

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
MBA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO E LOGÍSTICA**

JOSÉ LUIZ LIMA DE AZEREDO

**AVALIAÇÃO DO REARRANJO FÍSICO INDUSTRIAL DA EMPRESA
CAIMI&LIAISON IND. COM. DE COUROS E SINTÉTICOS LTDA, LOCALIZADA
EM NOVO HAMBURGO/RS**

SÃO LEOPOLDO

2013

José Luiz Lima de Azeredo

**Avaliação do rearranjo físico industrial da empresa Caimi&Liaison Ind.
Com. de Couros e Sintéticos Ltda, localizada em Novo Hamburgo/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão da Produção e Logística, pelo MBA em Gestão da Produção e Logística, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Professor Orientador:

Prof. Ms. Francisco Duarte C.F. Carmo

São Leopoldo

2013

São Leopoldo, 30 de julho de 2013

Considerando que o Trabalho de Conclusão de Curso do aluno José Luiz Lima de Azeredo encontra-se em condições de ser avaliado, recomendo sua apresentação oral e escrita para avaliação da Banca Examinadora, a ser constituída pela coordenação do Curso de Especialização em Gestão da Produção e Logística.

Ms. Francisco Duarte C.F. Carmo
Professor Orientador

JOSÉ LUIZ LIMA DE AZEREDO

**AVALIAÇÃO DO REARRANJO FÍSICO INDUSTRIAL DA EMPRESA
CAIMI&LIAISON IND. COM. DE COUROS E SINTÉTICOS LTDA, LOCALIZADA
EM NOVO HAMBURGO/RS**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS
como requisito parcial para a obtenção do título de
Especialista em Gestão da Produção e Logística, pelo
Curso de MBA em Gestão da Produção e Logística.**

Aprovado em _____ de _____ de 2013

BANCA EXAMINADORA

Componente da Banca Examinadora – Instituição a que pertence

Componente da Banca Examinadora – Instituição a que pertence

Componente da Banca Examinadora – Instituição a que pertence

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Ms. Francisco Duarte C.F. Carmo por seu tempo de dedicação, disposição de me orientar e transmitir seus conhecimentos para bom encaminhamento e resultados deste trabalho.

Ao Diretor Geral da Caimi&Liaison, Sr. Severino Opelt, por sua compreensão, confiança e liberação para que este trabalho pudesse ser realizado.

A equipe Caimi&Liaison Ind. Com. Couros e Sintéticos Ltda, em especial a toda equipe de Operações que muito contribuíram para todo planejamento, execução e reavaliação do rearranjo físico implantado.

A minha família pela compreensão e carinho de sempre, em especial a minha esposa Ivana por suas intervenções auxiliando a correção e manutenção do foco deste trabalho. Grande ouvinte e companheira.

RESUMO

O presente estudo de caso foi realizado na Caimi&Liaison Ind. Com. de Couros e Sintéticos Ltda, empresa focada na produção e distribuição de laminados sintéticos destinados a produção de calçados para o mercado nacional.

Com acirramento da competição global e o crescimento do parque fabril da Caimi&Liaison, foi necessário rever as condições de produção e tomar uma de decisão, no ano de 2012, para transferência de toda empresa para um local mais amplo e com mais condições de obtenção de melhorias em seus processos e respostas as demandas de seus clientes.

Com o foco em avaliar os primeiros resultados do novo rearranjo físico industrial, este trabalho teve como objetivo levantar as condições anteriores, apresentar os estudos efetuados e analisar os principais ganhos obtidos no rearranjo físico efetuado, diante da oportunidade de realocar toda empresa em outro endereço. Além disto, baseado nas modernas técnicas de gestão de produção, busca também mostrar que, paralelamente a todo trabalho de estabelecer um novo rearranjo físico, foram introduzidas ligeiras noções daquelas técnicas visando obtenção de melhora nos processos produtivos rearranjados fisicamente.

Para coletar os dados deste estudo foi fundamental a observação participativa, coleta de documentos, arquivo fotográfico, questionário direto e entrevista com principais atores deste processo de mudança. Pode-se verificar, com base na visão crítica deste trabalho, que existe espaço para melhorias no novo rearranjo físico e, ainda, no aprimoramento do uso de técnicas de produção. Neste último caso, intensificando os treinamentos para operadores nas estações de trabalho reorganizadas no novo endereço da empresa.

Palavras-chave: Competição global, condições de produção, melhorias, processos, demanda, rearranjo físico, ganhos, modernas técnicas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Posição do processo contínuo volume-variedade.....	33
Figura 2 – Método TRF.....	39
Figura 3 – Slides do seminário de engenharia.....	61

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 01-Espalmadeira.....	50
Fotografia 02-Lacadora.....	50
Fotografia 03- <i>Tumbler</i> seco.....	51
Fotografia 04- <i>Tumbler</i> úmido.....	51
Fotografia 05-Laminadora.....	51
Fotografia 06-Início das obras.....	56
Fotografia 07-Início das instalações.....	56
Fotografia 08-Planta inicial.....	58
Fotografia 09-Cronograma.....	58
Fotografia 10-Instruções.....	58
Fotografia 11-Logística.....	60
Fotografia 12-Logística.....	60
Fotografia 13-Picking.....	60
Fotografia 14-Croqui armazéns mps.....	60
Fotografia 15-Início das obras.....	60
Fotografia 16-Vista esq. rearranjo.....	62
Fotografia 17-Vista dir. rearranjo.....	62
Fotografia 18-Vista célula dos tumblers.....	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Perdas bases coaguladas PU - comparativo 2012 x 2013.....	65
Gráfico 2 – Perdas gerais acumuladas.....	66
Gráfico 3 – Resultados TRF linha 3 (espalmadeira).....	67
Gráfico 4 – Resultados TRF Lacadora.....	67
Gráfico 5– Cumprimento das entregas.....	68
Gráfico 6 – <i>Lead time</i> de pedidos.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico.....	34
Tabela 2 – Amostra dos colaboradores que responderam o questionário.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS

- B2B - Business to Business
- B2C - Business to Consumer
- ERP - Enterprise Resource Planning
- GLP - Gás Liquefeito de Petróleo
- MRP - Manufacturing Resource Planning
- PCP - Planejamento e Controle da Produção
- P&D - Planejamento e Desenvolvimento
- PU - Poliuretano
- PVC - Policloreto de Vinila
- RH - Recursos Humanos
- SCM- Supply Chain Management
- STP - Sistema Toyota de Produção
- TI - Tecnologia da Informação
- TOC - Theory of Constraints
- TQC - Total Quality Control
- TRF - Troca Rápida de Ferramentas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA E PERGUNTA DE PESQUISA	15
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Especificos	17
1.3 JUSTIFICATIVA	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1 RAZÕES PARA PROMOVER ALTERAÇÕES EM ARRANJOS FÍSICOS.....	20
2.2 CONCEITUAÇÃO DE ARRANJO FÍSICO INDUSTRIAL.....	25
2.3 TIPOS DE ARRANJOS FÍSICOS.....	28
2.3.1 Arranjo Físico Posicional.....	29
2.3.2 Arranjo Físico Funcional.....	30
2.3.3 Arranjo Físico Celular.....	30
2.3.4 Arranjo Físico Por Produto.....	31
2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM ESCOLHA DO ARRANJO FÍSICO.....	32
2.4.1 Volume-Variedade e Sua Influência Na Escolha do Arranjo Físico.....	33
2.4.2 Vantagens e Desvantagens de Cada Tipo de Arranjo Físico.....	34
2.5 PROJETO DE ARRANJO FÍSICO.....	34
2.6 INTRODUÇÃO DE NOÇÕES DE TÉCNICAS MODERNAS DE PRODUÇÃO.....	36
2.6.1 Sistema Toyota de Produção.....	36
2.6.1.1 Arranjo físico industrial – Sistema de manufatura com células.....	37
2.6.1.2 Parada de linha.....	38
2.6.1.3 Troca rápida de ferramentas (TRF).....	38
2.6.1.4 Noções de perdas.....	39
2.6.2 Teoria das restrições (TOC).....	40
3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	43
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA	43
3.2 DEFINIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE	43
3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	43
3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS	44

3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO	45
4 ESTUDO DE CASO.....	46
4.1 A ORGANIZAÇÃO ESTUDADA.....	46
4.2 HISTÓRICO DA ORGANIZAÇÃO.....	46
4.3 SITUAÇÃO ANTERIOR DO PARQUE FABRIL DA EMPRESA.....	47
4.4 DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PROCESSOS INDUSTRIAIS DA EMPRESA	48
4.5 LISTAGEM DOS PRINCIPAIS PROCESSOS INDUSTRIAIS.....	49
4.6 APRESENTAÇÃO DO ARRANJO FÍSICO ANTERIOR.....	51
4.7 ESTUDOS E PLANEJAMENTO DO REARRANJO FÍSICO.....	53
4.7.1 Formação de Equipes de Planejamento e Respectivas Atribuições.....	53
4.7.2 Condições do Novo Prédio.....	54
4.7.3 Principais Pontos Considerados No Estudo De Rearranjo Físico.....	55
4.7.4 Estudos Do Rearranjo Físico Industrial.....	57
4.8 INTRODUÇÃO DE TÉCNICAS MODERNAS DE PRODUÇÃO.....	60
4.9 AVALIAÇÃO DO REARRANJO FÍSICO INDUSTRIAL IMPLANTADO.....	61
4.9.1 Avaliação do Rearranjo Físico Industrial Pelos Colaboradores.....	62
4.9.2 Melhoria No Fluxo e Sequenciamento da Produção.....	64
4.9.3 Perdas de Bases Coaguladas (PU) – (Primeiro Semestre 2012 Versus 2013).....	64
4.9.4 Perdas Gerais (Acumuladas de 2012 e 2013).....	65
4.9.5 Redução <i>Setups</i>.....	66
4.9.6 Cumprimento das Entregas.....	67
4.9.7 <i>Lead Time</i> dos Pedidos.....	68
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
REFERÊNCIAS	72
ANEXOS.....	74

1 INTRODUÇÃO

Para Slack *et al* (2009) o comércio internacional continua a crescer, na oferta de produtos e serviços, proporcionando oportunidades para transações além das fronteiras nacionais. De acordo com Antunes *et al* (2008) a competição nos mercados internacional e nacional tem provocado um maior acirramento na pressão competitiva. Isto força as empresas buscarem maior eficiência em seus processos produtivos e de gestão.

Para Harmon & Peterson (1991, p.1) “a produtividade e competição internacional, têm-se tornado questões cada vez mais importantes para empresas industriais nos Estados Unidos e no exterior”. Para estes autores, qualquer companhia, em qualquer parte do mundo, poderá obter tecnologia superior de produtividade. Para eles, grandes avanços podem ser atingidos por uma simples reorganização de pessoas e equipamentos.

Porém, é preciso considerar que num ambiente mais competitivo e exposto a competição internacional, a busca pela diferenciação de produtos e serviços e nas novas formas de gerir negócios trouxeram muitos impactos sobre a manufatura. Torna-se, assim, imprescindível que muitas melhorias sejam implementadas para elevar o desempenho da manufatura. Embora não garanta a sustentabilidade da competição, é claramente um pré-requisito.

Relativamente ao Brasil, conforme Antunes *et al* (2008, p. 28)

Foi somente no início da década de 1990 que as empresas manufatureiras instaladas no país passaram a realmente enfrentar a concorrência no tipo de ambiente competitivo que já era experimentado pelas economias dos países centrais desde os anos 70.

As indústrias brasileiras tiveram sucesso inicial na incorporação de novos métodos e conceitos de gestão da produção, mas isto não bastou para garantir, ao longo do tempo, a permanência de muitos setores da indústria no país (ANTUNES *et al*, 2008).

É o caso, mencionado neste estudo, relativamente a indústria de calçados que, nos últimos 15 anos, visivelmente deslocou seu eixo de produção para os países asiáticos, principalmente para China.

Num painel apresentado em Congresso Brasileiro de Calçados (Dias & Santos, 2007) mencionam que um verdadeiro “terremoto de mercado” fez com que alguns países, particularmente a China, aumentassem tanto o número de pares produzidos quanto sua cota de participação no mercado global.”

É este o novo cenário que influenciou e ainda implica numa reorganização do setor como um

todo no Vale dos Sinos/RS, reconhecido *cluster*¹ de calçados brasileiros, incluindo os fabricantes de insumos, maquinários e componentes. Diante da globalização, é necessário que se desenvolva localmente uma cadeia de fornecedores de classe mundial, proporcionando um atendimento de alta qualidade, com velocidade e sincronia com novas demandas do mercado.

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA E PERGUNTA DE PESQUISA

Como estudo de caso, a empresa analisada é uma indústria de componentes para calçados localizada no Vale dos Sinos, Rio Grande do Sul; mais precisamente uma indústria de laminados sintéticos denominada pela razão social de Caimi&Liaison Ind. e Com. de Couros e Sintéticos Ltda, que para facilitar será citada apenas como Caimi&Liaison.

A Caimi&Liaison produz laminados sintéticos que servem para forros e cabedais de calçados. Esses laminados são produzidos sobre um suporte têxtil revestido de poliuretano (PU), importado da Ásia, que serve de substrato para aplicação local de mais camadas de resinas de PU e aplicação de tintas e lacas para obter um aspecto do couro natural.

Na produção são necessárias diversas máquinas e equipamentos como espalmadeiras, lacadoras, gravadoras cilindro, laminadoras, fulões, secadoras e revisoras que são dispostas fisicamente num pavilhão industrial.

Além disto, exige grande formação de estoques de matérias-primas e materiais importados que necessitam serem bem conservados, guardados e consumidos dentro de prazos de validade. Para este fim, a empresa também mantém armazéns para guarda e conservação, em separado, das matérias-primas têxteis, produtos químicos e produtos acabados.

As operações da Caimi&Liaison se configuram por uma produção industrial intermitente, de baixos volumes, grande variabilidade e pequenos lotes fornecidos com muita velocidade, justamente para atender o que determina a moda e seus derivados como *fast* moda, moda *fashion* e modinhas com curtíssimos prazos de duração e diferentes picos de demanda.

Segundo Antunes *et al* (2008, p. 30) “para as empresas tornarem-se competitivas passaram a necessitar produzir lotes cada vez menores de artigos e bens cada vez mais diferenciados”.

A produção de pequenos lotes, para atender a diversificação, passou a ser tema considerado de grande importância (ANTUNES *et al*, 2008).

¹ *Cluster*: Conforme Michael Porter, cluster é uma concentração de empresas com características semelhantes coabitando o mesmo local e colaborando entre si.

Para Shingo (2008) o problema não é a produção diversificada e de baixos volumes, mas sim a produção que exige muitos *setups*² e pequenos lotes. É preciso estabelecer uma estratégia para tratar corretamente esta situação.

Segundo Antunes *et al* (2008) as empresas precisam se adaptar rapidamente a nova dinâmica dos mercados, onde a flexibilidade é fator extremamente importante. O tempo de resposta, mantido mesmo nível de qualidade e custos, tanto no lançamento como na produção dos produtos é uma maneira de atender expectativas dos clientes e ganhar vendas dos concorrentes.

Qualidade é pré-condição e o custo é outro aspecto relevante e de grande influência até mesmo para uma decisão de reestruturação operacional, pois a busca incessante para reduzi-los é também fator preponderante para obtenção de maior competitividade diante da diversificação e a concorrência de *players* nacionais e internacionais.

Como mencionam Antunes *et al* (2008, p. 32)

Quanto aos custos ligados à diversificação, pode-se afirmar que estão diretamente relacionados à complexidade da estrutura necessária para a realização da produção. Surgem aí elementos concretos, tais como: troca de ferramentas, movimentação de materiais, controle da qualidade, inventários, desenvolvimento de produtos e colocação de novos produtos na linha, etc. Quanto maior a variedade, mais complexo se torna o trabalho.

Neste sentido, a Caimi&Liaison veio intensificando seus esforços em constantes pesquisas e desenvolvimentos (P&D), adequação de fluxos de processos, incessante aperfeiçoamento operacional e busca por melhor posicionamento na velocidade do atendimento das demandas de seus clientes.

Para tanto, a empresa sempre procurou investir em novos equipamentos que lhe proporcionassem um reposicionamento estratégico para estar adequada e atualizada às exigências demandadas pela evolução constante de seus clientes.

Estes investimentos foram, ao longo de sua história, sendo posicionados num espaço fabril limitado que vinha prejudicando uma performance condizente com esforços e recursos aplicados.

Era visível a necessidade de estudar a realocação de toda empresa num espaço mais amplo com objetivo principal de reestruturar seu arranjo físico industrial reposicionando suas máquinas e equipamentos.

O novo arranjo físico, por sua vez, poderia oportunizar um redesenho de todas as operações industriais, a construção de novos fluxos, melhorias no sequenciamento de

² *Setup*: É o tempo decorrido para troca de ferramentas (programas, equipamentos) de um processo em execução até a inicialização do próximo processo.

processos, redução de custos, alterações de logística interna e, ainda, preparar e treinar as equipes para adoção dos conceitos e técnicas mais modernas de produção.

Uma oportunidade condizente com a afirmação de que as empresas necessitam alinhar seus processos produtivos às necessidades competitivas de seus respectivos mercados, adotando os princípios e técnicas mais modernas de produção (ANTUNES *et al*, 2008).

Atualmente, os sistemas modernos de produção compreendem uma variedade de modelos, conceitos e métodos de gestão como Sistema Toyota de Produção (STP), produção enxuta (*Lean Manufacturing*), controle da qualidade total (TQC), Teoria das Restrições (TOC), reengenharia de processos, sistemas integrados de produção (MRPII, ERP, SCM, etc), entre outros (ANTUNES *et al*, 2008).

