

# OTIMIZAÇÃO DA LOGÍSTICA INTERNA DE UMA USINA SIDERÚRGICA<sup>1</sup>

Ana Paula Lopes<sup>2</sup>  
Flávio Antonio Penna Soares<sup>3</sup>  
Gustavo Botter Maio Rocha<sup>4</sup>  
Júlia Trindade Lorenzatto<sup>4</sup>  
Sandro da Silva Guedes<sup>5</sup>

## Resumo

O projeto visa aumentar a produtividade dos recursos de movimentação de estoque e reduzir as perdas de utilização dos equipamentos de produção decorrentes da falta de abastecimento de produtos intermediários. Com base na implantação de um conjunto de práticas relacionadas ao modelo de gestão da “Produção Enxuta” (*Lean Production*), o trabalho busca elevar o processo atual da logística interna a um estágio de excelência operacional. O trabalho consiste basicamente em três partes: a) Análise do *layout* de armazenamento de produtos intermediários, utilizando a metodologia *FAC PLAN*; b) Revisão das rotas e definição de frequências de abastecimentos; c) Dimensionamento dos recursos de movimentação. A partir da realização das atividades descritas, espera-se atingir os seguintes resultados: Aumentar em 35% a utilização dos recursos; Reduzir em 50% as perdas de utilização dos equipamentos da Usina decorrentes da falta de abastecimento; Reduzir a distância total percorrida pelos produtos na usina; Aumentar o aproveitamento do espaço nas áreas de armazenagem. O trabalho viabiliza a aplicação de novos conceitos de gestão industrial, proporcionando a empresa melhores níveis de competitividade frente aos desafios atuais.

**Palavras-chaves:** Logística interna; Movimentação de materiais; *Layout* industrial.

## INTERNAL LOGISTICS OPTIMIZATION OF A STEELMAKING MILL

### Abstract

The project aims at increasing the productivity of the resources employed to move materials throughout the mill and, as a consequence, reducing the lost time of the production equipment that are supplied by those resources. Based on an array of practices of the Lean Production Model, the goal of this work is to upgrade the current process of the internal logistics to a level of operational excellence. The work is separated into three sections: Analysis of the current arrangement of the intermediary products storage area, based on the *FAC PLAN* methodology; Revision of the routes and definition of the frequency of the intermediary products flow; Measurement of the resources in charge of making the materials flow through the mill. According to these actions, the following outcomes are expected: Increase of 35% in the utilization of the resources responsible for the movement of intermediary products; Decrease of 50% in the lost time of utilization of the equipment fed by the area responsible for the movement of intermediary products; Reduce the total distance traveled by the products in the mill; Increase the utilization of the space in the storage areas. The project makes the use of new concepts of factory management possible, thus providing higher levels of competitiveness.

**Key-words:** Internal logistics; Materials flow; Factory arrangement.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao XXVI Seminário de Logística, 19 e 20 de junho de 2007, Vitória - ES*

<sup>2</sup> *Graduada em Engenharia de Produção - UFRGS*

<sup>3</sup> *Engenheiro Mecânico – UFRGS, Gerente de Logística – Gerdau Aços Especiais Piratini*

<sup>4</sup> *Graduando em Engenharia de Produção - UFRGS*

<sup>5</sup> *Engenheiro Metalúrgico – UFRGS, Coordenador de Projetos, Engenharia – Gerdau Aços Especiais Piratini*

## 1 INTRODUÇÃO

No setor da siderurgia, onde pode ser observado o movimento de fusões e aquisições, formando grandes grupos que dominam o mercado, a manutenção de custos baixos é essencial para possibilitar o crescimento das empresas. Caso contrário, elas serão absorvidas por organizações mais competitivas.

Para atingir os objetivos de manutenção de custos baixos, de alta qualidade nos produtos/serviços e de *lead-time* mais curto possível, as empresas estão adotando os conceitos e técnicas do Sistema Toyota de Produção (STP) (VILLANOVA et al. 2005 (1); GUIMARÃES et al. 2005 (2); NETO et al. 2006 (3)). Esse sistema de produção tem como essência a perseguição e eliminação de toda e qualquer atividade que não agrega valor do ponto de vista do cliente (GHINATO, 2000)(4).

Inserido neste contexto está o presente trabalho, que tem como objetivo elevar o padrão de operação da logística interna da empresa a um estágio de excelência operacional que proporcione aumento da utilização de recursos e redução das paradas dos equipamentos de produção por falta de abastecimento de materiais. A metodologia usada para este trabalho foi a implantação de conceitos da manufatura enxuta - mais especificamente as etapas de reformulação de *layout* e implementação de rotinas e rotas de abastecimento de materiais.

