGO (LL);

CASO O FORNECEDOR APRESENTE PEDIDO MÚLTIPLOS DE DETERMINADO VALOR DEVE-SE INDICAR QUAL VALOR BASE:

EXEMPLO: LOTE MÍNIMO DE 25 - MÚLTIPLO DE 25 - CÓDIGO (M25) E ASSIM SUCESSIVAMENTE: (M50); (M100);(M150)....

4) A CLASSIFICAÇÃO DO FORNECEDOR SE DÁ DA SEQUINTE FORMA:

TIPO A - FORNECEDORES CONFIÁVEIS QUE CONSEGUEM MANTER O FLUXO DE ENTREGA DENTRO DO PRAZO ESTIPULADO

TIPO B - FORNECEDORES DE BOA QUALIDADE QUE ESPORADICAMENTE ENFRENTAM PROBLEMAS E ATRASAM ENTREGA

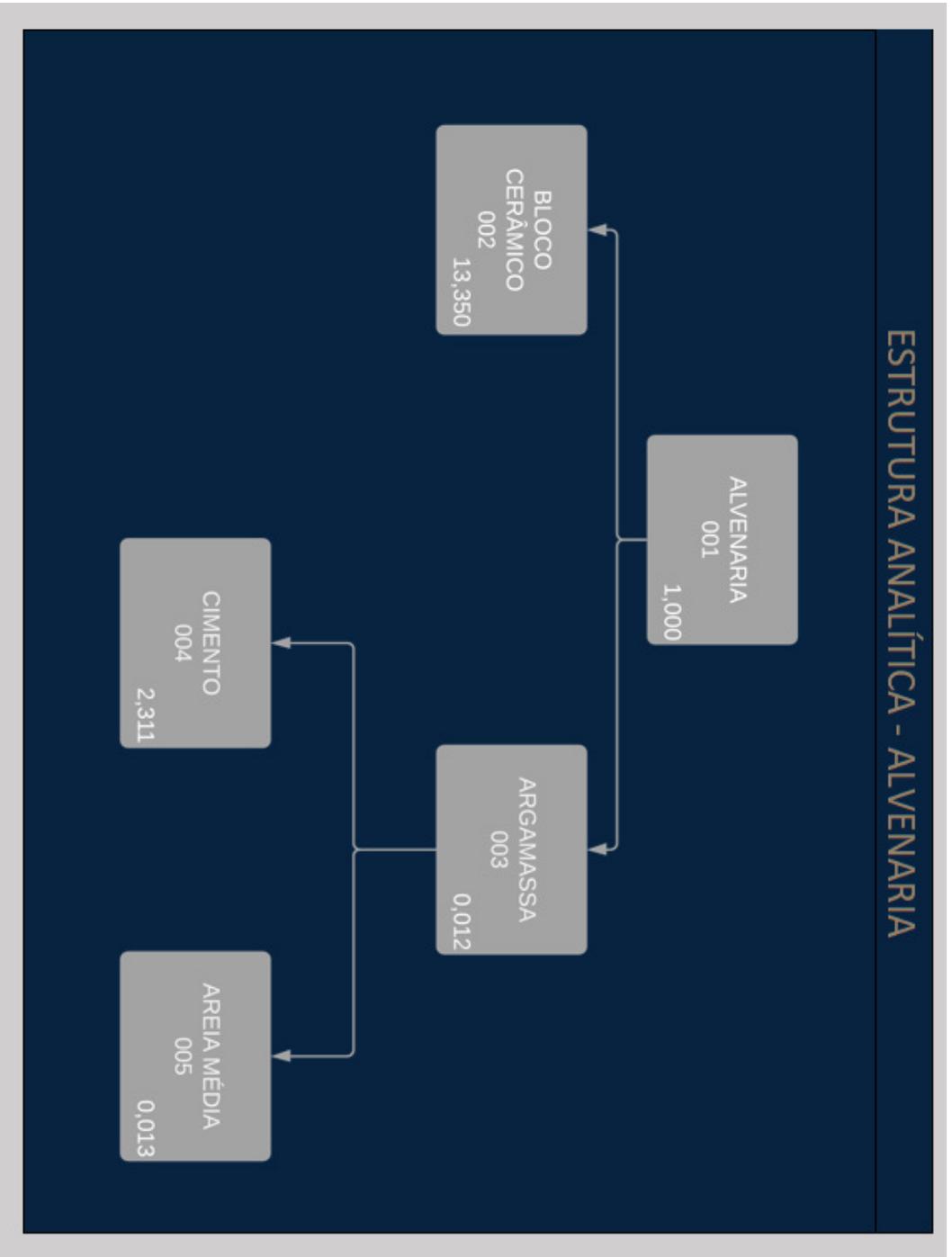
TIPO C - FORNECEDORES QUE FREQUENTEMENTE ATRASAM ENTREGA

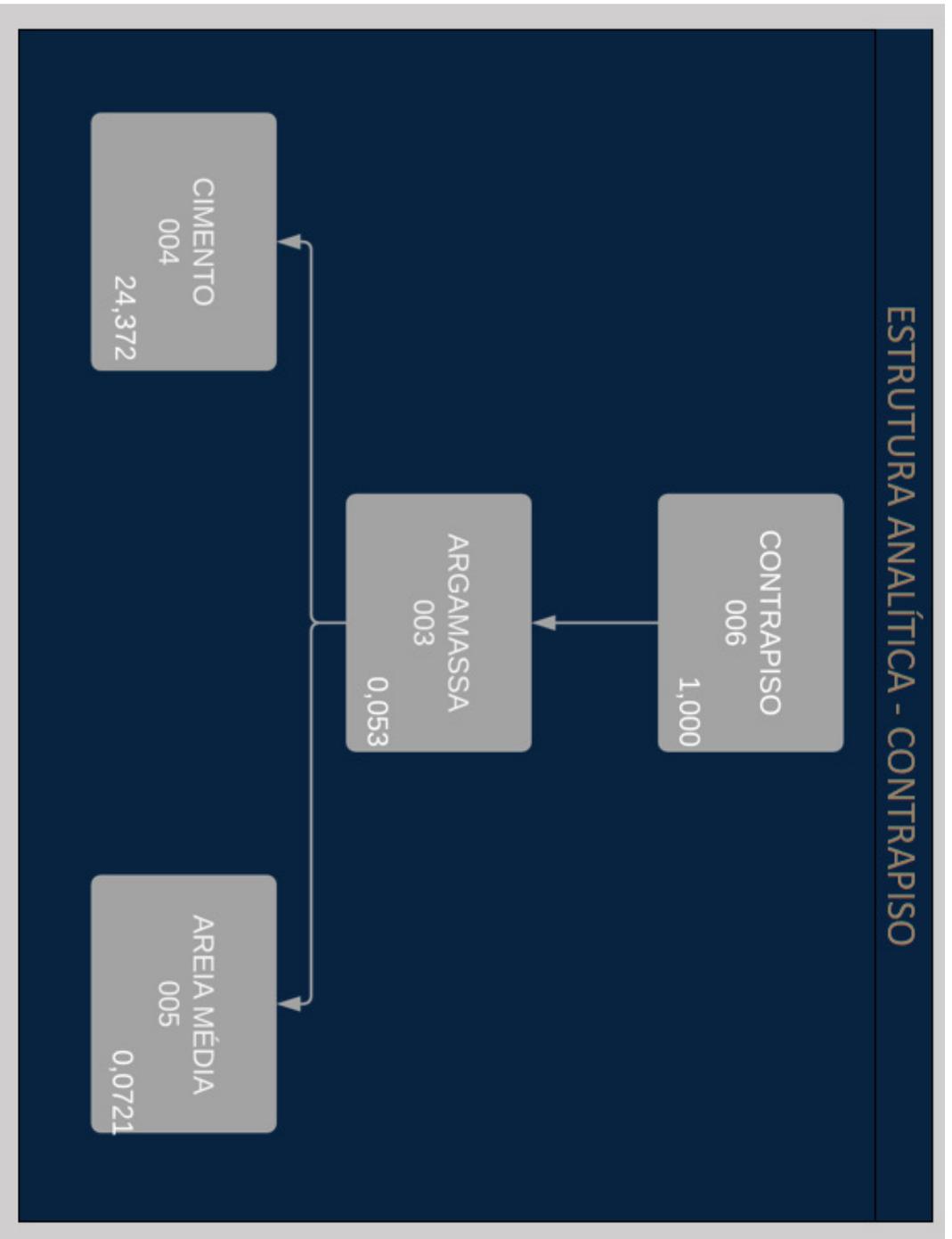
### CADASTRO DE FORNECEDORES

CÓDIGO	NOME	TELEFONE	INSUMOS QUE FORNECE	PRAZO DE ENTREGA	UNIDADE	POLÍTICA DE LOTE	CLASSIFICAÇÃO
01	FORNECEDOR 01	(85) 98861-4984	CIMENTO	3 dias	KG	M2500	TIPO A
02	FORNECEDOR 02	(85) 98948-1464	AREIA MÉDIA	2 dias	M3	M6	TIPO A
03	FORNECEDOR 02	(85) 98948-1464	ARISCO	2 dias	M3	M6	TIPO A