Assim, diante de todo novo cenário e novas exigências competitivas foi tomada, em 2012, a decisão de transferir as operações da Caimi&Liaison para um novo endereço. A partir desta decisão, aproveitar para rever e reprojeter um novo arranjo físico industrial para obter melhores respostas de seu parque fabril.

Entretanto, permaneceu a posteriori um questionamento principal: Será que todos esforços para mudar, reinstalar e reorganizar todo novo parque fabril da empresa carecem ainda de aperfeiçoamentos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar os resultados obtidos pelo rearranjo físico da nova planta fabril, provocada pela transferência de endereço da empresa Caimi&Liaison, e o quanto esta nova disposição de máquinas e equipamentos contribuirá para o reposicionamento da empresa diante de seu mercado, a indústria calçadista brasileira, caracterizado pelo atendimento de uma demanda intermitente, de baixos volumes e grande variabilidade.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a empresa Caimi&Liaison e seu respectivo mercado;
- Apresentar a situação anterior do parque fabril da empresa;
- Descrever seus principais processos produtivos e seus produtos;
- Identificar seus fluxos e sequenciamentos de processos;
- Apresentar a situação de seu arranjo físico industrial anterior;
- Citar os diversos tipos de arranjos físicos pesquisados;
- Verificar aspectos que o novo arranjo físico implantado pode contribuir para introdução das novas técnicas e conceitos de produção;
- Avaliar rearranjo físico industrial efetivamente implantado.

1.3 JUSTIFICATIVA

Nas últimas décadas a indústria calçadista de grandes volumes se transferiu para o continente asiático. Países como China, Índia, Indonésia e Vietnã entre outros se tornaram grandes fornecedores internacionais de calçados prontos e também de grande parte de seus componentes, materiais e insumos.

Conforme dados expostos em Congresso Brasileiro do Calçado (Dias & Santos, 2007), a China passou de 3,7 bilhões de pares de calçados para 8,8 bilhões de pares após 10 anos. A Índia de 540 milhões para 850 milhões de pares, a Indonésia de 436 milhões para 564 milhões e o Vietnã de 135 milhões para 445 milhões de pares de calçados.

A tradicional indústria exportadora de calçados do Vale dos Sinos já não existe mais. Muitas indústrias de calçados fecharam as portas e as que restaram se direcionaram a atender, quase que exclusivamente, o mercado interno.

As maiores e as médias indústrias de calçados brasileiras buscaram fortalecer suas marcas. Para tanto, através da intensificação em investimentos de P&D, promoveram intensos e constantes movimentos de lançamentos de moda e de seus derivativos.

Isto também obrigou as indústrias de componentes, tradicionais fornecedores de materiais e matérias-primas, a implementar e ampliar suas pesquisas e desenvolvimentos de modo acompanhar todo esse intenso e veloz movimento.

Mais, estes lançamentos constantes de coleções acabaram por influenciar na redução dos volumes adquiridos e aumentar a variabilidade de produtos a serem ofertados. Conseqüentemente, exigindo fornecedores preparados e dimensionados para uma postura de atendimento ágil e capacitado para variar linhas de produções, com produtividade, de modo fugir da lógica de competir única e exclusivamente por preços. Uma busca incessante de agregar valor ao produto através dos serviços.

Segundo Kottler & Pfoertsch (2008) todas empresas, mesmo de marcas, podem ser reduzidas ao *status* de *commodities* se não conseguirem, com sucesso, fazer evoluir seus produtos e serviços.

Para Harmon & Peterson (1991) enquanto prevalecer a competição acirrada, no comércio mundial, a produtividade de produtores de valor idêntico será medida apenas pelo preço de mercado

A internacionalização crescente tem produzido um cenário de rigorosas e inesperadas mudanças a nível mundial. É preciso saber responder rapidamente as mudanças externas. As empresas podem perder seu *market-share*, com o surgimento de novos produtos melhores, mais baratos e com novos materiais (Falconi, 2004).

De acordo com Antunes *et al* (2008, p. 39):

Para ajustar o funcionamento do sistema de produção às mudanças externas são necessárias modificações no *mix* de produção, nos produtos, nos volumes de produção, nos roteiros de fabricação, etc. Empresas capazes de responder de forma flexível estão potencialmente mais habilitadas a manter e conquistar participação de mercado (*market share*).

É nesta nova dinâmica que se insere as atividades da Caimi&Liaison, enquanto fornecedora de uma diversidade de forros e cabedais sintéticos para calçados. Produtos com crescente evolução tecnológica, a partir dos termoplásticos a base de resinas de PU, de maneira sugerir e copiar qualidades dos couros naturais.

Entretanto, num novo cenário, este tipo de indústria sofre concorrência não somente de *players* locais, mas também de imensa pressão de ofertas dos países asiáticos. Com estes não há como competir em volumes e sim nos serviços próximos ao mercado consumidor que é a indústria de calçados brasileira em seus diversos polos regionais.

Conforme Slack *et al* (2009, p. 12) “ cada vez mais, a distinção entre serviços e produtos é ao mesmo tempo difícil e não particularmente útil”.

Todas operações são fornecedoras de serviços, que podem, também, produzir produtos como uma forma de servir a seus clientes (SLACK *et al*, 2009).

Serviços de pesquisa e desenvolvimento (P&D), reprodutividade ágil, velocidade no atendimento das variações de demanda e preços competitivos são as chaves para o sucesso neste mercado.

São estes aspectos, característicos do novo mercado, que justificaram rever e analisar o rearranjo físico, diante da decisão tomada de transferência das instalações que foi implementado pela Caimi&Liaison.

Com isto, este estudo de caso pretende registrar todos elementos estudados e todos passos dados para que a empresa mantenha documentado as ações que resultaram no rearranjo físico.

Por outro lado, toda esta documentação, baseada num caso real de rearranjo físico, poderá vir contribuir para outros estudos e aprendizados acadêmicos junto à Universidade.

Para o autor, enquanto pesquisador e participante ativo, servirá para ganho de maior conhecimento aliando a revisão teórica e a prática efetuada, em termos de planejamento e execução de um rearranjo físico

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo visa apresentar as bibliografias revisadas que apresentaram os conceitos relativamente a arranjos físicos, as motivações para modificá-los, os diversos tipos existentes, os aspectos a serem considerados num planejamento de arranjo físico industrial e como ele pode ajudar na implantação das técnicas mais modernas de gestão fabril.

2.1 RAZÕES PARA PROMOVER ALTERAÇÕES EM ARRANJOS FÍSICOS

Nos últimos anos, principalmente a partir da década de 90, ocorreram inúmeras mudanças mercadológicas obrigando as empresas se adequarem para formatação de modelos mais competitivos. Produtos com qualidade, inovadores, custos reduzidos e presteza no atendimento ágil são fatores determinantes para a nova competição.

A globalização produziu inúmeras oportunidades e prosperidade através das trocas internacionais. Mas também produziu riscos e muitos problemas (SLACK *et al*, 2009).

O mercado globalizado tem apresentado, diuturnamente, uma variedade de opções para os consumidores sedentos por adquirirem mercadorias que atendam suas necessidades e seus desejos.

Automóveis, eletrodomésticos, computadores pessoais, aparelhos de celulares, perfumarias, artigos de moda para casa e de uso pessoal são inovados e copiados por inúmeros concorrentes e com extrema velocidade.

Tudo para atender uma demanda personalizada em massa na qual o consumidor, ainda não considerado único, é visto como sujeito ativo e participante de um grupo diferenciado em suas escolhas de vida e de consumos.

Conforme Slack *et al* (2009) a customização em massa fez com que algumas empresas desenvolvessem tamanha flexibilidade que seus produtos e serviços são produzidos para atender, até mesmo, consumidores individuais.

Segundo Antunes *et al* (2008) a customização em massa começou a ganhar espaço em relação à produção em massa. A fase da economia, denominada *product out*, cuja preocupação central era ganho de escala já passou.

Para Antunes *et al* (2008, p.38):

A lógica *product out* deixa de ser pertinente às condições do mercado, que agora requer uma abordagem do tipo *market in*. Com ela, vem a necessidade de as empresas considerarem, simultaneamente, diferentes dimensões na formulação de suas estratégias e configuração dos sistemas de produção. Verifica-se a necessidade de tratar de forma conjunta e simultânea o custo, a flexibilidade, a qualidade, o atendimento, o tempo de resposta e a inovação. Em decorrência, a formulação e implantação de estratégias de produção torna-se mais complexa.

Nesta conceituação, tipo *market in*, o mercado passa a definir suas exigências. O consumidor, diante de maiores ofertas, passa determinar as regras, escolher modelos e até determinar de que fabricante comprar.

De acordo com Shimokawa *et al* (2011, p. 93) “a indicação de como, quando e o que, além das quantidades em que a produção deve acontecer para fazer as coisas se moverem, pode ocorrer de acordo com um plano de produção ou a demanda real”.

Esta nova lógica do mercado *Business to Consumer (B2C)*, voltado para atendimento do consumidor direto, provocou também profundas alterações no mercado de fornecimento entre as indústrias, conhecido como mercado *Business to Business (B2B)*.

Segundo Kotler & Pfoertsch (2008, p. 58) “ a superabundância de opções não é mais exclusividade do *B2C*. Na atualidade, é algo também mais do que palpável nos mercados *B2B*.”

O certo é que as alterações sofridas no mercado internacional, as novas formas de demandas de produtos industriais e a introdução de novas técnicas de produção provocaram uma revolução nas indústrias que exigiram adequações em seus parques fabris e nos seus modelos de operações visando superar concorrência nacional e estrangeira.

Segundo Harmon & Peterson (1991, p. 4):

É hora de entender que grande número de empresas em todo o mundo trabalha diligentemente para superar os fabricantes de nível internacional atuais, tendo por meta tornar-se os melhores fabricantes de amanhã.

O Brasil não seria imune as estas alterações mundiais. Focando apenas o modelo das indústrias de componentes para calçados brasileiros, pode-se afirmar que conviveram e ainda lutam, diariamente, para se reestruturarem.

Buscam, desta maneira, atender seus clientes nacionais nessa nova modalidade de demanda e também para se ajustarem a nova competição acirrada por *players* internacionais, principalmente da China.

As empresas brasileiras devem se conscientizar de que deverão realizar mudanças em suas próprias organizações para enfrentar os poderosos e bem preparados concorrentes chineses e internacionais (CHUNG, 2006).

Assim resta, para nossas indústrias nacionais, a iniciativa de reorganizarem o uso de seus recursos produtivos visando otimizar, racionalizar, reduzir custos e tirar máximo proveito nas suas operações industriais.

Isto exige que revejam suas linhas de produtos e alterem processos efetivando pequenas ou grandes mudanças em seus parques fabris. Levando em conta as reais

necessidades de modificação, as oportunidades surgidas e o capital disponível para ser reinvestido.

Conforme Antunes *et al* (2008, p. 52):

Para as empresas industriais com operações no país, as preocupações devem estar primeiramente focadas no aumento da utilização de seus ativos fixos. A experiência prática mostra que a utilização efetiva dos ativos fixos (máquinas e equipamentos) é baixa na indústria brasileira.

Dentro deste conceito, um novo arranjo físico que permita melhorias na movimentação, fluxo e sequenciamento da produção se torna fundamental, quanto oportuno, para elevar produtividades, reduzir perdas e atuar rapidamente sobre gargalos.

Segundo Olivério (s.d, p. 146):

O problema do “*plant layout*” é essencialmente dinâmico. A própria rotina industrial altera as condições iniciais sobre as quais se procurou a “combinação ótima” que, dessa forma, necessita ser revista, para possuir a mesma eficiência que possuía anteriormente.

Como mencionado, ocorreram modificações no mercado que obrigaram as indústrias rever seus *modus operandi*. Situação compreensível diante de tantas mudanças sócio-econômicas do mundo contemporâneo.

As empresas, quer na busca de sobrevivência ou de uma maior prosperidade, historicamente também se condicionaram para darem melhores respostas. Algumas optaram por reduzir ou aumentar tamanho de seus parques fabris e, simultaneamente, introduzir ou não novas técnicas e tecnologias.

Outras alteraram até mesmo seu *core business* importando parcialmente sua produção e complementando localmente. Neste caso, alterando parte de sua estratégia industrial com uso da complementaridade de terceiros localizados no exterior, notadamente na China. Para Kotler & Pfoertsch (2008) qualquer empresa em qualquer parte do mundo poderá terceirizar a produção ou parte dela na China.

A China é risco, mas também oportunidade. As empresas brasileiras, como de resto todo mundo, podem aproveitarem a China como fonte de produtos baixos custos (CHUNG, 2006).

Essas decisões, certamente, influenciam também a “combinação ótima” dos arranjos físicos que sempre terão de ser revistos e alterados, quando oportunos, no transcorrer da existência da indústria (OLIVÉRIO, s.d).

Para Slack *et al* (2009, p. 184) “os arranjos físicos devem ser alterados periodicamente à medida que as necessidades da operação mudam”.

A dinâmica dos mercados, assim, exige superar resistências culturais de uma organização que deve, no caso de empresas fabris, promover mudanças físicas para adequar a novos fluxos de produção e as novas técnicas de gestão de uma indústria.

Segundo Olivério (s.d,p.12) “nunca se deve esquecer que uma empresa é essencialmente dinâmica. Um fábrica dimensionada somente com dados de hoje dificilmente satisfará as exigências futuras”.

Dessa maneira, cabe aos gestores industriais estarem atentos, analisarem e planejarem alterações que promovam transformações em suas empresas para se tornarem mais competitivas.

Estudos de mercados, acompanhamento da concorrência, e análise de possíveis produtos substitutos, a atualização constante com as técnicas e tecnologias, com o aprimoramento do relacionamento humano e o controle dos recursos disponíveis são fatores que auxiliam numa gestão mais eficaz e na melhoria contínua de uma planta produtiva.

Como citam Harmon & Peterson (1991, p.4) “ a gerência executiva precisa por em prática, o mais rapidamente possível, um novo estilo de melhoramentos na fábrica”.

Um desses melhoramentos é alterar o arranjo físico das máquinas e equipamentos da indústria permitindo que os objetivos estratégicos da organização de manufatura, como um todo, possam efetivamente serem alcançados.

Considerando a empresa de manufatura como um sistema aberto constituída de vários subsistemas que no seu conjunto se relaciona com o supersistema externo, o mercado (ANTUNES *et al*, 2008).

Como afirma Slack *et al* (2009, p. 183) “em grande parte, os objetivos de qualquer arranjo físico dependerão dos objetivos estratégicos de uma operação”.

Esses objetivos, estrategicamente projetados, são motivados por diversas razões como desde da expansão ou redução da indústria diante do aumento ou retração do mercado, passando pela busca de melhorias frente a concorrência ou até mesmo pela opção de diversificação da linha de produtos.

De acordo com Francischini & Gurgel (2002, p. 215) as indústrias, devido a seu tipo de atividade, devem produzir mudanças periódicas em seus processos ou produtos e que podem exigir alteração no seu arranjo físico em virtude de:

Modificação do produto - Em razão da forte concorrência de mercado, uma mudança de produto, com intuito de aumentar a margem de lucro de uma organização, afetará os equipamentos, a mão-de-obra e a área de trabalho.

Lançamento do produto - O desenvolvimento de um novo produto causará modificações na estrutura de armazenagem, e um novo *layout* deve ser estudado simultaneamente ao projeto do produto a ser lançado.

Varição na demanda - Um aumento na demanda fará com que novas máquinas sejam instaladas para se adequar às expectativas do mercado; por outro lado, uma diminuição na demanda causará uma redução nos custos variáveis da produção.

Obsolescência das instalações - A obsolescência de um processo exige modificações sensíveis, o *layout* pode indicar a conveniência em se ampliarem as instalações, devendo-se proceder a construção de novo bloco ou mesmo a mudança completa do depósito.

Ambiente de trabalho inadequado - O *layout* deve levar em conta as condições de temperatura, o efeito do ruído, a presença de agentes agressivos, enfim, fatores que podem afetar o rendimento do trabalho humano.

Índice de acidente elevado - A localização indevida de algumas instalações poderá acarretar acidentes com operários em contato com produtos químicos perigosos. É de extrema importância o rápido e eficiente atendimento dos operários acidentados e a localização e eliminação das causas do acidente para evitar futuras ocorrências.

Mudança na localização e do mercado consumidor - É uma variável que não tem influência direta, porém age indiretamente na definição do *layout*, já que a necessidade da realocação de um depósito envolve a definição de um novo *layout*.

Redução nos custos - Uma redução nos custos causará, possivelmente, uma reestruturação no quadro de pessoal e de equipamentos, e conseqüentemente um novo *layout*.

Existe, ainda, a opção de “comprar ou fazer” que podem estar relacionados a estudos econômicos, análises técnicas ou a questões relacionadas a legislação pertinente. Indiretamente, isso também pode influenciar nos estudos de implantação ou readequação de arranjos físicos.

Conforme Francischini & Gurgel (2002, p. 15) “decidir comprar ou fabricar tem sido uma das maiores preocupações da empresa moderna” e um dos fatores para esta decisão, como comentam, é a possibilidade de liberação de recursos produtivos:

Repassar componentes para terceiros fabricarem libera recursos produtivos importantes para que a empresa possa utilizá-los em seu *core competence*. Assim, mão-de-obra, espaço no chão de fábrica, equipamentos e materiais que antes eram necessários para produzir componentes podem ser agora utilizados para sua capacidade produtiva, principalmente se utilizavam equipamentos-gargalo.