### **Projeto de *layout* industrial:**

Para executar o projeto de *layout* de logística interna da empresa, optou-se pelo método de planejamento sistemático *FAC PLAN*, proposto por Lee (1998) (5). Além de atender aos seis princípios básicos do *layout* (princípio da integração geral, da mínima distância de movimentação, do fluxo, do espaço cúbico, da satisfação e segurança e da flexibilidade), as vantagens desse método advêm da sua estrutura bem definida e da sua abrangência ao analisar tanto aspectos quantitativos, quanto qualitativos.

O modelo de planejamento do *layout* proposto pelo método *FAC PLAN* é composto por 21 etapas, organizadas em três blocos: informação, estratégia e *layout* (Figura 1). No primeiro bloco realiza-se a coleta e análise das informações, quantitativas e qualitativas, necessárias para desenvolver o planejamento do espaço. Essa fase tem também como objetivo repensar a estratégia de toda organização. Já no segundo bloco, desenvolve-se a estratégia de operações, ou seja, define-se o tipo de *layout* que otimiza a utilização dos recursos através da eliminação das perdas do processo produtivo. No terceiro bloco, realiza-se a construção do projeto do *layout* propriamente dito.

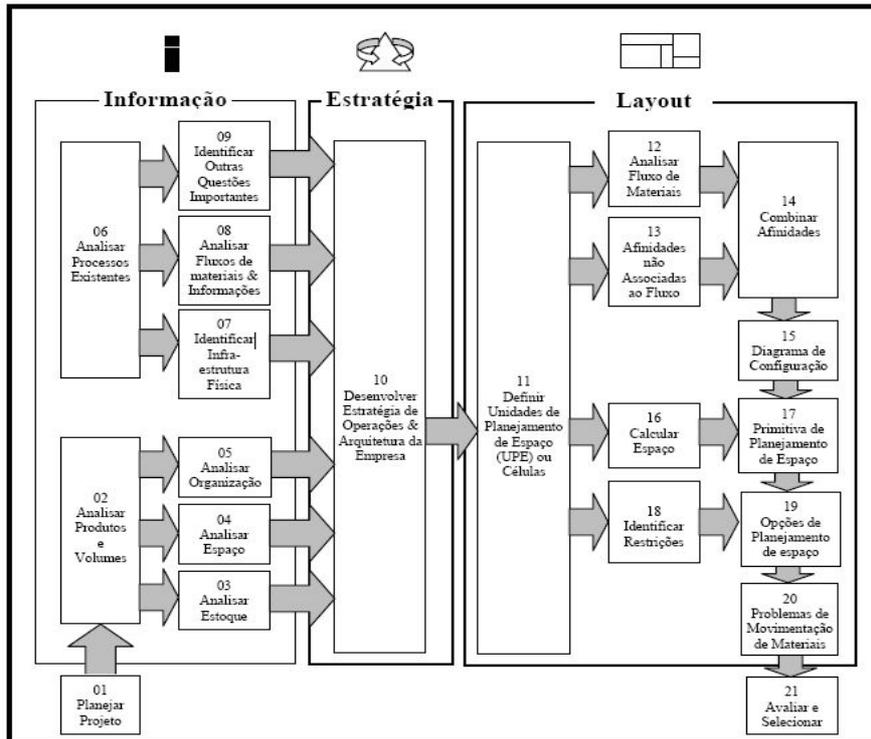


Figura 1 - Modelo de planejamento do macro espaço. (Fonte: Lee (1998) (5))

## Método

A Gerdau Aços Especiais Piratini, empresa siderúrgica localizada no interior do Rio Grande do Sul, destina grande parte de sua produção ao ramo automotivo. A empresa por filosofia da melhoria contínua vem buscando adotar estratégias que possam viabilizar a melhoria das operações e torná-la cada dia mais competitiva. Dentro deste contexto, o STP surge como uma abordagem adequada para atingir tais objetivos. A metodologia empregada segue conforme abaixo:

### 2.1 Layout:

O método *FAC PLAN* foi utilizado, no projeto de *layout* dos três pátios de armazenamento da empresa em estudo: (i) tarugos, (ii) barras e (iii) fio-máquina, produtos intermediários. No entanto, para ilustrar as etapas do método, é apresentada somente a análise feita no pátio de armazenamento de tarugos.