04	FORNECEDOR 02	(85) 98948-1464	BRITA	2 dias	M3	M6	TIPO A
05	FORNECEDOR 03	(85) 99955-6888	BLOCO CERÂMICO	7 dias	UNIDADE	M500	TIPO B
06							



LISTA DE COMPRAS A FAZER - CLIENTE 01						
Nº	REFERENCIA	UNIDADE	QUANTIDADE	DATA PEDIDO	DATA ENTREGA	FORNECEDOR
1	BLOCO CERÂMICO	UNIDADE	1000,00	sexta-feira, 19 de março de 2021	sexta-feira, 26 de março de 2021	FORNECEDOR 03
2	CIMENTO	SACOS	60,00	terça-feira, 23 de março de 2021	sexta-feira, 26 de março de 2021	FORNECEDOR 01
3	AREIA MÉDIA	M3	6,00	quarta-feira, 24 de março de 2021	sexta-feira, 26 de março de 2021	FORNECEDOR 02
4	ALVENARIA	M2	85,00	domingo, 28 de março de 2021	quarta-feira, 31 de março de 2021	FABRICAÇÃO PRÓPRIA
5	ARGAMASSA	M3	1,00	domingo, 28 de março de 2021	quarta-feira, 31 de março de 2021	FABRICAÇÃO PRÓPRIA
6	AREIA MÉDIA	M3	6,00	segunda-feira, 29 de março de 2021	quarta-feira, 31 de março de 2021	FORNECEDOR 02
7	CONTRAPISO	M2	22,00	quarta-feira, 31 de março de 2021	sexta-feira, 2 de abril de 2021	FABRICAÇÃO PRÓPRIA