Para Buffa (1977, p. 164) “toda empresa manufatureira tem de se decidir se deve usar sua habilidade e esforço produtivos para fazer cada um dos itens de uma grande quantidade deles, ou comprá-los”.

Existem razões econômicas e não econômicas para esse tipo de decisão. Entretanto, o critério mais importante para decisão de comprar ou fabricar são os custos envolvidos. E essa é uma das razões, como já mencionado, para que o arranjo físico promova uma combinação otimizada e harmônica dos recursos fabris.

No entanto, seja por qualquer razão, a modificação em arranjo físico é uma decisão muito difícil, mas muito importante a ser tomada exigindo todo um preparo e o estudo de vários requisitos, a serem previstos e dimensionados na fase de planejamento.

Segundo Slack *et al* (2009, p. 183):

A decisão do arranjo físico é importante porque, se o arranjo físico estiver errado, pode levar a padrões de fluxo muito longos ou confusos, filas de clientes, longos tempos de processo, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e altos custos. Além disso, o rearranjo físico de uma operação existente pode interromper seu funcionamento, levando a insatisfação do cliente ou perdas na produção.

É necessário entender as técnicas sobre arranjos físicos, buscando interpretar melhor os seus conceitos, suas abrangências e estabelecer um estudo aprimorado para implantá-los ou rearranjá-los. A partir de então, formatar um plano de arranjo físico que consiga estabelecer integração com sistema produtivo atual e, com certa flexibilidade, possibilitar algum rearranjo futuro.

Para Buffa (1977)

Todavia, não existe uma teoria geral que torne possível relacionar a multidão de fatores de influência num projeto otimizado composto. Pelo contrário, o estabelecimento de um bom plano de instalação de fábrica é o resultado de uma sequência de grandes decisões tomadas sobre assuntos tais como: localização, projeto, capacidade e modos gerais de manufatura. Essas decisões são seguidas de uma multidão de decisões de menor significado, mas importantes, que se referem à seleção e disposição do equipamento, distribuição do espaço, tipos básicos de fluxo etc.

Aspectos possíveis de ser compreendidos a partir da definição de arranjos físicos, da necessidade de planejá-los e os vários tipos existentes para uma melhor decisão de implementá-los ou reimplantá-los.

2.2 CONCEITUAÇÃO DE ARRANJO FÍSICO INDUSTRIAL

Uma unidade industrial é o resultado da combinação otimizada de fatores de produção tais como, resumidamente, as máquinas e equipamentos, a mão-de-obra e os insumos e materiais. Tudo arranjado num local físico que possibilite estabelecer um fluxo e sequenciamento, com certa lógica, e que esteja protegido das intempéries do tempo de modo dar condições do trabalho de transformação.

Conforme Slack *et al* (2009, p. 181) “o arranjo físico de uma operação produtiva diz respeito ao posicionamento físico dos seus recursos transformadores. Isso significa decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal de operação”.

Portanto, para implantar, adequar ou reestruturar um arranjo físico é necessário planejar, através de um estudo denominado “*plant layout*”, que é uma peça fundamental da “*plant design*” que é o conjunto de todo projeto do empreendimento fabril (OLIVÉRIO, s.d).

Como o arranjo físico deve refletir uma combinação ótima e harmonizada de todos os fatores de produção disponíveis, o planejamento de seu estabelecimento ou qualquer alteração exige a elaboração de um plano.

Segundo Buffa (1977, p. 283):

O plano de instalação da fábrica é a fase de integração do projeto de um sistema de produção. O objetivo básico do plano de instalação é estabelecer um sistema de produção que satisfaça os requisitos de capacidade e qualidade da maneira mais econômica. Nesse caso, a definição do que fazer (desenhos e especificações), como fazer (folhas de encaminhamento e de operações) e quanto fazer (previsões, encomendas ou contratos) formam a base do sistema de estabelecimento integrado de produção.

Dentro deste contexto, o plano de um arranjo físico deve considerar muito além da simples disposição física de máquinas e equipamentos. Numa concepção sistêmica precisa contribuir para organizar postos de trabalho que proporcionem conforto e segurança para os operadores, facilite a fluidez e movimentação de materiais, auxilie na redução de tempos e perdas de matérias-primas e proporcione condições de maior produtividade e qualidade dos produtos.

Conforme Olivério (s.d.) sem as técnicas de projetos de fábrica, onde o *plant layout* é item fundamental, não se pode assegurar um perfeito entrosamento interno e um funcionamento harmônico da indústria.

Segundo Slack *et al* (2009, p. 183):

O arranjo físico de uma operação ou processo é como os recursos transformadores são posicionados uns em relação aos outros e como as várias tarefas da operação serão alocadas a esses recursos transformadores. Juntas, essas duas decisões irão ditar o padrão de fluxo dos recursos transformados à medida que eles progredem pela operação ou processo.

Por isso é necessário tirar o máximo proveito na fase de se criar um plano de arranjo físico, pois seu objetivo é definir e integrar todos elementos produtivos, incluindo o estudo das condições humanas, transporte e movimentação, corredores eficientes, sinalizações bem dispostas e estabelecimento de controles estritamente necessários.

De acordo com Buffa (1977) é necessário integrar máquinas, local de trabalho, sistema de transporte, ferramentaria, estoques de peças e produtos para que se possa desenhar um arranjo físico compatível com os programas de produção.

Para Olivério (s.d) somente depois de verificarmos todos fatores que concorram para uma produção otimizada, com ganhos de produtividade e alto desempenho técnico, é que podemos nos assegurar que um bom estudo de arranjo físico foi realizado.

Para Slack *et al* (2009, p. 183) um arranjo físico deve promover:

- *Segurança inerente.* Todos os processos que representar perigo, tanto para a mão-de-obra como para os clientes, devem ter acesso liberado somente a pessoal autorizado. As saídas de emergência devem ser claramente sinalizadas com acesso livre. As circulações devem estar claramente definidas e desimpedidas.
- *Extensão do fluxo.* O fluxo de materiais, informações ou clientes deve ser canalizado pelo arranjo físico, de modo a atender aos objetivos da operação. Em muitas operações, isso significa minimizar as distâncias percorridas pelos recursos

transformados. Entretanto, nem sempre é esse o caso (em supermercados, por exemplo).

- *Clareza de fluxo*. Todo o fluxo de materiais e clientes deve ser sinalizado de forma clara e evidente para funcionários e clientes. Por exemplo, as operações de manufatura geralmente possuem corredores claramente identificados. Operações de serviço tendem a usar rotas sinalizadas, como, por exemplo, os hospitais que geralmente apresentam linhas coloridas pintadas no chão para indicar rotas aos diversos departamentos.

- *Conforto para os funcionários*. Os funcionários devem ser localizados longe das partes barulhentas ou desagradáveis. O arranjo físico deve oferecer um ambiente de trabalho bem ventilado, bem iluminado e, sempre que possível, agradável.

- *Coordenação gerencial*. Supervisão e comunicação devem ser facilitadas pela localização dos funcionários e dispositivos de comunicação.

- *Acessibilidade*. Todas as máquinas, instalações e equipamentos devem apresentar um nível de acessibilidade suficiente para limpeza e manutenção adequadas.

- *Uso do espaço*. Todos arranjos físicos devem permitir uso adequado de espaço disponível da operação (incluindo altura, assim com área de chão). Isso geralmente significa minimizar o espaço utilizado para uso específico, mas algumas vezes pode significar criar uma impressão de espaço luxuoso, como no *lobby* de entrada de um hotel de alta classe.

- *Flexibilidade de longo prazo*. Os arranjos físicos devem ser alterados periodicamente à medida que as necessidades da operação mudam. Um bom arranjo físico terá sido concebido com possíveis necessidades futuras de operação em mente. Por exemplo, se a demanda para um produto ou serviço aumentar, o arranjo físico pode acomodar a futura expansão?

Esta última questão nem sempre será possível, no mesmo local, rearranjar fisicamente uma fábrica exigindo uma transferência para edifícios existentes, ou ampliações ou construção de fábrica nova (OLIVÉRIO, s.d)

Segundo Buffa (1977, p. 283) “na reforma de um projeto ou no replanejamento de instalações de equipamentos, os edifícios existentes impõem restrições severas”.

De qualquer forma, Olivério (s.d) diz que é preciso planejar uma fábrica que possibilite atender as necessidades atuais e também futuras.

Segundo Harmon & Peterson (1991) um plano de fábrica deve levar em conta eventuais mudanças ou crescimento. O crescimento e a mudança devem, portanto, fazer parte de qualquer plano para evitar problemas futuros.

E, nesse sentido, não se pode deixar de lado as preocupações os estoques que fazem parte das atividades ligadas à produção e às vendas. Deve-se determinar o espaço necessário de armazenagem.(DIAS, 1988).

Nesse sentido, Moura (1983) relaciona os objetivos gerais da função de estocagem tais como o máximo uso dos espaços, utilização efetiva da mão-de-obra e equipamento, acesso fácil a todos itens, movimentação eficiente dos itens, máxima proteção dos itens e boa qualidade de armazenagem.

Para Dias (1988, p. 193) “são considerados também o sistema de manuseio, *layout*, corredores, colunas, portas, pisos, instalações para embarque, escritório, etc.”

Em suma, como mesmo afirma Moura (1983, p. 376) “uma operação eficiente de estocagem somente pode existir com planejamento próprio e adequado de sua estrutura”.

Dessa maneira, a definição de um arranjo físico ou de um rearranjo físico passa pelo estabelecimento de um bom plano que busque refletir a melhor combinação de todos fatores produtivos incluindo, certamente, os estoques e a movimentação de todos materiais quer sejam matérias-primas, mercadorias semi-acabadas e produtos prontos.

Conforme Harmon & Peterson (1991, p. 77) “ a necessidade total de espaço na fábrica, incluindo processos e armazenagem, permite chegar a uma razão global entre ‘espaço para processos e armazenagem’”.

2.3 TIPOS DE ARRANJOS FÍSICOS

A maioria dos arranjos físicos, na prática, deriva de apenas quatro tipos básicos de arranjo físico: arranjo físico posicional, arranjo físico funcional, arranjo físico celular e arranjo físico por produto (Slack *et al*, 2009).

Para Antunes *et al* (2008, p. 245) “do ponto de vista tradicional os leiautes podem ser classificados em leiaute funcional (*job shop*), leiaute em linha (*flow shop*), leiaute fixo (*project shop*) e processo contínuo (indústrias de propriedade)”.

Entretanto, na prática iremos observar que uma fábrica se utiliza de mais de um tipo de arranjo físico e a divisão acima atende principalmente a motivos ditáticos (OLIVÉRIO,s.d).

Para Olivério (s.d, p. 157):

É interessante uma descrição dos tipos de movimentos para que possamos compreender os diferentes tipos de *layout*. Só iremos considerar como movimentos aqueles que são realizados entre operações industriais e integrantes do processo produtivo.

Movimentação do material - é o caso mais comum de movimentação. O material se desloca, de estação a estação de trabalho, e nesse caso deslocamento irá sofrendo as alterações que os processos produtivos ocasionam na peça para a obtenção do produto acabado.

Movimentação do homem - neste caso o homem se desloca de estação a estação de trabalho, e em cada uma delas executa uma operação. Como exemplo: pintura de grandes superfícies.

Movimentação do equipamento - aqui, o equipamento se movimenta para produzir a operação. Ex: soldas móveis, comandadas à distância, que opera em várias estações de trabalho.

Movimentação do homem e do material - ambos se movimentam. Acontece por exemplo, em linhas de montagem, quando o homem e o material se deslocam simultaneamente.

Movimentação do material e do equipamento - O homem recebe o material e o equipamento, que se deslocam para estação do trabalho. Ex.: Na construção civil, o concreto vai até a obra, com uma bentoneira.

Movimentação do homem e do equipamento - O material permanece fixo, recebendo ação combinada dos outros dois fatores de produção.

Movimentação de homem, máquina e material – São bastantes raros. Normalmente não é necessária a movimentação dos três itens.

Assim, para cada tipo de indústria, é importante análise prévia dos tipos de movimentações que serão executadas ou combinadas para melhor escolha do arranjo físico ou de rearranjo físico. Essas movimentações irão representar, no tempo e no espaço, as funções processo e operação que ocorrem no sistema produtivo.

Segundo Antunes *et al* (2008, p. 81):

Existem basicamente duas visões que permitem observação e análise dos fenômenos que ocorrem na produção, seja ela industrial ou de serviços:

- Observar o fluxo do objeto de trabalho (material, serviços, idéias) no tempo e no espaço;
- Observar o fluxo do sujeito de trabalho (homens [trabalho vivo] e máquinas e equipamentos [trabalho morto] no tempo e no espaço.

É a partir destes dois olhares, distintos e inter-relacionados, que surgem os conceitos da função processo e da função produção.

Assim, considerando que a função processo refere-se ao fluxo de materiais ou produtos, em diferentes estágios de produção, e que a função produção refere-se à análise dos diferentes estágios, nos quais trabalhadores e/ou máquinas encontram-se relacionados ao longo de uma jornada de trabalho essas formas de movimentações certamente irão interferir num projeto de arranjo físico (ANTUNES *et al*, 2008).

2.3.1 Arranjo Físico Posicional

Esse é o caso em que o material permanece imobilizado enquanto que o homem e o equipamento se movimentam ao seu redor.

De acordo com que citam Slack *et al* (2009, p. 185) “em vez de materiais, informações e clientes fluírem por uma operação, quem sofre o processo fica estacionário, enquanto equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se a medida do necessário”.

Para Olivério (s.d, p. 158)

Com a evolução da indústria, este tipo se tornou menos importante e atualmente a sua aplicação se restringe principalmente a casos onde o material, ou componente principal é difícil de ser movimentado, sendo mais fácil transportar equipamentos, homens e componentes até o material imobilizado.

De acordo com Slack *et al* (2009, p. 185):

A razão para isso pode ser que o produto ou o sujeito do serviço seja muito grande para ser movido de forma conveniente, ou pode ser (ou estar em um estado) muito delicado para ser movido, ou ainda pode objetar-se a ser movido, por exemplo:

- construção de uma rodovia – o produto é muito grande para ser movido;
- cirurgia do coração – pacientes estão em um estado muito delicado para serem movidos;
- restaurante de alta classe – clientes se opõem-se a ir até onde a comida é preparada;
- estaleiro – produto muito grande para mover-se;
- manutenção de computador de grande porte – produto muito grande e provavelmente também muito delicado para ser movido e o cliente pode negar-se a trazê-lo para manutenção.

Este tipo de arranjo físico se caracteriza pela baixa produção, quando se pretende trabalhar apenas com uma unidade do produto, com características únicas e baixo grau de padronização, dificilmente um produto será rigorosamente igual ao outro (MOREIRA, 2001).

2.3.2 Arranjo Físico Funcional

Nesse caso as operações do mesmo tipo são agrupadas em mesmo local ou setor da fábrica, fixando máquinas e operadores com mesma especialidade, enquanto o fluxo de materiais e / ou matérias-primas são transformados por eles. Esse tipo de arranjo também é conhecido como arranjo físico por processo.

Segundo Slack *et al* (2009, p.186) “no arranjo físico funcional, recursos ou processos similares são localizados juntos um do outro”.

Para Olivério (s.d., p. 159):

Este tipo de arranjo é bastante encontrado, especialmente em ferramentarias, e é particularmente interessante onde a tecnologia de execução tem caráter preponderante em relação aos demais itens da produção. Este tipo de *layout* é de grande flexibilidade.

Os materiais se movem de um centro de trabalho para outro de acordo com a necessidade. Esse tipo de arranjo físico indica que máquinas similares são agrupadas em departamentos funcionais e o produto caminha até a máquina adequada à próxima operação. O mesmo agrupamento de máquinas e equipamentos servem a produtos diferenciados, aumentando a flexibilidade do sistema às alterações do projeto do produto ou do processo (MOREIRA, 2001).

De acordo com Harmon & Peterson (1991, p. 147) “no passado, argumentos fortes e lógicos foram apresentados a favor de agrupamentos funcionais. Entre eles:

Máquinas são relativamente complexas, e cada tipo requer meses, ou até anos, para que se adquira domínio sobre ele. O agrupamento de máquinas do mesmo tipo possibilita minimizar a complexidade das tarefas, que passam a ser executadas por especialistas naquele tipo de máquina;
A semelhança de tamanhos e formatos de máquinas do mesmo tipo simplificam a disposição de grandes números em espaços físicos menores (Quem conhece o *layout* dos tornos automáticos compreende prontamente este argumento);
Alguns tipos de máquinas tem características a produção de componentes e produtos acabados. Já que estas assim chamadas “máquinas de operação única” não precisam ser agrupadas com outras, normalmente não são vistas integráveis em células de manufatura.

2.3.3 Arranjo Físico Celular

Segundo Slack *et al* (2009, p. 187)

O arranjo físico celular é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados (ou pré-selecionam-se a si próprios) para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) na qual todos os recursos transformadores necessários a atender suas necessidades imediatas de processamento se encontram.

Uma importante característica de arranjos celulares é a redução da necessidade de operadores, pois as máquinas se localizam próximas entre si, permitindo o operador dar conta de várias máquinas de uma só vez com mínimo desperdício de tempo e movimentos (HARMON & PETERSON, 1991).

Segundo Slack *et al* (2009) os arranjos físicos celulares podem estar associados, em geral, à operação de manufatura, entretanto, os mesmos princípios podem ser, e são, usados em serviços como áreas de lanches rápidos em supermercados, maternidades em hospitais, indústrias de montagem de computadores independentemente do tamanho da organização e volumes dos produtos ou serviços produzidos.