#### 2.1.1 Planejamento do projeto e análise de produtos e volumes:

O método *FAC PLAN* inicia com o planejamento do projeto de *layout*, o qual resulta em uma lista de atividades, um gráfico de Gantt e um resumo incluindo os objetivos do projeto. A segunda etapa consiste na análise dos produtos e volumes, que permite a compreensão das relações existentes entre os produtos fabricados pela empresa. Nessa etapa, os produtos foram agrupados em famílias, as quais consideraram as suas características de fabricação. Em decorrência dessa análise, obteve-se a definição de vinte e seis famílias de tarugos, sobre as quais foram levantados históricos e projeções de vendas, que serviram de base para a definição das necessidades da empresa, em termos de equipamentos, mão-de-obra e espaço.

A figura a seguir mostra um exemplo:



Figura 2 - Definição de famílias.

### 2.1.2 Análise de estoques e do *layout* atual:

O comportamento histórico e as projeções de estoque auxiliaram a dimensionar as áreas de armazenamento do novo *layout*.

Como a orientação do sistema produtivo da empresa é *make-to-order*, o estoque acompanha proporcionalmente os volumes produzidos. Em decorrência disso, as áreas de armazenamento precisam ser flexíveis para suportar o dinamismo do mix de produção.

### 2.1.3 Análise dos processos existentes:

A análise dos processos existentes consiste no mapeamento das atividades às quais o produto é submetido. Esse mapeamento foi feito através da construção de fluxogramas de processo, onde foram descritos os eventos – operação, transporte, inspeção, atraso, armazenagem e manuseio – que são realizados por cada família de produtos. Devido ao nível de detalhamento requerido nessa etapa, foi possível o pleno entendimento do processo e a identificação de diversas perdas. A figura a seguir apresenta exemplos de fluxogramas de processo:

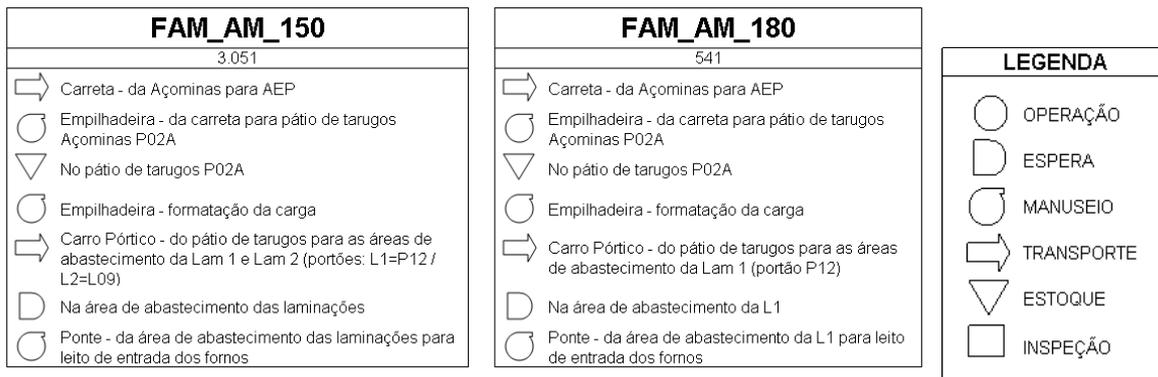


Figura 3 – Fluxograma dos processos.

#### 2.1.4 Identificação da infra-estrutura física:

Na identificação da infra-estrutura física, foram relacionados os sistemas de apoio requeridos para o funcionamento da logística interna. Esse levantamento foi importante para definir a localização e o dimensionamento das áreas de suporte, como, por exemplo, manutenção, estacionamento e escritório.

#### 2.1.5 Análise do fluxo de materiais e informações:

Nesta atividade, as informações resultantes da análise dos processos são sobrepostas ao *layout* da usina, gerando um diagrama que representa os fluxos de materiais (Figura 4). Os pontos representam os equipamentos de origem e de destino de cada uma das famílias. Foi observado que havia muitos cruzamentos no fluxo de materiais e as distâncias percorridas eram longas. Dessa forma, a análise apontou oportunidades de melhoria na movimentação dos materiais, que foram contempladas na segunda parte do projeto. Ao fim desta etapa, o bloco de informação do método *FAC PLAN* foi finalizado.