8	ARGAMASSA	M3	1,00	quarta-feira, 31 de março de 2021	sexta-feira, 2 de abril de 2021	FABRICAÇÃO PRÓPRIA





LISTA DE MATERIAIS - ALVENARIA											
										FORNECIMENTO	
NÍVEL	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PRAZO ENTREGA	ESTOQUE DE SEGURANÇA	POLÍTICA DE LOTE	FABRICADO	COMPRADO	ESTOQUE	
0	001	ALVENARIA	M2	1,000	3 dias	0	LL		X	0	
1	002	BLOCO CERÂMICO	UNIDADE	13,350	7 dias	250	M500		X	400	
1	003	ARGAMASSA	M3	0,012	3 dias	0	LL	X		0	
2	004	CIMENTO	KG	2,311	3 dias	1500	M2500		X	1650	
2	005	AREIA MÉDIA	M3	0,013	2 dias	3	M6		X	4	
LISTA DE MATERIAIS - CONTRAPISO											
										FORNECIMENTO	
NÍVEL	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PRAZO ENTREGA	ESTOQUE DE SEGURANÇA	POLÍTICA DE LOTE	FABRICADO	COMPRADO	ESTOQUE	
0	006	CONTRAPISO	M2	1,000	2 dias	0	LL		X	0	
1	003	ARGAMASSA	M3	0,053	2 dias	0	LL	X			
2	004	CIMENTO	KG	24,372	3 dias	1500	M2500		X	0	
2	005	AREIA MÉDIA	M3	0,072	2 dias	3	M6		X	0	