Conforme Harmon & Peterson (1991, p. 151) “ o bom projeto de célula abrange não apenas a organização das máquinas, como também depósitos focalizados para cada célula ou grupo de células compartilhando peças e materiais”.

Assim, próximo as células é necessário a manutenção de estoques mínimos de componentes e materiais que acabam por contribuir para redução de áreas de armazenagens centralizadas.

As células trazem grandes benefícios para operações produtivas, mas para serem bem sucedidas exigem esforço para redução de tempos de *setups* e de paradas de máquinas.

Dessa forma, contribuem para redução do processamento, melhor capacitação dos operários, maior flexibilidade, redução de estoques centrais e dos tempos e custos de *setups*.

2.3.4 Arranjo Físico Por Produto

Nesse tipo de arranjo físico os materiais se movimentam obedecendo um sequenciamento de processamento.

Conforme Slack *et al* (2009) neste tipo de arranjo físico, cada produto segue um roteiro no qual a sequência de atividades coincide com a sequência dos processos arranjados fisicamente.

É um arranjo físico para produtos com alto grau de padronização, pouca diversificação e produzidos em grandes volumes e de forma contínua. O fluxo de materiais é totalmente previsível, facilitando a programação de produção. No entanto, a montagem deste tipo de arranjo físico é intensiva em capital por requerer equipamentos especializados e projetados para enormes volumes (MOREIRA, 2001).

Para Slack *et al* (2009, p. 189):

Os recursos em transformação seguem um “fluxo” ao longo da “linha” de processos. Esse é o motivo pelo qual, às vezes, esse tipo de arranjo físico é chamado de arranjo físico em fluxo ou em “**linha**”. O fluxo de produtos, informações ou clientes é muito claro e previsível no arranjo físico por produto, o que faz dele um arranjo relativamente fácil de controlar. Geralmente, é a uniformidade dos requisitos do

produto ou serviço que leva a operação a escolher um arranjo físico por produto. Exemplos de arranjo físico por produto incluem:

- *Montagem de automóveis* – quase todas as variantes do mesmo modelo requerem a mesma sequência de processos.
- *Programa de vacinação em massa* – todos os clientes requerem a mesma sequência de atividades burocráticas, médicas e de aconselhamento.
- *Restaurante self-service* – geralmente, a sequência de serviços requeridos pelo cliente (entrada, prato principal, sobremesa, bebidas) é comum para todos os clientes, mas o arranjo físico auxilia também a manter controle sobre o fluxo de clientes.

2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM NA ESCOLHA DO ARRANJO FÍSICO

Nas empresas e, particularmente nas indústrias de manufaturas, podem coexistir vários tipos de arranjos físicos em suas instalações.

Conforme Slack *et al* (2009) muitas operações combinam vários tipos de arranjos físicos combinando ou podem utilizar tipos básicos de arranjo físico de forma “pura” em diferentes partes da operação.

Para Olivério (s.d.) ao lado de uma seção de arranjo tipo departamental ou funcional, pode existir um arranjo físico por produto, ou por posição fixa.

Assim, é necessário compreender os fatores que podem influenciar na escolha de um ou de outro arranjo físico para melhor implantá-lo ou rearranjá-lo. São oito os fatores a serem estudados: material, equipamento, mão-de-obra, movimentação, espera, serviços, edifício, mudança (OLIVÉRIO, s.d).

Relativamente ao fator edifício Harmon & Peterson (1991, p. 50) mencionam algumas restrições que devem ser observadas:

- Pilares/colunas sustentando diretamente o teto ou piso acima, e paredes entre seções da fábrica cuja remoção exige grandes obras para evitar o colapso da estrutura do teto.
- Monumentos, tais como linhas de pintura, linhas de transporte, sistemas automatizados de armazenagem e acesso ou máquinas grandes que exigem fossos ou fundações (os custos de remoção ou tempo produtivo perdido pode ser proibitivo).
- Altura do teto. Máquinas e equipamentos de porte podem necessitar de tetos especialmente altos.
- Obstruções de acesso ao perímetro.
- Prédio de vários pavimentos.
- Localização das instalações de luz, gás, etc.
- Mudanças no nível do chão.
- Localização de grandes pontes rolantes.
- Dimensões das seções do edifício.
- Limites de carga do piso.

Esta lista de restrições se limita a identificar alguns fatores que podem determinar que localizações dentro de uma fábrica melhor se prestam para determinado processo, bem como aquelas áreas que podem ser inadequadas ou impraticáveis.

Esses fatores também devem ser conhecidos e considerados antes da montagem de um plano de arranjo físico. Além deles é necessário uma análise da demanda, pois o estudo do

volume e variedade dos produtos também são vitais para definição do projeto de implantação de um arranjo físico ou de seu rearranjo.

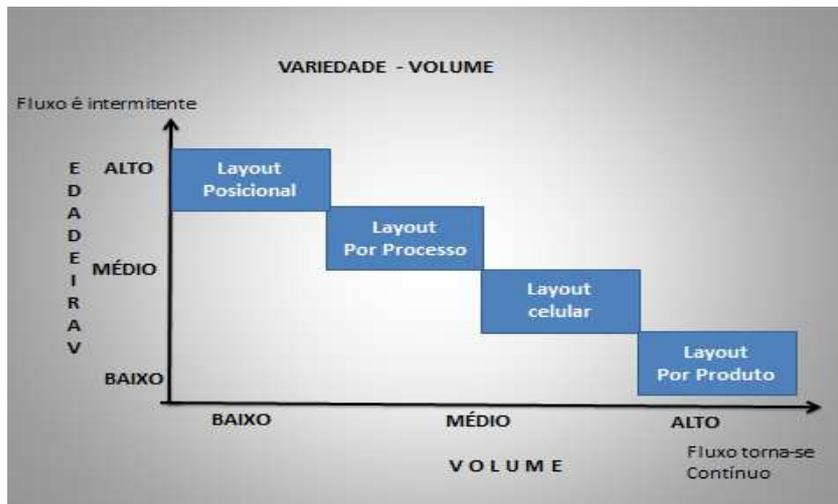
Outro aspecto, ainda, muito importante é o estudo comparativo entre os vários tipos de arranjos físicos para verificar as vantagens e desvantagens de cada um.

2.4.1 Volume-Variedade E Sua Influência Na Escolha Do Arranjo Físico

A importância do fluxo para uma operação dependerá de suas características de volume e variedade.

Quando o volume é baixo e a variedade é alta, por exemplo, o fluxo não é uma questão central. Porém, quando os volumes forem altos e a variedade baixa, o fluxo tem muita importância. No primeiro caso teremos um arranjo posicional e no segundo um arranjo físico por produto conforme demonstra a figura abaixo (SLACK *et al*, 2009):

Figura 1 – Posição do processo contínuo volume-variedade



Fonte: Slack *et al* (2009, p. 192)

Para Olivério (s.d, p. 179) é preciso analisar:

- A- Variedade de produtos, tipos e itens.
- B- Demanda de cada produto, tipo ou item.
- C- Tempo total necessário para produção de cada item.
- D- Variação ou estabilidade da demanda com tempo: dia, semana, mês, ano.
- E- Volume de vendas estimado para produtos novos ou em desenvolvimento.

Conforme afirmam Antunes *et al* (2008, p. 251):

Portanto, uma concepção mais geral implica a necessidade da adoção de layouts que permitam simultaneamente, sempre que possível, alcançar a linearização do fluxo produtivo e responder com flexibilidade às alterações do *mix* de produtos e do volume de produção.

Segundo mencionam Slack *et al* (2009, p. 193)

As características de volume e variedade de uma operação vão reduzir a escolha, a *grosso modo*, a uma ou duas opções. A decisão sobre qual arranjo específico escolher é influenciada por um entendimento correto de vantagens e desvantagens de cada um.

2.4.2 Vantagens E Desvantagens De Cada Tipo De Arranjo Físico

A seguir é apresentado uma tabela que relaciona as principais vantagens e desvantagens de cada tipo de arranjo físico estudado (SLACK *et al*, 2009):

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico

Vantagens	Desvantagens
Posicional Flexibilidade muito alta de <i>mix</i> e produto Produto ou cliente não movido ou perturbado Alta variedade de tarefas para a mão-de-obra	Custos unitários muito altos Programação de espaço ou atividade poder ser complexa Pode significar muita movimentação de equipamentos e mão-de-obra
Funcional Alta flexibilidade de <i>mix</i> e produto Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas Supervisão de equipamento e instalações relativamente fácil	Baixa utilização de recursos Pode ter alto estoque em processo ou filas de clientes Fluxo complexo pode ser difícil de controlar
Celular Pode dar um bom equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta Trabalho em grupo pode resultar em melhor motivação	Pode ser caro reconfigurar o arranjo físico atual Pode requerer capacidade adicional Pode reduzir níveis de utilização de recursos
Produto Baixos custos unitários para altos volumes Dá oportunidade para especialização de equipamento Movimentação conveniente de clientes e materiais	Pode ter baixa flexibilidade de <i>mix</i> Não muito robusto contra interrupções Trabalho pode ser repetitivo

Fonte: Slack *et al* (2009, p. 194)

2.5 PROJETO DE ARRANJO FÍSICO

Percebida a necessidade de criação ou de mudança do arranjo físico, como no presente caso motivado pela transferência fabril, passa-se para fase de estudos e elaboração do planejamento do novo arranjo físico. Esse planejamento deve levar em conta as causas que exigem as modificações e que provocaram o estudo, que deve ser sistemático visando uma “combinação ótima” das instalações industriais (OLIVÉRIO, s.d).

Pela importância do estudo e planejamento, é muito necessário dispor de tempo e que a equipe responsável obtenha o máximo de informações com devida antecedência para propor alterações no arranjo físico.

Olivério (s.d.) relaciona, ainda, que dependendo das causas podemos ter as seguintes opções envolvendo a reformulação de arranjos físicos:

- Pequenas alterações em “*plant layout*”, existente;
- Rearranjo de “*plant layout*” existente;

- Transferência para edifícios existentes ou ampliações;
- Construção de uma fábrica nova.

Segundo também Olivério (s.d, p. 145):

O “*plant layout*” abrange o estudo de instalações existentes, ou em planejamento. Procura harmonizar e integrar equipamento, mão-de-obra, material, áreas de movimentação, estocagem, administração, mão-de-obra indireta, enfim, todos os itens que possibilitem uma atividade industrial.

Assim, na fase preliminar do estudo e do planejamento, vários elementos básicos devem estar sob controle da equipe que vai estruturar os dados e as informações. Nessa etapa inicial são levantadas as causas, dados sobre dimensionamento do problema, áreas físicas disponibilizadas, infraestruturas existentes ou necessárias, recursos econômicos-financeiros orçados e, claramente, a noção dos objetivos almejados com a mudança.

A mudança física deve também refletir em alterações no ambiente de trabalho e em melhorias produtivas.

Conforme escreveu Harmon & Peterson (1991, p. 15):

Para que a modernização da fábrica seja rentável, a estrutura organizacional, ou os empregados da companhia, precisam caminhar no mesmo ritmo. Por conseguinte, conforme mudanças físicas vão sendo feitas no chão-de-fábrica, o pessoal tem de ser organizado para se adequar aos novos fluxos de produção e novas técnicas gerenciais.

Desta forma, seja qual for a razão imposta, uma alteração em arranjo físico oportuniza rever e readequar condições relevantes para melhorias do trabalho. Desta maneira, pode-se potencializar alterações comportamentais dos operadores permitindo a introdução de novas técnicas de engenharia e de gestão da produção.

Relativamente a rearranjos físicos que envolvem transferência da planta industrial para outros edifícios está relacionado a necessidade de mudanças nas condições de trabalho ou de colocação de novos equipamentos (OLIVÉRIO, s.d).

Para Olivério (s.d., p.151):

Normalmente, este problema irá existir quando as condições atuais de trabalho já não permitem atender a demanda de mercado, ou a colocação de novos equipamentos em áreas existentes.

Nesse momento, deve-se repensar nos atuais métodos de trabalho, procurar melhorá-los e introduzir modificações nas novas instalações.

Para Shimokawa & Fujimoto (2011, p. 31) “as melhorias contínuas são tão importantes para os equipamentos quanto para as rotinas do trabalho.”

Portanto, o planejamento de um rearranjo físico deve contemplar, além de uma reorganização de máquinas e equipamentos, a preocupação com as pessoas e a introdução de novos métodos e técnicas de trabalho como Sistema Toyota de Produção e Teoria das Restrições (TOC).

2.6 INTRODUÇÃO DE NOÇÕES DE TÉCNICAS MODERNAS DE PRODUÇÃO

2.6.1 Sistema Toyota de Produção (STP)

Não existe maneira de generalizar as melhorias técnicas de manufatura, porém o mecanismo da função produção, constituído do fluxo físico e de informações, pode ser utilizado para obtenção de melhorias de sistemas produtivos em qualquer ambiente (ANTUNES *et al*, 2008).

A Toyota têm servido de exemplo de como melhorar sistemas de produção e alcançar metas ambiciosas de produtividade e competitividade internacional. Seu modelo têm sido estudado e difundido em muitas companhias ocidentais.

Esta indústria japonesa, entretanto, enfrenta os mesmos desafios que qualquer outra organização, mas possui em seus sistemas bem estruturados e nas pessoas capacitadas o seu diferencial competitivo (LIKER & MEIER, 2008).

Para Harmon & Peterson (1991, p. 43)

Se duas empresas implementam exatamente as melhorias técnicas em suas fábricas e uma atinge desempenho bem superior, quais as razões para tal diferença? Via de regra, pode-se atribuí-la à atenção dispensada às pessoas e aos sistemas.

No entanto, as melhorias nos sistemas produtivos devem ser balizadas por referenciais econômico-financeiros. Na Toyota seu sistema de produção (STP) segue esta lógica na busca de redução de perdas e o princípio do não- custo. Modernamente, pode-se incluir nesta concepção outros elementos como a Teoria das Restrições (ANTUNES *et al*, 2008).

O Sistema Toyota de Produção, desta maneira, concentra-se fortemente em dois conceitos básicos: redução de custos pela eliminação de desperdícios e a busca constante de utilizar as aptidões de seus funcionários plenamente (SHIMOKAWA & FUJIMOTO, 2011).

A Toyota, como organização, incentiva seus funcionários a estarem sempre em busca das causas dos problemas e a produção de melhorias contínuas. Neste sentido, a disseminação interna de técnicas como paradas de linhas, troca rápida de ferramentas e noções sobre perdas propiciaram alterações iniciais no ambiente para elevar a qualidade do trabalho e, conseqüentemente, dos produtos.

Na Toyota, sempre se iniciou um trabalho de qualquer jeito, num sistema de tentativa e erro, para depois lidar com melhorias. Não existe maneira de começar de forma perfeita e é preciso começar, mesmo que seja de forma imperfeita, para não deixar as coisas como estão (SHIMOKAWA & FUJIMOTO, 2011).

Assim, baseado no Sistema Toyota de Produção, é possível introduzir noções básicas sobre algumas técnicas que possam somar conhecimentos para rotinas de trabalho enquanto se

processa um rearranjo físico. Posteriormente, vai se refinando e padronizando procedimentos através da melhoria contínua e introdução de outras técnicas.

A abordagem do arranjo físico, segundo Sistema Toyota de Produção (STP), consiste na busca de reduzir o transporte a zero e isto exige discutir os aspectos básicos relacionados a ele (ANTUNES *et al*, 2008).

2.6.1.1 Arranjo físico industrial – Sistema de manufaturas com células

Para compreensão da idéia de como a questão do arranjo físico se insere no Sistema Toyota de Produção (STP) é importante, entre os vários tipos de arranjos físicos, focar o estudo principalmente no arranjo físico funcional e em linha (ANTUNES *et al*, 2008).

De acordo com Slack *et al* (2009, p. 193) “ as características de volume e variedade de uma operação vão reduzir a escolha, *grosso modo*, a uma ou duas opções.”

Assim, compreendendo que o arranjo físico funcional permite a flexibilização para fabricação de uma grande variedade de produtos, num complexo planejamento, e o arranjo físico em linha (por produto) caracteriza-se pela produção de lotes grandes e pequenas variedades, típica das produções em massa; postulou-se a combinação deles para aproveitar a flexibilidade de um com a produtividade do outro. (ANTUNES *et al*, 2008).

Este arranjo físico misto entre funcional e em linha, para atender as demandas mais complexas do mercado, permitiu a criação de um sistema produtivo mais flexível que proporcionou a evolução da discussão sobre sistema de manufatura em células.

O arranjo físico celular busca ordenar e dar mais eficiência a complexidade de um fluxo que caracteriza um arranjo físico funcional (SLACK *et al*, 2009).

Frente da mudança de paradigma de produzir uma gama limitada de produtos em grandes volumes para uma grande variedade de produtos fabricados em pequenos lotes, a Toyota percebeu a necessidade de aperfeiçoar arranjos físicos para minimizar a influência dos tempos de *setups* nas taxas de utilização de capacidade. Além disto, buscou manter o ritmo do trabalho para reduzir estoques em processo (SHIMOKAWA & FUJIMOTO, 2011).

É fundamental, para implantação de células, o esforço para reduzir o tempo de *setup* de máquinas. O tempo parado de uma máquina pode gerar estoques excessivos e aumentar o tempo de processamento (HARMON & PETERSON, 1991).

Diante de que os estoques em processo devem ser pequenos, torna-se essencial a manutenção adequada das máquinas para bom funcionamento das células (ANTUNES *et al*, 2008).

A células, produzindo corretamente, devem estar interligadas com outras células e com a linha de montagem que, por sua vez, deve funcionar como uma célula de produção.