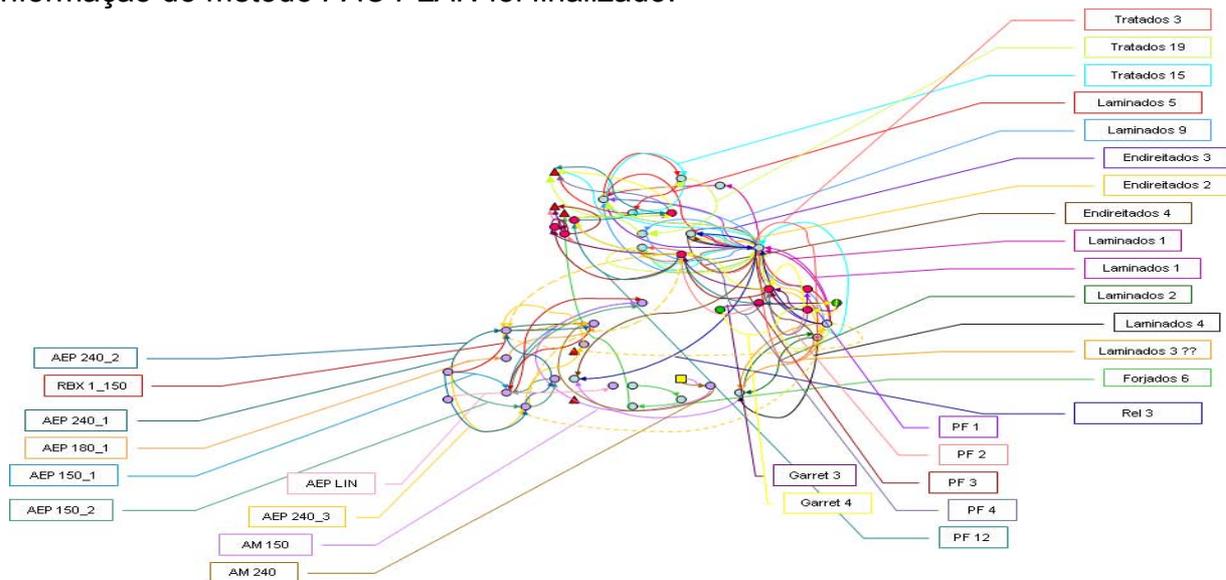


Figura 4 – Diagrama espaguete

### 2.1.6 Desenvolvimento da estratégia das operações:

A estratégia de operações foi definida com base nas informações obtidas nas etapas anteriores. Analisaram-se alguns tipos de arranjos físicos e optou-se por uma estratégia de *layout* híbrido, que mescla algumas áreas de armazenagem com foco no produto e outras com foco no processo.

### 2.1.7 Definição das unidades de planejamento de espaço (UPE's):

As UPE's são unidades gerenciáveis de operação e sua definição deve considerar a necessidade de equipamentos, pessoas e espaço, de forma que todas as atividades que compõem o processo possam ser executadas (LUZZI, 2004) (6). Em síntese, cada UPE é uma área de destino onde famílias de produtos similares são armazenadas. A Figura 5 ilustra algumas das etapas do bloco de *layout*, as quais resultam na construção do projeto das áreas de armazenagem. A Figura 6 apresenta três exemplos UPE's geradas e suas respectivas subdivisões.

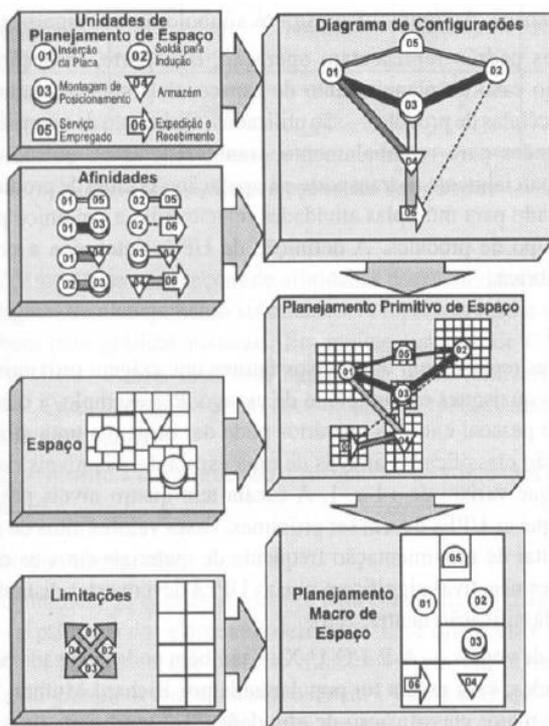


Figura 5 – Elementos do planejamento de espaço  
Fonte: Lee (1998) (7)