Este conceito foi desenvolvido originalmente por Taiichi Ohno na Toyota e faz parte dos métodos e técnicas do Sistema Toyota de Produção.

2.6.1.2 Parada de linha

É preciso convencer os operadores que eles podem e devem parar uma linha de produção quando se depararem com algum problema. A linha parada significa que existe um problema a ser resolvido e fazer melhorias (SHIMOKAWA & FUGIMOTO, 2011).

As pessoas são o mais importante ingrediente do sucesso dos projetos de melhoria. O pessoal operacional conhece as operações e pode ofertar idéias de melhoramentos (HARMON & PETERSON, 1991).

A prática da produção enxuta, baseada no Sistema Toyota de Produção, implica no envolvimento dos colaboradores, seja através de treinamentos, seja no seu engajamento em discussões para resolução de problemas e soluções de melhorias (ANTUNES *et al*, 2008).

Para Liker & Meier (2008, p. 36) “o que permite a Toyota perseverar a despeito dos desafios que enfrenta é a filosofia dominante na empresa, que preconiza que somente as pessoas é que são capazes de pensar, solucionar problemas e buscar aperfeiçoamento.”

Operadores são entusiasmados com a idéia de produzir e isto pode levar a uma idéia errônea de manter uma linha em movimento sem levar tão a sério problemas que possam surgir e fugir de métodos padronizados, necessários para gerar produtos de alta qualidade (SHIMOKAWA & FUGIMOTO, 2011).

A instrução de parada de máquina abre caminho para trazer às claras os problemas e, desta maneira, contribui para elevação da qualidade, segurança dos operadores e para construção de um sistema que permite a contribuição deles para um processo de melhorias contínuas.

2.6.1.3 Troca rápida de ferramentas (TRF)

De acordo com Shingo (2008, p. 51) “a TRF foi desenvolvida em um período de 19 anos como resultados de aspectos teóricos e práticos de melhorias de *setups*.”

Reduzir tempos de *setups* é a chave para eliminação de gargalos, redução de custos e melhorias do fluxo e sequenciamento.

Para Harmon & Peterson (1991) todas empresas tem de investir continuamente na redução de tempos de *setups* para obterem maiores índices de produtividade.

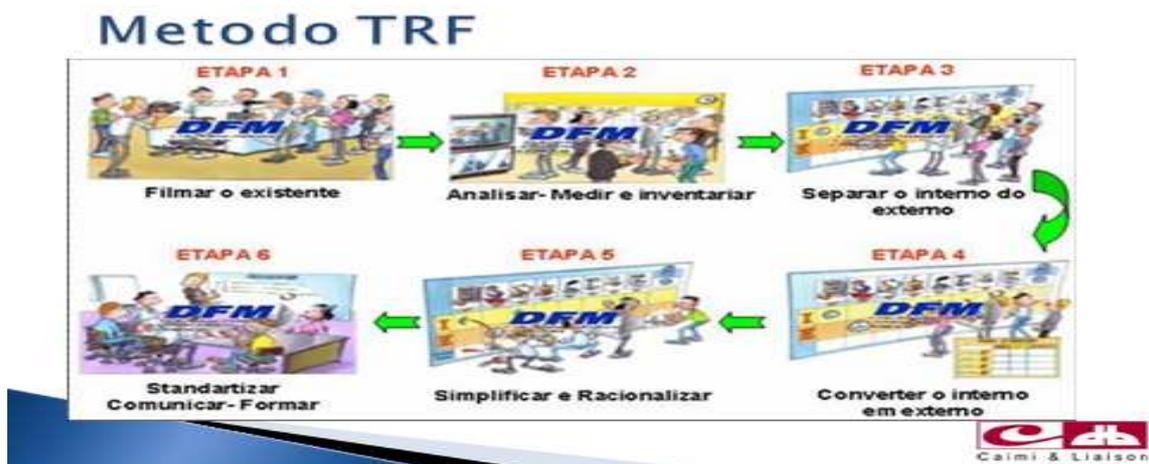
Para Antunes *et al* (2008) para estudar as operações relacionada aos tempos de preparação para troca de ferramentas e dispositivos (*setup*) considerar as atividades que ocorrem no intervalo entre a última peça boa do lote precedente ser produzida, até a fabricação da primeira peça boa do lote que subsequente.

De acordo com Shingo (2008, p. 44) existem dois tipos de *setups*:

- Setup interno (TPI – Tempo de Preparação Interno), tais como a montagem ou remoção de matrizes, que podem ser realizadas somente quando a máquina estiver parada.
- Setup externo (TPE – Tempo de Preparação Externo), tais como o transporte das matrizes já utilizadas para o almoxarifado ou transporte de novas para a máquina, operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.

Conforme Shingo (2008) deve-se fazer uma contínua avaliação da produção quer por atividade de análise, estudos de amostragem, entrevistas com operadores e até mesmo filmar as operações de *setups* para mostrar depois aos operadores. Para ele, esta última forma, provoca geração de muitas idéias para solucionar *setups* de aplicação imediata.

Figura 2 – Método TRF



Fonte – Caimi&Liaison (2012)

Assim, é muito importante a participação dos operadores para troca rápida de ferramentas e redução, por consequência, dos tempos de *setups*. Inicialmente, precisam saber o que venha ser *setup*, suas distinções entre interno e externo, reexaminar as operações e buscar racionalizá-las. De seguida, precisam praticar a técnica e assimilá-la continuamente.

Para Harmon & Peterson (1991, p. 252):

Mesmo depois de grandes melhorias nas ferramentas, equipamentos, *layout* e procedimentos terem reduzido o tempo de conversão, o desempenho contínuo quase ideal depende de empregados e supervisores motivados e conscientes. Gráficos de *setup* antes e depois da implementação das melhorias constituem uma maneira de detectar os casos em que ocorram retrocessos.

2.6.1.4 Noções sobre perdas

De acordo com Antunes *et al* (2008) o detalhamento das perdas foi proposto por Ohno e Shingo. Trata-se da noção de sete perdas:

- Perdas por superprodução: Produção por quantidade excessiva (superprodução quantitativa) ou por produção antecipada (superprodução por antecipação);
- Perdas por movimentação interna de cargas: O transporte não adiciona valor ao produto e sim aumenta os custos de produção. É preciso trabalho incessante para reduzir esta perda;
- Perdas por processamento em si: Causadas por atividades de processamento ou fabricação que são desnecessárias. Isto exige analisar a engenharia dos produtos e engenharia de processos;
- Perda por estoque: Reflete a existência de estoques superdimensionados de matérias-primas, material em processo e/ou produtos acabados acarretando elevados custos para financiá-los e necessidade de espaços físicos adicionais;
- Perdas por movimento: Estas perdas estão relacionadas aos movimentos desnecessários dos operadores quando estes estão realizando suas operações. É necessário estabelecer padrões operacionais para reduzir estas perdas;
- Perdas por espera: Relacionadas aos períodos de tempo que os trabalhadores e/ou máquinas não estão sendo utilizados produtivamente;
- Perdas por fabricação de produtos defeituosos: Associadas a necessidade de retrabalhos em virtude da fabricação de peças, subcomponentes e produtos acabados fora das especificações de qualidade.

Com estas noções repassadas para os operadores é possível iniciar um trabalho de redução de perdas já na implantação de um projeto de arranjo físico ou de sua reestruturação. Desta forma, propiciando conhecimento que irão contribuir na diminuição dos custos industriais, ganhos de produtividades e diminuição de geração de resíduos.

2.6.2 Teoria Das Restrições (TOC)

Diante da nova ótica de fabricar uma variedade de produtos sujeitos a flutuação de demanda é necessário adequar homens-máquinas, denominados centros de trabalhos, que permitam facilitar o fluxo e sequenciamento dos processos. Entretanto, é sabido que a função processo sofre restrições de capacidade que influenciam o fluxo de materiais no sistema produtivo. Essas restrições são conhecidas como gargalos.

Para o autor da Teoria das Restrições (Theory Of Constraints – TOC) a restrição de recurso é qualquer coisa física que limita o desempenho do sistema, como um todo, tais como mercado, fornecedor, máquina, materiais e pessoas. Para ele o gargalo é uma restrição que possui capacidade insuficiente (GOLDRATT, 1992).

Para Antunes *et al* (2008, p. 103) “a idéia de apresentar os conceitos da Teoria das Restrições consiste em melhorar, ampliar e principalmente aprofundar a compreensão do fenômeno produtivo.”

Assim, repassar os princípios básicos dessa teoria para os operadores e líderes da produção auxiliam a aumentar a eficácia do processo produtivo.

De acordo com Slack *et al* (2009, p. 305)

A maior parte dos processos não possui o mesmo volume de trabalho individual (ou melhor, as estações de trabalho não são perfeitamente balanceadas). Isso significa que é provável que haja uma parte do processo no fluxo do trabalho ao longo do processo. Goldratt argumenta que o gargalo deve ser o ponto de controle de todo o processo. É chamado de tambor porque ele estipula a “batida” para o resto do processo que se segue.

Para Antunes *et al* (2008) os gargalos se constituem uma restrição porque possuem a capacidade inferior as ordens de produção que correspondem as demandas do mercado.

Para evitar perdas de tempo e de modo não restringir todo processo, se faz necessário que o gargalo trabalhe o tempo todo. Para esse efeito é necessário criar e manter um estoque como reserva, denominado “pulmão”, à restrição imposta pelo “tambor”. (GOLDRATT, 1992).

Segundo Slack *et al* (2009) é necessário que se mantenha um pulmão de estoque para que o gargalo permaneça trabalhando o tempo todo.

Outro aspecto muito importante, diante da possibilidade de se limitar a capacidade da fábrica a capacidade do gargalo, torna-se necessário subordinar todos demais recursos a essa restrição.

Conforme Slack *et al* (2009, p. 305)

Devido ao fato de que restringe o *output* de todo o processo, qualquer tempo perdido no gargalo afetará o *output* de todo o processo. Assim, não vale a pena para as outras partes do processo anteriores ao gargalo trabalharem em sua capacidade máxima. Tudo o que fariam seria acumular trabalho mais adiante ao longo do processo até o ponto onde o gargalo estivesse restringindo o fluxo. Dessa maneira, alguma forma de comunicação entre o gargalo e *input* do processo é necessária para assegurar que as atividades anteriores ao gargalo não produzam a mais. Isso é chamado de *corda*.

Resumidamente, o gargalo (*tambor*) determina o ritmo da produção puxando (*corda*) e determinando a programação dos outros centros de trabalho não-gargalos. E, ainda, para garantir que nunca falte trabalho para o gargalo é necessário formar estoques de reserva (*pulmão*) antes dele.

Por outro lado, os gargalos são dinâmicos e por isso precisam ser constantemente reavaliados. Eles ocorrem por diversos motivos tais como desbalanceamento das capacidades, deficiências no processo de sequenciamento da produção, problemas relativos a manutenção,

questões relacionadas a tempos de *setups*, problemas de fornecimento de matéria-prima, problemas relacionados à qualidade dos produtos e questões relacionadas a variabilidade e sazonalidade de demanda (ANTUNES *et al*, 2008).

Conforme Slack *et al* (2009, p. 444):

Entretanto, como a demanda, o suprimento e o processo de manufatura apresentam variações não planejadas numa base dinâmica, os gargalos também são dinâmicos, modificando sua localização e severidade. Por esta razão, os *lead times* raramente são constantes ao longo do tempo. De forma similar, se os gargalos determinam a programação, os tamanhos de lote podem alterar-se ao longo da fábrica, dependendo do fato de um centro de trabalho ser um gargalo ou não.

Assim, considerando que um centro de trabalho é composto de homem-máquina, justifica-se que os operadores tenham algum conhecimento do conceito “tambor-pulmão-corda” para melhor identificar as restrições, num determinado tempo, repassando e contribuindo com informações para programação e controle da produção.

3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Neste capítulo serão abordados as técnicas utilizadas para que se efetivasse a pesquisa através de uma metodologia que permitisse a obtenção dos dados a serem analisados visando o melhor exame da situação problema proposta.

Para melhor atingir este objetivo é necessário o ordenamento dos diferentes processos que o método propicia (CERVO & BERVIAN, 1977).

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O presente trabalho de pesquisa se utilizou do método de estudo de caso é preferido no exame dos eventos contemporâneos, pois é um método que ajuda entender um fenômeno da vida real em profundidade (YIN, 2010).

O estudo de caso nos permite responder questões explanatórias de “como” e “porque” as coisas acontecem em uma determinada realidade atual.

3.2 DEFINIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE

O estudo de caso foi realizado junto à empresa Caimi&Liaison, localizada no Vale dos Sinos, contemplando a avaliação do rearranjo físico proporcionado pela mudança de localização de sua planta fabril.

Anteriormente à decisão e execução da mudança, a planta industrial da Caimi&Liaison carecia de alterações em seu arranjo físico para fazer frente as mudanças ocorridas nas demandas de seu mercado.

Com a decisão de transferência de endereço da empresa, abriu-se uma janela de oportunidade para planejar e implantar um rearranjo físico industrial que proporcionasse uma melhor disposição dos equipamentos e também pudesse facilitar a introdução de modernas técnicas de produção.

3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Foram utilizadas técnicas de observação direta buscando visualizar e registrar a disposição atual das máquinas, equipamentos, fontes de energia, outras utilidades, movimentações internas de pessoas e materiais, estoques de matérias-primas, estoques de produtos semielaborados e produtos acabados.

Outra técnica utilizada foi a observação participante através de reuniões para discussões para interpretar as dificuldades atuais e obter sugestões de melhorias para área de produção e logística da empresa. Incluiu, nesse caso, análise de documentos que envolvesse fluxos e processos de produção, estudos de arranjos físicos, tempos de paradas (*setups* internos e externos), necessidades de treinamento de operadores e discussão de cronogramas para mudança.

A observação visa adquirir conhecimento claro e preciso sobre determinada realidade e as regras que a regem para além de uma simples conjectura ou adivinhação (CERVO & BERVIAN, 1977).

Durante todo esse processo, foi procedido o levantamento de todos os documentos pertinentes bem como registro de sugestões e desenhos do arranjo físico anterior e o proposto implantado depois de muito preparo, organização e coordenação de modo não prejudicar as produções em curso.

Para Cervo & Bervian (1977) “é preciso assegurar a retenção daquilo que se quer conservar, pois a memória interna é frágil. Os apontamentos são como que uma memória exterior.”

Um trabalho de equipe que exigiu muita dedicação, planejamento e integração de interesses entre departamentos da empresa.

Como menciona Yin (2010, p.142)

A abordagem às fontes individuais de evidência, como descrita recentemente, no entanto, não é recomendada para condução dos estudos de caso. Ao contrário, um importante ponto forte de coletas de dados do estudo de caso é a oportunidade de usar diferentes fontes de evidência.

Para melhor avaliação do novo arranjo físico, foi adotado e aplicado um questionário (ANEXO I) junto aos funcionários das operações, participantes ou não do projeto inicial, cujo os principais aspectos levantados foram relacionados com as opiniões obtidas em entrevistas individuais realizada com os coordenadores dos setores de Pesquisa&Desenvolvimento, Produção, PCP, Logística, Engenharia e Manutenção.

O questionário, com questões logicamente relacionadas, permitiu a coleta de informações com critério e melhor exatidão (CERVO & BERVIAN, 1977).

Além disso, foram apurados resultados comparativos da performance industrial, antes e depois da mudança, para verificar a ocorrência ou não de melhorias do rearranjo físico industrial.

Assim, através de várias fontes de informação, foi possível buscar mais linhas de convergência na investigação para dar maior acuracidade no presente estudo de caso (YIN, 2010).

3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

Observada a disposição anterior dos recursos fabris e coletados os dados necessários, através de múltiplas reuniões com profissionais de engenharia, pcp, produção e setor de qualidade; as informações recuperadas foram analisadas e confrontadas com as opiniões expressas por autores, em literaturas diversas.

Uma leitura, denominada informativa, feita e utilizada para responder questões específicas inerentes ao objetivo deste trabalho (CERVO & BERVIAN, 1977).

Desta maneira, o autor buscou a fundamentação teórica para avaliar e apresentar conclusões relativas a todos procedimentos adotados para mudar de local a empresa Caimi&Liaison buscando reorganizar seu arranjo físico industrial na perspectiva de implementar conceitos de melhoria contínua.

Nessa etapa, foi muito importante resgatar registros documentais, fotográficos e os vários possíveis redesenhos de arranjos físicos sugeridos, durante a observação participante, e observação direta.

Os dados e coletados do questionário (ANEXO I) e relacionados com as informações, de funcionários entrevistados, permitiram melhor avaliar e retirar parte importante das conclusões do presente estudo de caso.

3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO

Durante a coleta dos dados, quer através da observação direta, da observação participante, das respostas ao questionário e as questões da entrevista; correu-se o risco da influência de experiências individuais divergentes e, conseqüentemente, perdas de tempo e foco do objetivo principal.

Outra limitação foi se deparar com a falta ou limitação de documentos importantes para análise de fluxos e processos pela sua inexistência antes da elaboração e execução do projeto.

Ocorreram também falhas no detalhamento necessário a execução do projeto. Por isso, durante a etapa de análise, foi preciso rever se as técnicas de coleta efetivamente propiciaram todos elementos que bem fundamentassem o presente estudo de caso.

Com relação à análise e proposição do no rearranjo físico ocorreram limitações de bibliografias suficientes que fundamentaram o projeto relacionados, principalmente, as questões de instalações e obras de adequação.

Finalmente, não existe possibilidade de generalizar este estudo de caso por se tratar de investigação individual de uma situação-problema única sem um padrão que possa replicar para outros casos (YIN, 2010).

4 ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta os resultados do estudo de caso, identificando a empresa estudada, sua história, seus produtos, a situação do seu arranjo físico industrial anterior, os estudos realizados e avaliação do novo rearranjo físico implantado.

4.1 A ORGANIZAÇÃO ESTUDADA

A Caimi&Liaison é uma empresa que produz e comercializa laminados sintéticos para o mercado de calçados, distribuídos em vários polos do Brasil, localizados nos estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, de São Paulo e de Minas Gerais.

Sua logística engloba a distribuição de produções locais e de produtos importados, desenvolvidos localmente para sua coleção. Para prestar melhor serviço, também produz artigos customizados de acordo com desenvolvimentos e demandas de seus clientes.

Isto requer muito planejamento para poder associar compras de matérias-primas com aquisições de produtos acabados importados da China e da Caimi do Chile, pois estes produtos tem muita perecibilidade e muita variedade já que se tratam de artigos de moda.

Outro aspecto a ser considerado, para melhor compreensão deste tipo de indústria, é que a variedade de oferta de produtos exige agilidade nas entregas de pequenas encomendas quer de produções puxadas ou empurradas para mercado.

4.2 HISTÓRICO DA ORGANIZAÇÃO

Em 2005 foi formatada uma *joint venture* entre a empresa chilena Caimi e a brasileira Liaison. Até aquele ano, desde de 1995, a Liaison apenas representava e distribuía, com exclusividade no Brasil, os laminados sintéticos da indústria chilena.

A união definitiva das duas empresas deu origem a uma pequena unidade fabril denominada Caimi&Liaison, localizada num condomínio de prédios industriais, na cidade de Campo Bom/RS. Foi neste endereço que a empresa nasceu e prosperou até quase o final do ano de 2012.

Com este novo formato organizacional, englobando uma produção industrial local, foi possível promover um atendimento diferenciado e mais ágil como demandava o crescimento do mercado de componentes para calçados no país. O produto inovador e de qualidade da empresa chilena se uniu a vocação comercial e de prestação de serviço da brasileira.

Atendendo especialmente o nicho de calçados femininos, voltado para mercado interno, a Caimi&Liaison estruturou uma atuação comercial através de uma rede de representantes e um setor de televendas voltado para atendimento de todos polos de calçados situados em diversas regiões brasileiras. Em algumas destas localidades mantem *showrooms*

primando pela apresentação de suas coleções e divulgação de seus produtos e serviços de forma uniforme, padronizada e simultânea aos lançamentos realizados em sua matriz em solo gaúcho.

Entretanto, com o crescimento de sua atuação e as constantes exigências de aprimoramento dos produtos, seu parque fabril passou a sofrer limitações de espaço físico para manter a boa performance e melhorias necessárias para sua expansão e manutenção de seu histórico de credibilidade e resultados. Por esta razão se fez necessário refletir e tomar uma decisão sobre a realocação de toda a empresa.

4.3 SITUAÇÃO ANTERIOR DO PARQUE FABRIL DA EMPRESA

Desde da reunião de toda empresa num mesmo local, no ano de 2005, foram realizados investimentos em novas máquinas e equipamentos. Optante por sempre alugar espaços físicos, a empresa se viu obrigada a distribuir seus departamentos em áreas disponíveis dentro de um condomínio empresarial.

A industrialização da Caimi&Liaison teve início com apenas três máquinas destinadas a elaboração de apenas três distintos processos. A primeira máquina, uma espalmadeira de um estágio de aplicação, permitia transferir desenhos de papéis de transferência através de processo de fusão.

A segunda máquina, uma lacadora, que se destina a lacar com adesivos ou estampar com uma película de polímero e tintas, através do uso de cilindros metálicos que possuem desenhos específicos visando dar a transparência ou aspectos manchados do couro natural. Já a terceira máquina, uma gravadora de papéis, permite produzir diferenciações nos materiais laminados com filme *transfer* coloridos ou metalizados na cor ouro, prata, bronze, cobre e outros.

Assim, o sequenciamento original da empresa se baseava em preparar uma mistura, espalmar o laminado sintético, através do primeiro equipamento e, posteriormente agregar uma estampa através do segundo equipamento. Ou vice-versa. Processos muito simples e de rápida resolução.

No máximo, *a posteriori*, ainda era possível apresentar um material laminado com filme *transfer* com algum desenho obtido de papel de transferência, o mesmo utilizado na espalmadeira, agregando um quarto processo industrial.

Evidentemente que, para estes processos ocorrerem, existia a necessidade de dispor de um laboratório para o processo de desenvolvimento e uma área de mistura de resinas, lacas e pigmentos.

Com a expansão industrial foi aumentando a necessidade de novas áreas para poder instalar os novos equipamentos, ampliar área de mistura, aumentar laboratório de desenvolvimento, criar um laboratório de controle de qualidade e expandir áreas de armazenamento de matérias-primas e produtos acabados.

Este crescimento, como já citado, aconteceu dentro de um condomínio empresarial ao longo dos últimos oito anos. Portanto, totalmente dependente de áreas disponíveis nas adjacências internas do condomínio e sem permitir a melhor planificação das operações como um todo. Alguns equipamentos, adquiridos no ano anterior, já não tiveram condições de serem instalados.

Desta maneira, a instalação de máquinas e equipamentos foi realizada em diversos pavilhões prejudicando fluxos de processos até o ponto de limitar a alocação de novos maquinários.

Mesmo dentro do setor de produção, pela disposição de espaços, os maquinários foram instalados sem poder levar em conta o melhor fluxo e sequenciamento dos processos.

As áreas de preparos e produção eram separadas demandando esforços logísticos internos e não permitindo ganhos de tempos e obtenção de melhores índices de produtividade.

As áreas de movimentação de materiais, guarda de ferramental e estoques intermediários também estavam mal dispostos dificultando rápido acesso dos operadores.

Conforme relatos dos entrevistados, ocorriam muitas perdas de tempo, retrabalhos e muitos desgastes físicos dos operadores, como por exemplo citaram, a necessidade de ajustes dos químicos que precisavam retornar ao setor de mistura a mais ou menos 50 metros de distância da área industrial.

Também mencionaram os constantes e longos percursos da empilhadeira e operador, independentemente de questões climáticas, para efetuar embarques, desembarques e movimentações de cargas entre pavilhões, separados por aclives e declives; gerando tempos de esperas, gastos com combustível, desgastes no equipamento e no próprio operador.

Em resumo, grandes dificuldades para os fluxos dos processos e atendimento produções intermitentes com mais agilidade. Não somente as entregas começaram a ficar prejudicadas, mas também os custos com as perdas gerais passaram aumentar em todos sentidos.

4.4 DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PROCESSOS INDUSTRIAIS DA EMPRESA

O laminado sintético, popularmente conhecido como “vinil”, é resultante de um processo físico-químico através do qual se impregna substratos textéis com polímeros plásticos a base de resinas de poliuretano (PU) ou policloreto de vinila (PVC). A camada

plástica formada recebe, por um processo de fusão, desenhos de papel de transferência (*release paper*³) que imitam características do couro natural.

A Caimi&Liaison somente produz laminados sintéticos a base de resinas de PU. O processo inicial consiste em preparar uma mistura deste tipo de resina com solventes e pigmentos. A seguir aplica-se uma ou duas camadas destas misturas, denominadas “capas” ou “camadas”, através de espalmadeiras, sobre uma base têxtil coagulada também em PU.

Posteriormente, a este processo, pode-se aplicar outros para provocar mais diferenciação nos materiais e aproximá-los dos aspectos do couro natural. Assim, em seguida é possível preparar tintas para, através de uma lacadora, dar um aspecto de transparência ou de manchas do couro. Tanto na primeira situação como na segunda, os materiais já poderiam ser revisados e serem expedidos para os clientes.

Entretanto, a Caimi&Liaison sempre buscou diferenciar seus materiais e melhorar sua prestação de serviços aos clientes. A partir de novos e constantes desenvolvimentos, elaborados no laboratório interno e com base nas pesquisas de moda sempre atualizadas, ocorreu um incremento nas etapas para aprontar seus produtos de modo diferenciá-los cada vez mais.

De um processo simples de preparar misturas químicas e, posteriormente, aplicar na espalmadeira e lacadora; nos últimos tempos estes processos convivem com o fluxo e sequenciamento em outros maquinários para reprodução de gravações, aplicação de *transfers*, processos de umedecimento e secagem.

Partindo de dois a três processos iniciais, a partir do setor de mistura, atualmente a empresa convive com cinco a sete processos de forma intermitente e com produções variadas em pequenos e médios lotes.

4.5 LISTAGEM DOS PRINCIPAIS PROCESSOS

É preciso compreender cada um dos processos envolvidos na laminação dos sintéticos para poder entender quanto um arranjo físico mal formatado e dimensionado pode provocar interrupções de produção, incremento de *setups*, desconsideração de possíveis gargalos, perdas de materiais e de produtividade dos operadores e máquinas. Cada um dos processamentos abaixo descritos demanda tempos diferenciados de execução.

Desta forma, são listados a seguir os principais processos que, na ordem apresentada, poderia representar um sequenciamento de sete processos factíveis de serem demandados e executados na indústria.

³ *Release paper*: Papel desmoldante, reticulado com silicone, usado para revestimento dos materiais transferindo desenhos gravados nele.

Faltaria apenas incluir um último processo que é a da revisão final do produto acabado para seguir para expedição e ao cliente:

- Pesagem / mistura: Este processo, com base na formulação e tempo indicado no receituário, pesa e mistura os elementos químicos através de um agitador elétrico;
- Espalmagem: Este processo físico-químico se constitui na transferência, por fusão, de desenhos de papéis *release* para camadas de polímeros que irão impregnar uma base têxtil revestida de poliuretano (PU). Este processo se utiliza de uma espalmadeira (Fotografia 1);

Fotografia 1 – Espalmadeira



Fonte – Caimi&Liaison (2012)

Fotografia 2 – Lacadora



Fonte – Caimi&Liaison (2012)

- Lacagem / estampagem: Consiste na aplicação de películas de polímeros e tintas, através de cilindros metálicos com desenhos específicos de uma lacadora (Fotografia 2), que irão dar ao material sintético mais transparência e aspectos manchados do couro natural.
- Gravação por cilindro: Este processo visa produzir diferenciação nos produtos finais, através cilindros metálicos ou siliconados aquecidos, transferindo desenhos que correspondam as pesquisas particulares da empresa. Além disto, este tipo de gravação propicia maior profundidade permitindo efeitos diferenciados e muito mais próximos a couros de animais exóticos como cobras, lagartos, crocodilos, peixes e outros que estiverem na moda;
- Laminação: É o processo de aplicação de filmes *transfers*, através de uma laminadora (Fotografia 5) compostos com desenhos ou metalizados, que cobrem total ou parcialmente os materiais;
- Gravação por papel: Muitas vezes pós aplicação de um filme *transfer* se faz necessário reaplicar a gravação do papel *release* buscando dar um efeito diferenciado sobre o filme;
- Umedecimento / secagem dos materiais: Os *tumblers* úmidos (Fotografia 4) e secos (Fotografia 5) funcionam como fulões e secadoras, respectivamente, usados para melhorar o toque e a maciez dos produtos finais.

No mínimo sete processos, como listados acima, que em algumas indústrias de laminados de sintéticos podem ainda incluir o uso de máquinas de pinturas *spray* e prensas

hidráulicas para aumentar efeitos do couro natural. Evidentemente aumentando a complexidade dos fluxos e sequenciamento dos processos.

Fotografia 3 – *Tumbler* seco



Fotografia 4 – *Tumbler* úmido



Fotografia 5 - Laminadora



Fonte – Caimi&Liaison(2012)

Fonte – Caimi&Liaison (2012)

Fonte – Caimi&Liaison(2012)

Dependendo, assim, da composição, da quantidade e similaridade dos maquinários a planificação do arranjo físico poderá se constituir numa disposição funcional, celular ou mista.

4.6 APRESENTAÇÃO DO ARRANJO FÍSICO ANTERIOR

A Caimi&Liaison, desde da data de sua fundação no ano de 2005, estava localizada num condomínio industrial situado às margens da RS-239, Km 06, na cidade de Campo Bom/RS.

Este condomínio abrigava, além da Caimi&Liaison, uma grande empresa de logística internacional, uma outra indústria química e servia também para depósito de uma empresa de calçados. Era formado de vários pavilhões, de diversas metragens quadradas, dispostos num terreno acidentado e que possuía aclives e declives que dificultavam o trânsito, principalmente de empilhadeiras, para transporte e transferência de materiais, matérias-primas e produtos acabados entre os prédios.

Por sua vez, nas fases de crescimento e necessidade de ampliação da empresa, a Caimi&Liaison sempre ficou dependente da disponibilidade de prédios que por ventura fossem desocupados. Assim, ao longo dos últimos oito anos, a empresa se viu obrigada a ocupar espaços cujas distâncias variavam de 50 a 400 metros de distância (vide anexo II A).

Seus dois prédios principais eram compostos por áreas de 2.199m² e de 1.500m² onde, respectivamente, localizavam-se os setores de logística e a planta industrial. Como havia diferença de nível entre estes dois pavilhões, a área de armazenagem e expedição era interligada, internamente, por um elevador de carga à planta industrial. Isto facilitava o transporte das bases coaguladas em PU para indústria e, em sentido oposto, os produtos acabados para o setor de logística.

Os escritórios da área administrativa/financeira, comercial e compras estavam estruturados no mesmo pavilhão do setor de logística, que incluía um “pulmão” de bases coaguladas em PU e a expedição dos produtos acabados.

No mesmo nível do armazém de expedição, ainda, havia um outro pavilhão, com metragem aproximada de 400m², onde estavam instalados todos os *tumblers* e a mini-planta para testes de laboratório e produções de meia largura.

Em frente deste prédio, separado por um arruamento, estava localizada a área de pesagem e mistura dos químicos num pequeno prédio de 185m².

Assim, resumidamente, no mesmo nível de terreno e na mesma rua do condomínio, de um lado havia o pavilhão que englobava os escritórios e o armazém da logística. De forma contínua, separado por um corredor em área externa, se localizava o prédio dos *tumblers* e da mini-planta industrial. Do outro lado da rua, no início desta, estava instalada a central de gás GLP, no meio a subestação de energia elétrica e os vestiários e, no final desta rua, o prédio que abrigava a área de pesagem e mistura.

No final desta rua do condomínio, virando-se a esquerda, se iniciava um declive de um outro arruamento que se podia visualizar e acessar a entrada da área industrial. Ficava logo abaixo do prédio dos *tumblers* e da mini-planta (ANEXO II B). Junto à porta de entrada da área industrial, havia um pequeno prédio que abrigava o laboratório de qualidade e testes físicos, setor de Recursos Humanos (RH), sala de treinamento, outro vestiário e o setor de afino das misturas numa área de 230m².

Dentro do prédio industrial havia um pequeno mezanino que abrigava, na parte de cima, os escritórios vinculados a produção como os setores de PCP, medicina e segurança do trabalho, coordenação da produção e a diretoria de operações responsável pela produção e toda logística da empresa. Embaixo do mesmo se localizava toda área de pesquisa e desenvolvimento, engenharia e laboratório de desenvolvimento e produção de amostras (ANEXO II B).

Relativamente ao arranjo físico das máquinas e equipamentos foi disposto e construído conforme se foi adquirindo e implementando novas tecnologias. Quando se adentrava no prédio industrial era possível ver três equipamentos instalados junto à parede da esquerda do portão de entrada. Lá estavam as três primeiras máquinas: a espalmadeira, a gravadora de papel e a lacadora.

Além dos equipamentos acima, a planta abrigava junto a parede da direita uma nova espalmadeira com dimensões que ocupavam quase todo alinhamento desta parede. No centro da indústria foram instalados uma gravadora de cilindro e uma laminadora para aplicação de

filmes *transfers*. Os espaços restantes, no centro, eram ocupados com produtos semi-elaborados e próximo a entrada ficava a revisora dos papéis *release*, outro dispositivo para armazenagem de papéis em uso e as revisoras de produtos prontos.

As matérias-primas estavam armazenadas em outros armazéns distantes da fábrica. As resinas químicas, lacas, solventes e pigmentos estavam dispostas num armazém, destinado especificamente para este fim e determinado pela administração do condomínio. Seguindo o declive do arruamento de acesso a fábrica, a mais ou menos 150 metros de distância. Ocupava uma área 110m².

Já o grande estoque de bases coaguladas em PU e filmes *transfers*, importados da Ásia, estavam armazenados noutro pavilhão que ficava quase na entrada do condomínio a mais ou menos 400 metros da área fabril. Neste pavilhão também ficavam guardadas produtos prontos importados para comercialização. Periodicamente, estes materiais precisavam ser transferidos para área de logística junto a fábrica tornando mais longo o fluxo de materiais (ANEXO II C).

4.7 – ESTUDOS E PLANEJAMENTO DO REARRANJO FÍSICO

4.7.1 Formação de equipes de planejamento e respectivas atribuições

O planejamento de transferência e rearranjo físico de uma indústria requer, primeiramente, a formação de equipes de estudos para levantamentos da situação atual, detalhamento das condições e necessidades, orçamentação dos recursos e a formação de uma lista de atividades, cronologicamente enumeradas e responsabilizadas. Além disso, é fundamental que se envolva várias áreas de interesse e que seja liderada por alguém que, em última instância, responde por todo ou parte significativa do projeto.