ID	UPE	Divisões de área na UPE	
1	Tarugos 150mm	Construção Carbono	Mecânica
		Construção Ligado	Mecânica
		Construção Resulfurado	Mecânica
		Alta Liga (Inox e Ferramenta)	
2	Tarugos 180mm	Construção Carbono	Mecânica
		Construção Ligado	Mecânica
		Construção Resulfurado	Mecânica
3	Tarugos 240mm	Construção Carbono	Mecânica
		Construção Ligado	Mecânica
		Construção Resulfurado	Mecânica
		Alta Liga (Inox e Ferramenta)	

Figura 6 – Descrição das UPE's

### 2.1.8 Análise do fluxo de materiais e das afinidades:

Nesta análise, calcula-se o fluxo de materiais entre cada par de UPE's. O cálculo foi feito através do mapeamento dos tipos de materiais, dos meios de transporte utilizados, e da intensidade do fluxo existente, determinando assim a afinidade entre duas UPE's. Além do fator quantitativo do fluxo de materiais, a análise das afinidades considerou também fatores qualitativos das afinidades não associadas ao fluxo, como comunicação, movimentação de pessoal, aspectos de saúde e segurança, obtendo-se como resultado afinidades totais.

### 2.1.9 Construção do diagrama de configuração:

O diagrama de configuração foi construído a partir da combinação das UPE's com as afinidades totais. Nessa atividade, foram consideradas todas as áreas produtivas que expedem ou recebem materiais do pátio de tarugos, além das UPE's de armazenamento e das divisões de área dessas UPE's, apresentadas na etapa 2.1.7.

A Figura 7 ilustra o diagrama de configuração da área em estudo. Na primeira configuração foram alocadas as UPE's com maiores afinidades. A segunda configuração, alocou as UPE's restantes. Esse diagrama foi otimizado, iterativamente, com o objetivo de reduzir as distâncias entre as UPE's com alta afinidade e o número de cruzamentos entre as linhas de afinidades. Respeitando essas regras, obteve-se, depois de cinco iterações, a terceira configuração, ainda não ideal. Por último, após sete iterações, obteve-se a quarta configuração, onde foi alterada a disposição de algumas UPE's.

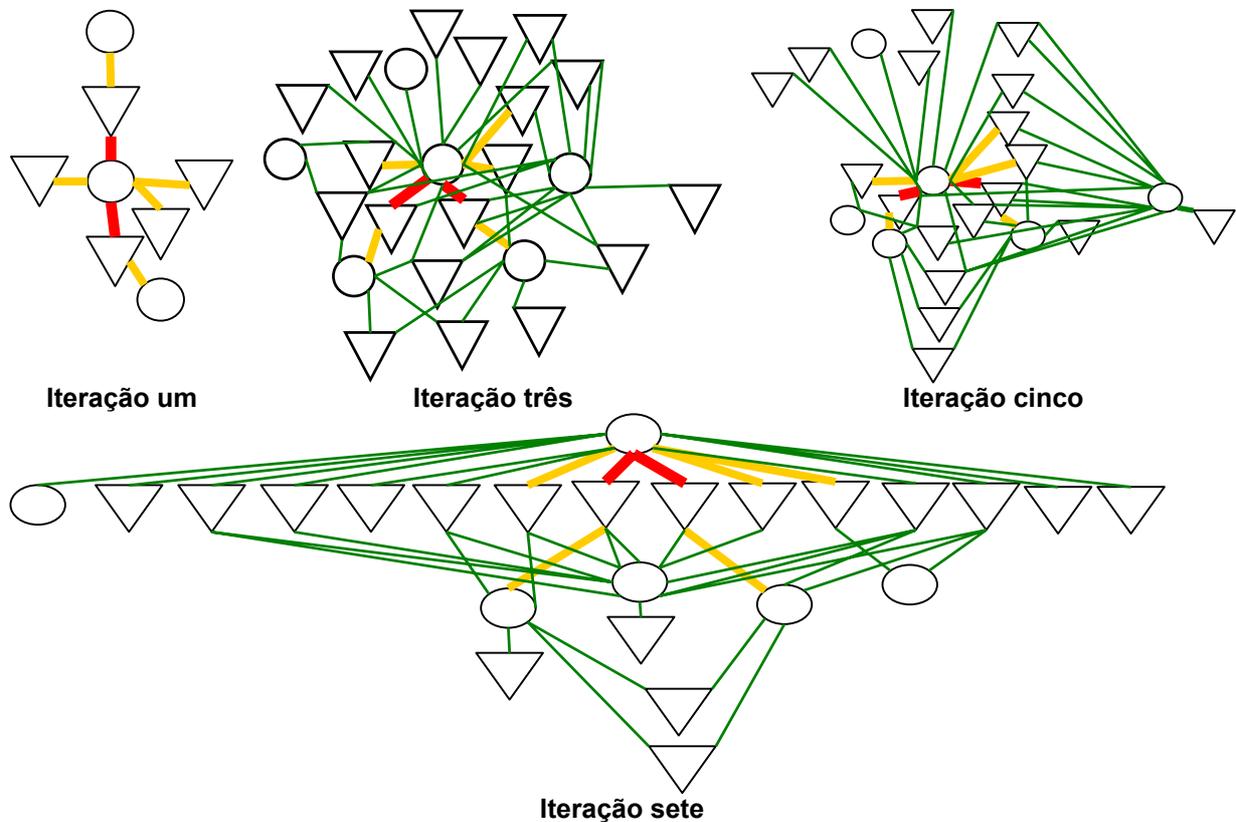


Figura 7 – Diagramas de configuração

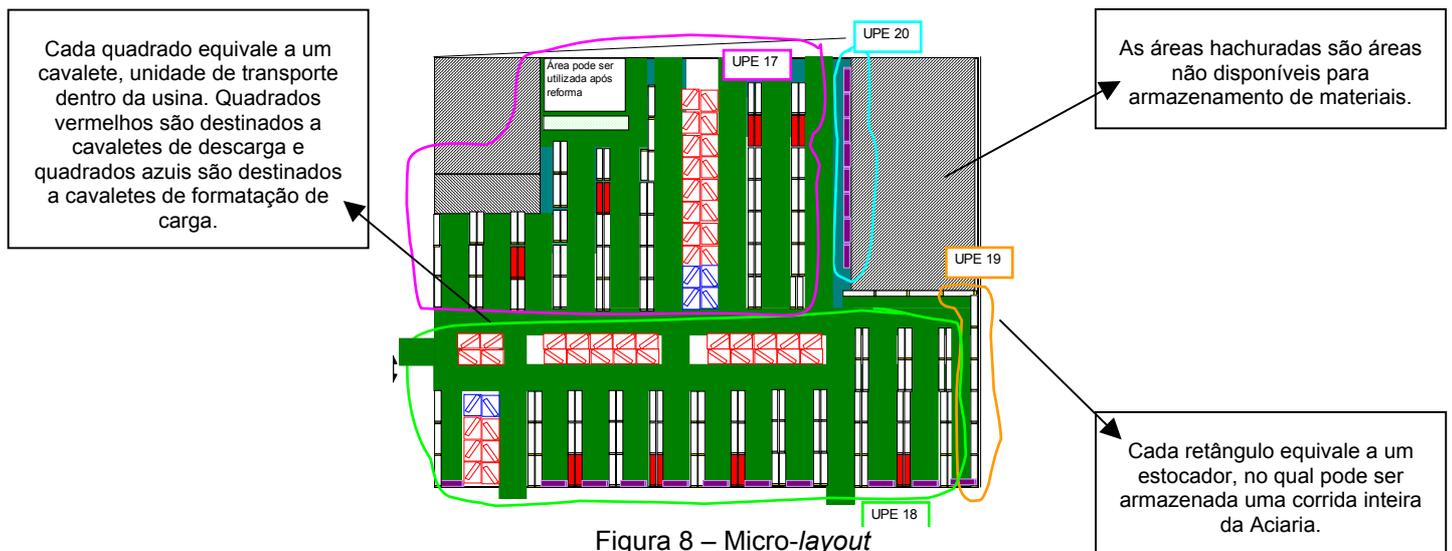
### 2.1.10 Cálculo do espaço:

Para calcular o espaço necessário para o armazenamento e movimentação dos materiais foram feitas análises sobre os históricos de estoque e previsões de demandas futuras. Os históricos serviram como base para o dimensionamento do espaço de cada UPE, partindo-se da definição de que o nível de estoque médio representa 70% do espaço necessário. Como consequência, foi avaliada que a área total projetada comportará os picos de estoque decorrentes de algum evento no processo produtivo. Além disso, as áreas dimensionadas terão flexibilidade, através de corredores móveis entre cada UPE, para adequarem-se a possíveis mudanças do mix de estoque.

A análise dos dados mostrou com exatidão a área necessária no pátio de tarugos para comportar o estoque máximo dentro das áreas determinadas para cada UPE, confirmando que a área disponível é suficiente para as condições normais. Conseqüentemente, deve-se analisar a organização do micro-espço a fim de buscar alternativas de armazenamento que o aperfeiçoe.