Dessa maneira, foi formada uma equipe cujos membros eram originários somente da área de operações (produção e logística). Presentes estavam os líderes da produção, da logística, da manutenção, da engenharia, da medicina e segurança do trabalho e o responsável pelo laboratório de desenvolvimento. A liderança foi exercida pelo o Diretor de Operações.

Esta equipe realizou visitas para conhecer as instalações e as condições pré-existentes no novo endereço. Durante estas visitas, foi iniciada a documentação fotográfica, medições e registro de todas informações sobre os novos prédios. Assim, foi possível conhecer a realidade do que se havia exposto anteriormente nas reuniões e formatar, em cada membro da equipe, uma construção mental do desafio que havia pela frente. E esta visão espacial, repetida mais de uma vez no local, propiciou um nivelamento na equipe para as discussões, estudos e projeções de um novo arranjo físico para indústria e área de logística.

Foi formada uma segunda equipe para estudos das instalações e arquitetura de áreas de apoio não industriais, escritórios e redes de informática e de comunicação. Era composta por membros da área de controladoria, informática, administração e comercial sendo liderada pela Direção Geral. Este também teve sob sua orientação e coordenação todas questões envolvendo licenciamentos, regularizações, discussões e aprovação final da construção de um prédio para abrigar matérias-primas e área de mistura e pesagem.

A participação desta segunda equipe foi fundamental para apoiar com instalações de sistemas informáticos (TI) e devidas regularizações, pela área de controladoria, da criação de uma filial devidamente registrada nas Receitas de âmbito federal, estadual e municipal. Esta iniciativa permitiu iniciar as transferências de máquinas, equipamentos, matérias-primas, produtos semi-elaborados e produtos acabados entre endereços: antigo e novo. Permitindo, assim, todo início regularizado e ordenado do processo de mudança.

Além disto, com apoio da TI, foi possível instalar *modems* e sistema *wi-fi*, no endereço antigo, para não se perder devidos apontamentos informatizados das ordens de fabricação que correspondiam as execuções de pesagens e misturas. Um dos últimos setores a serem transferidos, mas extremamente fundamental no processo industrial da empresa.

Paralelamente, esta outra equipe se dedicava estudar os escritórios e todas outras necessidades que atendessem o conforto, a saúde, segurança, condições de trabalho, as questões fiscais e as necessidades de comunicação interna e externa no novo endereço. As duas equipes trocavam idéias informalmente e, quando necessário, as lideranças promoviam reuniões formais para confronto de idéias, determinação de responsabilidades, revisão de etapas, conexão de atividades e muito para acompanhamento dos orçamentos previstos *versus* realizados.

Houve uma interação muito expressiva entre as duas equipes. No avanço dos estudos de arranjos físicos, muitas idéias foram trocadas entre elas e, principalmente, sobre questões relativas as instalações de estruturas e cabeamentos da rede de informática, pois os apontamentos de produção requeriam pontos de informática da empresa. Por sua vez, o setor de TI necessitava do apoio da manutenção interna e de terceiros que estavam atuando no parque fabril.

4.7.2 Condições do novo prédio

Após devidas visitas, efetuadas pelas equipes de planejamento, elas passaram a analisar com profundidade as condições da nova estrutura predial com intuito de tirar melhor proveito de suas instalações.

A nova estrutura predial era composta por dois pavilhões (ANEXO III A). Um com área em torno de 5.400m² e o outro de 1.500m² afora outras áreas como casa das bombas, subestação de energia e caixa d'água . Portanto, totalmente suficientes para instalação da indústria, escritórios e área de armazenagem de produtos prontos.

Faltava, entretanto, um armazém que comportasse a armazenagem das matérias-primas e pudesse ainda incluir o setor de pesagem e mistura que, obrigatoriamente por segurança, deveria ficar fora da fábrica e próxima ao depósito dos materiais químicos. A necessidade de construir um prédio foi também considerada desde do projeto inicial. Sua execução foi devidamente incluída no orçamento e cronograma da mudança.

No novo local, anteriormente, havia funcionado uma fábrica de calçados e estava relativamente abandonado exigindo diversas manutenções em redes elétricas, hidráulicas, revisão das condições de telhado e respectivo calhamento, reparos na rede pluvial, limpezas e pinturas em geral.

A parte dos escritórios exigiu reforma completa no que tange a rede elétrica, reparos nos tetos em gesso, consertos e instalação de ar condicionado e construção de novas divisões dos escritórios definidos pela Direção Geral da empresa.

4.7.3 Principais pontos considerados no estudo de rearranjo físico

Nos levantamentos realizados pela equipe de operações foram verificados as seguintes situações:

- Situação do piso: Foi constatada necessidade de refazer todo piso com cargas dimensionadas para suportar os pesos distribuídos dos maquinários e equipamentos da empresa. No armazém de expedição de produtos prontos também se teve o mesmo procedimento.
- Situação do perímetro predial: Foi verificado que a área total era extremamente aproveitável para implantação de uma indústria de laminados sintéticos, pois não havia paredes divisórias internas. Um prédio com largura aproximada de 40 metros era dividido e sustentado, centralmente, apenas por colunas equidistantes a cada 10 metros, no sentido do comprimento, e 20 metros, no sentido da largura.
- Colunas: Com base nas primeiras observações, foram necessários estudos aprofundados relativamente as colunas laterais e de centro para que pudessem suportar o anel formado pelas redes de termofluido, água, ar comprimido e as redes de energia elétrica.
- Telhas: As telhas de cobertura também mereceram atenção para determinar locais de fixação de luminárias e de passagem das exaustões das diversas máquinas. Com relação a este último aspecto o que ajudou é que o prédio era dotado de telhas de fibras transparentes intercaladas com as telhas de cimento num espaçamento de em torno de três metros cada. Estas telhas

tinham como ser perfuradas e serem resinadas para isolamento das tubulações a serem transpassadas evitando, assim, possibilidades de infiltração de águas de chuva.

Fotografia 6 – Início das obras



Fonte – Caimi&Liaison (2012)

Fotografia 7 – Início das instalações



Fonte – Caimi&Liaison (2012)

- Altura (pé direito): Foi apurado que o prédio destinado a indústria possuía um “pé direito” de oito metros. Isto além de facilitar todas instalações contribuiria com a ventilação para os maquinários e conforto dos operadores. Já o prédio para área de logística, onde funcionaria o armazém de produtos acabados e expedição, também possuía uma boa altura igual a seis metros.

- Condições de ventilação: Além de ótima altura, os dois prédios mencionados acima possuíam um sistema de ventilação natural proporcionado pelos portões e por um sistema de alçapões construídos em toda extensão de suas duas respectivas paredes.

- Condições de acesso: Foi verificado que o prédio industrial possuía três portões laterais. Destes, dois localizados aos fundos das suas duas laterais e outro também na lateral mais a frente. Havia, ainda, uma porta aos fundos dando acesso aos vestiários, refeitório e futuro setor de RH. O prédio destinado a logística possuía dois portões numa única lateral, de forma equidistante, permitindo destinar um para recebimento de cargas e outro para expedição de produtos acabados. Além disto, uma pequena porta para acessar a futura área de compras (ANEXO III A).

Desta maneira, no que se referia ao estudo voltado para reinstalação das operações (produção e logística) em novo endereço; as condições acima foram os primeiros aspectos estudados. Somente após a análise criteriosa e a obtenção da solução, se necessário para cada um destes itens, é que foi dada a partida para os demais desdobramentos do planejamento da mudança e rearranjo físico.

- Outras condições apuradas: Relativamente a rede elétrica já existia uma subestação e transformadores bem dimensionados e compatíveis. Mesmo no que se referia ao fornecimento

de água, muito utilizada nos resfriamentos de cilindros, o local contava com poço artesiano homologado e com uma caixa d'água com capacidade de 70 mil litros. Era um prédio industrial que contava com instalações de banheiros, vestiários (feminino/masculino), refeitório e um mezanino dentro da área industrial capaz de abrigar, na parte superior, toda estrutura da área de apoio à produção e os laboratórios. Assim, sem necessidade de reduzir espaços industriais.

4.7.4 Estudos do rearranjo físico industrial

A prioridade inicial foi dada ao rearranjo físico industrial para que, a partir dele, se obtivesse uma vista em planta baixa de todos equipamentos (ANEXO III B). Foram necessárias várias medições no novo prédio e o redimensionamento correto de cada equipamento.

Além disto, era necessário determinar que tipos de equipamentos poderiam formatar um rearranjo físico funcional e outros que poderiam englobar a formatação de outros tipos de rearranjos. Em volta e acima deles todo anel de fornecimento das utilidades necessárias, com mínima extensão, de modo não se perder rendimentos e promover menores consumos e esforços da área de utilidades.

Desta forma, o planejamento previu a construção de dois anéis que suprissem os dois lados da fábrica com energia elétrica, água refrigerada e ar comprimido. Entretanto, o anel da rede de termofluido pelo seu peso, necessidades de melhor fixação e para menor perda de rendimento de calor; foi estipulado que apenas deveria ser estabelecido num único lado da fábrica e o mais próximo das caldeiras. Assim, sua sustentação seria fixada apenas em colunas de uma lateral e as do meio do prédio (ANEXO III C).

Muitos tipos de arranjos físicos foram estudados considerando também outros fatores como acessibilidade a todas máquinas, movimentação de materiais, segurança e conforto para os operadores e facilidade de visualização, variedade/volume e controles da produção.

Relativamente a indústria, os arranjos conhecidos como funcionais e celulares foram os que mais chamaram atenção da equipe que buscou analisá-los com mais profundidade. Entenderam que não haveria como implementar outros tipos de arranjos físicos como posicional ou por produto.

Para montagem e execução dos desenhos dos arranjos físicos propostos, foi considerado que os tipos de maquinários e equipamentos deveriam ser dispostos segundo um arranjo físico funcional e, neste sentido, na melhor localização considerando aspectos de maior ou menor necessidade de óleo aquecido e que obedecessem a facilitação do fluxo e

sequenciamento da produção. Minimizando, assim, movimentações e acúmulos de produtos semi-acabados (ANEXO III C).

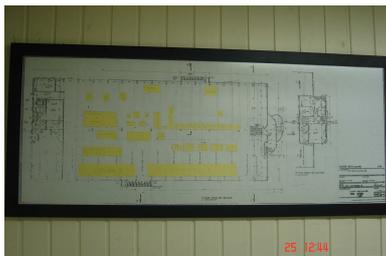
Os equipamentos que compunham a mini-planta, as revisoras, os *tumblers*; entretanto, poderiam ser arranjados numa formatação celular. Estes exigiram um novo estudo, pois inicialmente os 12 *tumblers* foram dispostos lado a lado ocupando muita área. Para corrigir, foram dispostos em duas fileiras de seis em seis, frente a frente (ANEXO III D).

Esta alteração requereu uma pequena extensão da rede de termofluido para outro lado da fábrica formando um pequeno anel de tubulações de óleo térmico para suprir e fornecer calor para os *tumblers* úmidos e secos. Um subanel que exigiu a construção e colocação de pilares metálicos para sustentar uma subrede de tubulações de termofluido (ANEXO III E).

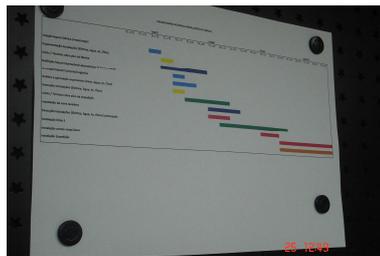
Os corredores também foram estudados e considerados de extrema importância para que pudessem contribuir com a melhor movimentação dos materiais e segurança dos operadores. Assim, dimensionados os espaços e alocadas as máquinas sobre uma planta baixa fixada sobre uma placa de isopor, originou-se a formação dos corredores verticais e horizontais. Sempre da forma mais retilínea possível formando paralelas dentro da fábrica, facilitando futuras demarcações.

Para este estudo inicial, as máquinas e equipamentos foram representados por pequenos papelotes, recortados obedecendo a escala da planta baixa conforme fotografia 8, buscando dar a real representatividade do dimensionamento de cada máquina e equipamento.

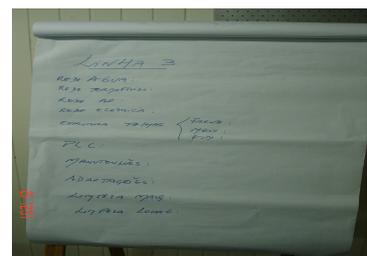
Fotografia 8 – Planta inicial



Fotografia 9 – Cronograma



Fotografia 10 - Instruções



Fonte – Caimi&Liaison(2012)

Fonte – Caimi&Liaison(2012)

Fonte – Caimi&Liaison(2012)

Pelo porte e peso dos equipamentos, por suas características individuais, por suas necessidades energéticas e pela busca do melhor fluxo e sequenciamento de produção; a equipe tinha pouco espaço e tempos para errar conforme cronograma e instruções repassadas, como ilustradas, respectivamente, pelas fotografias 9 e 10. Principalmente, quanto ao suprimento do aquecimento por óleo térmico, que dependia de tempos certos para desinstalação e reinstalação por terceiros, e pela noção firme de oportunizar um melhor e claro fluxo operacional.

Somente depois de muita análise e reprodução de vários arranjos físicos se chegou a planta industrial ideal. Esta foi transferida para reprodução em sistema CAD e várias cópias fizeram parte das reuniões e discussões com fornecedores.

Depois de muitas discussões e análise, verificou-se que o arranjo físico definitivo das máquinas deveria considerar que as duas espalmadeiras, as duas lacadoras, a gravadora de cilindro, laminadora e gravadora de papel deveriam ser dispostas funcionalmente.

Desta forma, priorizando necessidades de aquecimento e rendimento do termofluido, as espalmadeiras foram previstas junto a parede mais próxima da central de utilidades, localizada na parte externa do prédio.

Já para as lacadoras foram projetadas localizações quase lado a lado e separadas por um corredor e, a frente de uma delas, a gravadora de cilindro e a laminadora de aplicação de filmes *transfers*. A equipe, pensando também numa necessidade futura de uma outra gravadora de cilindro e outra laminadora, previu um espaçamento vazio à frente da uma lacadora. Desta forma, numa visão expansionista, a fábrica poderá possuir duas linhas compostas por lacadoras, gravadoras de cilindro e laminadoras. Tudo lado a lado.

Evidentemente que estas alusões ao futuro somente poderão ser aplicadas com a otimização máxima de utilização tanto da gravadora de cilindro como da laminadora atuais. Mesmo sendo aparente gargalos, nos dias de hoje, o uso delas em outro turno poderia contornar também esta situação. Cabe salientar que a fábrica atua em apenas num turno diário.

Todos principais equipamentos foram previstos num único lado da fábrica dando origem ao projeto do anel de suprimentos de todas utilidades como a rede termofluido, energia elétrica, ar comprimido e água refrigerada. Priorizando, como já mencionado, atenção especial para rede de óleo térmico que deveria formatar um único anel mais próximo da localização das caldeiras.

Do outro lado, apenas a gravadora de papel e as três células compostas pelos *tumblers*, mini-planta e revisoras.

Durante este processo de planejamento, também já eram discutidas as necessidades de obras de instalações, manutenções, reformas e adaptações que se faziam necessárias para os maquinários. Tudo seguindo ordenamento das enumerações, de cada equipamento, dispostos sobre a maquete.

Relativamente a área de logística, após dimensionamento do pavilhão existente e previsto para guarda e expedição de produtos prontos, foram apresentados também alguns modelos de arranjos físicos. A opção final foi por aquele que mais facilitava o fluxo de

armazenamento, *picking* e expedição dos produtos acabados. O início de sua montagem foi simultâneo a transferência e montagens do rearranjo físico fabril. Abaixo as fotografias numeradas de 11 a 13 ilustram as montagens destas áreas:

Fotografia 11 – Logística



Fotografia 12 – Logística

Fotografia 13 - *Picking*

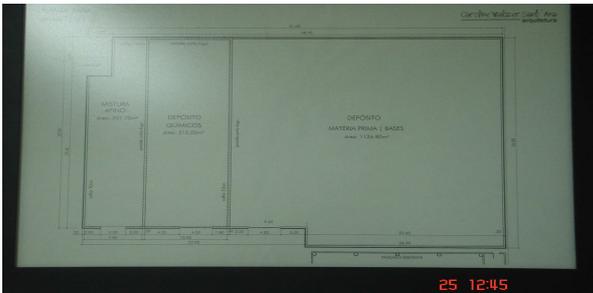
Fonte – Caimi&Liaison(2012)

Fonte – Caimi&Liaison(2012)

Fonte – Caimi&Liaison(2012)

O armazém para depósito de matérias-primas e nova área de mistura exigiu, inicialmente, um desenho que apresentasse apenas os respectivos perímetros das áreas necessárias para armazenagem dos substratos têxteis, dos químicos e área de mistura conforme apresentado na fotografia 14. Com base neste desenho simples, já realizado em escala, é que arquitetos e engenheiros contratados deram início ao projeto de construção de um novo pavilhão com área total aproximada a 1.900m², cujo início da construção é mostrada abaixo pela fotografia 15. Com este croqui elaborado pode-se concluir todos os rearranjos físicos e visualizar o novo fluxo de materiais dentro da nova fábrica (ANEXO IV e V).

Fotografia 14 – Croqui Armazéns Matérias-Primas



Fonte – Caimi&Liaison (2012)

Fotografia 15 – Início das obras



Fonte – Caimi&Liaison (2012)

4.8 INTRODUÇÃO DE TÉCNICAS MODERNAS DE PRODUÇÃO

Para tirar maior proveito do rearranjo físico industrial foi realizada, durante as fases de planejamento e execução, uma série de reuniões e treinamentos para os operadores obterem noções sobre técnicas modernas de produção, realização de testes operacionais e implantação no transcorrer da transferência e reinstalação de cada máquina.