### 2.1.11 Micro-Layout:

Conforme o método *FAC PLAN*, após definir o arranjo do espaço em um nível macro, define-se como as UPE's serão dispostas no nível micro. Nessa etapa é necessário arranjar os materiais de forma que a utilização da área seja otimizada. A figura 8 ilustra como foi definido o micro-layout de uma das áreas do projeto:



### 2.2 Rotinas:

Para auxiliar a construção das rotinas de abastecimento, foi criado um passo-a-passo como o mostrado na figura 9:

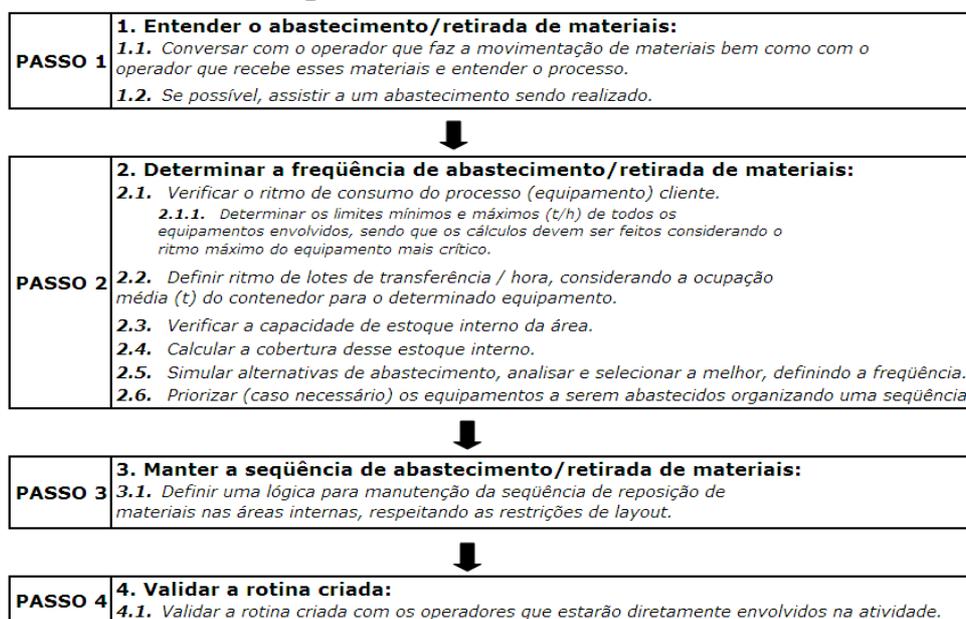


Figura 9 – Passo-a-passo

O passo 1 é uma etapa crítica do processo. Compreender o processo de abastecimento e retirada do ponto de vista das pessoas que realmente estão envolvidas traz informações essenciais. É possível perceber o que são restrições do processo e o que são apenas paradigmas que podem ser quebrados. Além de envolver os operadores no processo de construção das rotinas, se ganha a sua adesão e por isso a probabilidade de sucesso da nova rotina aumenta significativamente.

O segundo passo é a determinação de frequência de abastecimento/retirada. Primeiramente, é necessário verificar os pontos críticos de ritmo de consumo do equipamento cliente. Em segundo lugar, deve-se definir a ocupação média dos lotes de transferência e seu ritmo de consumo. Feito isso, é necessário verificar a capacidade de estoque interno na área cliente e definir a cobertura do mesmo. Neste momento, é adequado questionar o *layout* em vigor e checar se novas formas de armazenar os materiais são possíveis. Ao otimizar o *layout* interno de estocagem, surgem novas possibilidades de frequência de abastecimento/retirada de materiais. Para finalizar, simulam-se diversas alternativas de frequência de abastecimento/retirada de materiais, define-se a mais adequada, e, se houver mais de um equipamento na área cliente, faz-se uma priorização dos equipamentos a serem atendidos, organizando uma seqüência padronizada.

O passo 3 abrange a definição de uma seqüência lógica, seja ela *fifo* (*first in, first out*), *lifo* (*last in, first out*), ou alguma outra, que mantenha a ordem dos materiais padronizada e que seja de fácil gestão visual. Isto é importante para viabilizar uma futura redução nos níveis de estoque interno, caso isso seja possível.

O quarto e último passo é crítico assim como o passo 1. Feito toda a análise e criada uma rotina, é necessária validá-la com os operadores que irão de fato realizá-la. Com isso é possível fazer correções, evitar retrabalhos e mais uma vez buscar o apoio dos colaboradores, aumentando a probabilidade de sucesso da rotina implementada.

### 2.3. Rotas:

Com todas as rotinas definidas, é preciso concatená-las através de uma rota, analisando adequadamente os percursos (ruas e corredores) e os recursos de movimentação. Em seguida, para preencher a rota, foi necessário: (i) identificar os tempos de todas as atividades que ocorrem durante a rota, de acordo com as rotinas criadas; (ii) calcular o tempo de abastecimento/retirada em uma célula piloto; (iii) fazer o cálculo para as demais áreas.

## **Resultados**

Para avaliar os resultados que o projeto traria à empresa, foi criado um novo sistema de indicadores de controle para a área de logística interna. Esses indicadores tinham como função acompanhar se os objetivos propostos no início do projeto seriam atendidos. Os indicadores principais criados são:

- Tempo de parada dos equipamentos clientes devido à falta de abastecimento ou retirada de materiais;
- Distância percorrida pelos recursos de movimentação de materiais;
- Utilização dos recursos de movimentação de materiais.

O gráfico a seguir (Figura 10) mostra a evolução do indicador de tempo de parada dos equipamentos clientes durante o ano de 2006. Foi usado um fator de conversão para os dados apresentados e o valor-base 1,0 foi atribuído ao desempenho do mês de janeiro.



Figura 10 – Gráfico I.C. Horas Paradas

Ao analisar o gráfico, pode-se observar uma evolução significativa do início do ano para o final. Ao comparar a média do primeiro trimestre com a do quarto, a redução foi de aproximadamente 65%. Nos meses de abril e maio, nos quais o percentual foi muito acentuado, houve uma reformulação do nível de estoque da usina, o que acabou afetando a eficácia do abastecimento de materiais. Os outros indicadores são acompanhados e apresentam configuração similar.

Além dos resultados quantitativos, foi possível verificar dois efeitos que incidiram sobre o moral da equipe: (i) a área de armazenagem estava organizada de forma mais clara, facilitando a gestão visual; (ii) houve redução no nível de reclamações por parte das áreas clientes, diminuindo a carga de estresse dos colaboradores.

Esses resultados demonstram que a metodologia empregada neste projeto é eficaz também em áreas de armazenamento e estocagem de materiais, visto que o método foi concebido inicialmente tendo em vista ambientes essencialmente de produção, e não de apoio.

### Considerações finais

A otimização da logística interna viabiliza a implementação de novos conceitos de gestão industrial, permite a eliminação contínua das perdas, redução de custos, diminuição do *lead-time* e aumento da qualidade. Conseqüentemente, atingem-se melhores níveis de produtividade, tornando a empresa mais competitiva.

A utilização de um método de planejamento sistemático do espaço (*layout*), como o *FAC PLAN*, mostra-se eficaz, pois assegura que todas as decisões tomadas sejam embasadas em dados factuais. Do mesmo modo, permite que todas as opções sejam analisadas e reduz possíveis retrabalhos no decorrer no projeto.

Por sua vez, a criação de um sistema mais eficiente para a movimentação de materiais, baseado nos princípios do modelo de gestão *Lean Production*, pode alavancar a implementação enxuta em uma empresa, uma vez que estimula todos os processos apoiados por ela a repensarem os métodos de enviar e receber materiais.

### Referências bibliográficas

(1) VILLANOVA, R; MUSETTI, M; RIGATTO, C: **Sistema Enxuto de Movimentação de Materiais: Implantação numa empresa de linha branca**. In: Anais do XXV Encontro Nacional de Eng. de Produção (ENEGEP), PUCRS, Porto Alegre, 2005.

(2) GUIMARÃES, I; LEITE, J; GHINATO, P: **Uma abordagem mais ampla da TRF aplicada às indústrias de base: além dos 4 princípios de Shingo**. In: Anais do XXV Encontro Nacional de Eng. de Produção (ENEGEP), PUCRS, Porto Alegre, 2005.

(3) RACOWSKI, M; NETO, J: **Inovações no sistema de produção enxuta: uma análise comparativa entre as técnicas tradicionais de abastecimento de linha de produção e a “warenkrob”**. In: Anais do XXVI Encontro Nacional de Eng. de Produção (ENEGEP), Fortaleza, 2006.

(4) GHINATO, P. In: **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000.

(5) LEE, Q. **Projeto de Instalações e do Local de Trabalho**. 1.ed. São Paulo: IMAM, 1998.

(6) LUZZI, A. **Uma abordagem para projetos de *layout* industrial em sistemas de produção enxuta: um estudo de caso**. 2004. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2004.