Um destes eventos foi um seminário, organizado pela Engenharia, visando transmitir conhecimentos sobre o Sistema Toyota de Produção e seus métodos e princípios como parada de máquina, troca rápida de ferramentas (TRF) e um projeto de redução de perdas. Este

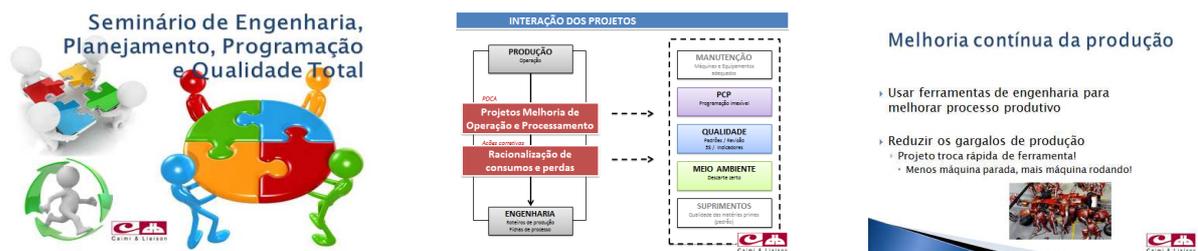
último para discutir as ações para atacar as perdas de bases coaguladas PU, papéis *release* e lacas químicas.

Também foi apresentado noções sobre a Teoria das Restrições (TOC) que, após apresentação de vídeo a respeito, produziram debates e trabalho prático buscando identificar possíveis gargalos na realidade da fábrica e medidas para encontrar soluções.

Na sequência, ocorreram muitos treinamentos práticos buscando reduzir tempos de *setups* internos e externos com as equipes de operadores de cada máquina. Prática que foi introduzida e segue sendo implementada.

Com relação ao projeto de redução de perdas, as equipes operacionais levantaram todas possíveis causas e, para melhor resultado, foram providenciadas a redução ou eliminação, prioritariamente, as perdas de bases coaguladas em PU. Estas perdas têm consequências sobre as perdas de papéis e químicos.

Figura 3 – Slides do seminário de engenharia



Fonte – Caimi&Liaison (2012)

A partir de eventos como este e as ações práticas implantadas, presenciou-se a redução de *setups*, redução nas perdas de bases coaguladas e nas perdas gerais da indústria.

A melhor disposição de máquinas e respectivas ferramentas ajudou na redução de movimentações, na disposição de espaços para estoques em processo, no sequenciamento e no ambiente de trabalho como um todo.

De acordo com os operadores e líderes dos setores de operações da empresa, as noções sobre técnicas modernas de produção, simultaneamente testadas e/ou implantadas enquanto se implantava o novo arranjo físico, muito contribuíram para as primeiras melhorias observadas.

4.9 AVALIAÇÃO DO REARRANJO FÍSICO INDUSTRIAL IMPLANTADO

O rearranjo físico definitivo, finalizado no mês de outubro de 2012, influenciou na melhoria de alguns resultados apurados, na logística interna de materiais e produtos acabados, nos fluxos das operações, nas condições de trabalho e algumas reduções de perdas.

Estas melhorias influenciaram na obtenção de melhores indicadores que a seguir passam a ser apresentados:

4.9.1 Avaliação do rearranjo físico industrial pelos colaboradores

Posteriormente à conclusão do rearranjo físico industrial foi elaborado um questionário (ANEXO I) e aplicado numa amostra de 18 colaboradores, participantes ou não do planejamento do rearranjo físico, conforme distribuição abaixo:

Tabela 2 – Amostra dos colaboradores que responderam o questionário

SETORES	PARTICIPANTES DO PLANO DE REARRANJO FÍSICO (39%)	NÃO PARTICIPANTES DO PLANO DE REARRANJO FÍSICO (61%)
Produção	2	4
Manutenção	0	2
Qualidade	1	
PCP	0	2
Engenharia/Lab Desenv	3	1
Compras		2
Segurança Trabalho	1	0

Fonte – O autor (2013)

Dentre outras respostas obtidas, resumidamente, os colaboradores apontaram como as principais melhorias já percebidas:

- Melhor disposição de máquinas e equipamentos;
- Maior conforto e segurança para os colaboradores;
- Melhores espaços para movimentação (corredores);
- Maiores espaços para organizar estoques na fábrica;
- Melhor iluminação natural;
- Melhor ventilação;
- Melhoria no rendimento das máquinas;
- Maior proximidade de depósitos/armazéns;
- Melhoria em pontos de acesso (portas / portões);
- Melhoria no ambiente de trabalho.

Importante salientar que em 72% das respostas indicaram que não acreditam que somente o novo arranjo físico industrial possa contribuir para melhorias de eficiência da produção. Por outro lado, 89% dos colaboradores pesquisados acreditam que o rearranjo físico implantado aliado às novas técnicas de operação industrial testadas e/ou implementadas podem contribuir para melhorias na produção citando como principais melhorias: redução de *setups*, redução de perdas, melhoria no fluxo e sequenciamento da produção e maior motivação e engajamento do pessoal.

Os coordenadores de operações entrevistados apresentaram opiniões que convergiram com a maioria das respostas obtidas pelo questionário.

O coordenador da manutenção apontou que o rendimento da rede de termofluido permitiu a empresa atuar apenas com uma caldeira de 1.200 Kg/Cal deixando as outras duas interligadas na rede, de 700 Kg/Cal e de 300 Kg/Cal que atuavam rotineiramente no prédio anterior, como reservas para emergências. Por consequência, comparando o primeiro semestre de 2012 com o primeiro de 2013, houve uma redução na despesa com gás GLP na ordem de 22%.

Também comentou, que no mesmo intervalo de tempo, a empresa diminuiu o gasto com energia elétrica e água, aproximadamente 43%, pelo melhor funcionamento das máquinas, melhor dimensionamento das redes num único local, readequação do contrato de demanda de energia elétrica e pelo planejamento racionalizado do reaproveitamento de água refrigerada.

O coordenador de P&D, responsável também pelo setor de mistura e afino de produtos químicos, salientou a melhoria no ambiente de trabalho deste último setor localizado ao lado do depósito de químicos.

O coordenador de logística mencionou as reduções de movimentações da empilhadeira e a melhor organização dos armazéns desta área. Com novo arranjo físico, como citou, foi possível a implantação do sistema FIFO (First In/First Out) em que as primeiras matérias-primas que entram no estoque são as primeiras que saem para produção aumentando controles de datas de validade e, assim, evitando perdas por obsolescência ou aumento da perecibilidade das matérias-primas.

O coordenador de produção e PCP mencionou, dentre outras colocações já expostas, a vantagem de ter maior controle visual sobre as operações e poder acessar rapidamente os operadores com possíveis problemas, num único local.

O coordenador de engenharia expôs os ganhos já obtidos, mas chamou atenção que o fluxo e sequenciamento da produção estão longe do ideal. Para ele, o novo arranjo físico foi

providencial diante da situação anterior. Porém, é necessário tirar mais proveito através da formação contínua dos operadores e implantação de maior cultura técnica na empresa.

4.9.2 Melhoria no fluxo e sequenciamento da produção

A disposição dos novos prédios e o rearranjo físico das máquinas efetivamente implantado contribuiu para melhoramento do fluxo de materiais. A proximidade de todas áreas, principalmente produção e logística, facilitou a movimentação de matérias-primas, produtos semi-elaborados químicos e produtos acabados.

Enquanto que no endereço anterior os materiais tinham que percorrer 100 a 400mts (ANEXO VI), entre prédios, na nova localização as distâncias variam 100 a 150mts (ANEXO VII).

As áreas estão próximas reduzindo perdas de movimentação, gastos excessivos no uso de empilhadeira, minimização de acidentes e desgastes físicos de operadores e ganhos de eficiência e produtividade.

Como afirma Harmon & Peterson (1991, p. 45) “ aperfeiçoamentos no *layout* e fluxo de toda fábrica podem aumentar substancialmente sua produtividade”.

Relativamente as máquinas e equipamentos, numa organização mista englobando arranjo físico funcional interligado com algumas células , poderão contribuir futuramente para a melhoria do sequenciamento da produção. Ainda, conforme os operadores, não se verificou ganhos neste sentido.

É como afirmava Taiichi Ohno da Toyota, as máquinas foram arranjadas fisicamente para serem utilizadas pelas pessoas e não ao contrário (SHIMOKAWA & FUJIMOTO, 2011).

Em resumo, como afirmaram 89% dos entrevistados, é necessário aliar o novo arranjo físico com a implementação das técnicas modernas de produção para se obter maiores avanços em redução de tempos de trocas de ferramentas e redução de gargalos para melhorar o fluxo e sequenciamento de produção e o tempo de entrega das encomendas.

4.9.3 Perdas de bases coaguladas (PU) – (primeiro semestre 2012 versus 2013)

O rearranjo físico possibilitou fixar o operador no seu centro de trabalho e, com isto, poder se concentrar na atividade de sua aptidão e especialidade. Desta maneira, ficou mais receptivo as técnicas que permitissem reduzir perdas.

Quando as mudanças organizacionais se combinam com mudanças na produtividade técnica, e quando as pessoas são envolvidas no planejamento e na implementação; os melhoramentos são obtidos com maior rapidez (HARMON & PETERSON, 1991).

É necessário o desenvolvimento da sabedoria, no ambiente de trabalho, forçando as pessoas a fazerem mais do que geralmente pensam ser possível (SHIMOKAWA & FUJIMOTO, 2011).

A maior percepção dos operadores foi relacionada a questões de melhorias físicas do ambiente de trabalho pós o rearranjo físico ter sido implantado.

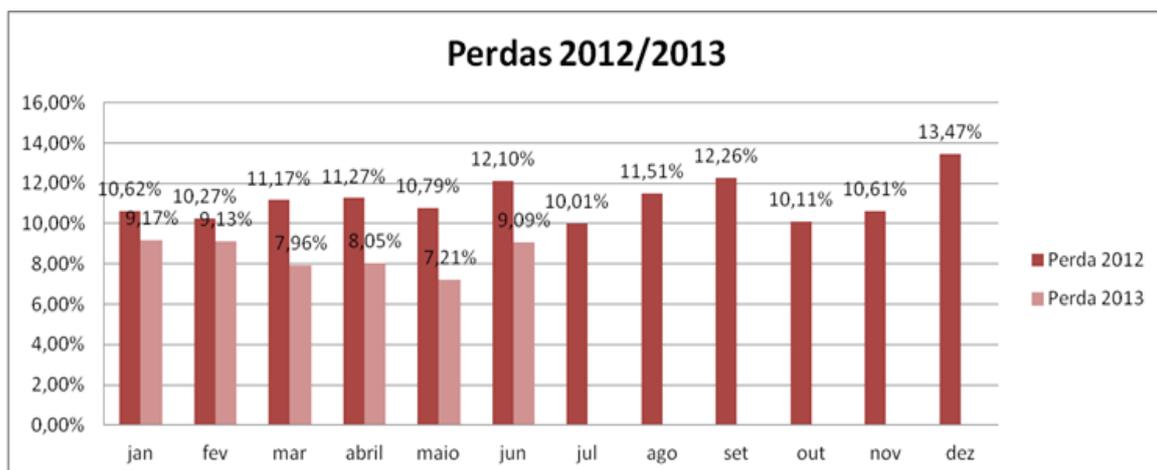
Entretanto, por si só o novo arranjo físico não poderia produzir todos melhoramentos, principalmente os relativos a maior eficiência da produção como responderam 72% dos que responderam o questionário (ANEXO I).

Foi através da introdução de noções das técnicas atualizadas de produção, simultaneamente difundidas enquanto se implementava o rearranjo físico, que os operadores puderam participar e levantar causas de perdas de bases coaguladas e buscar solucionar.

Comparando o primeiro semestre 2012 com o mesmo período de 2013, observou-se uma redução na perda desta matéria-prima aproximadamente em 23%. Desde do processo de revisão e emenda, realizadas pelo pessoal da logística, até os cuidados em processamentos permitiu uma queda nas perdas desta ordem.

Abaixo o gráfico 1 que mostra, comparativamente, a queda na perda de bases coaguladas (PU) que influi diretamente nos custos dos produtos e na redução. Portanto, reduzir estas perdas é reduzir custos diretos industriais.

Gráfico 1 – Perdas de bases coaguladas PU (comparativas 2012x2013)



Fonte – Caimi&Liaison (2013)

4.9.4 Perdas gerais (acumuladas de 2012 e 2013)

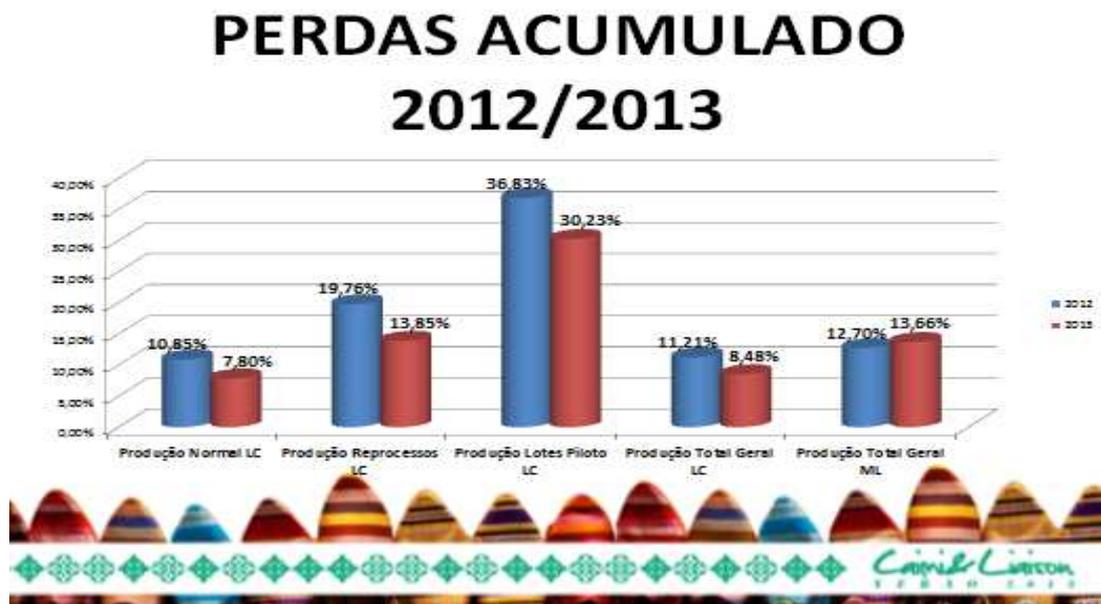
O gráfico 2, abaixo, mostra claramente a redução de perdas gerais da produção industrial largura cheia (LC) ou seja largura normal do produto final variável entre 1,35 a 1,40

metros lineares. A produção normal reduziu as perdas de 10,85% para 7,80%. A produção total geral diminuiu de 11,21% para 8,48%. A diferença entre a primeira redução e a segunda está relacionada as perdas em reprocessos e pilotagens de amostras para formatação de parâmetros de novos produtos.

Entretanto, as perdas gerais, que englobam perdas de produtos em processamento e prontos pós revisão, continuam elevadas. Conforme o coordenador de Engenharia, a meta é ainda reduzi-las para em torno de cinco por cento ao longo de um ano, a contar do fim do primeiro semestre deste ano corrente. Ainda segundo ele, a meta ambiciosa é reduzir estas perdas para casa de três por cento.

A célula da meia largura (ML), que trabalha com largura de 0,70 metros lineares, ainda está mais longe de produzir melhores respostas mantendo as perdas em torno de 13%.

Gráfico 2 – Perdas gerais acumuladas

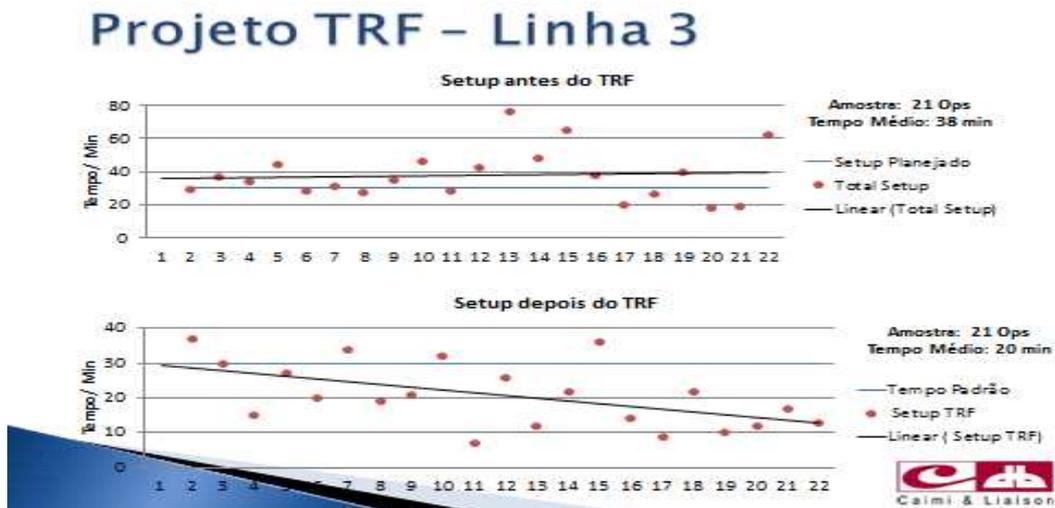


Fonte – Caimi&Liaison (2013)

4.9.5 Redução *setups*

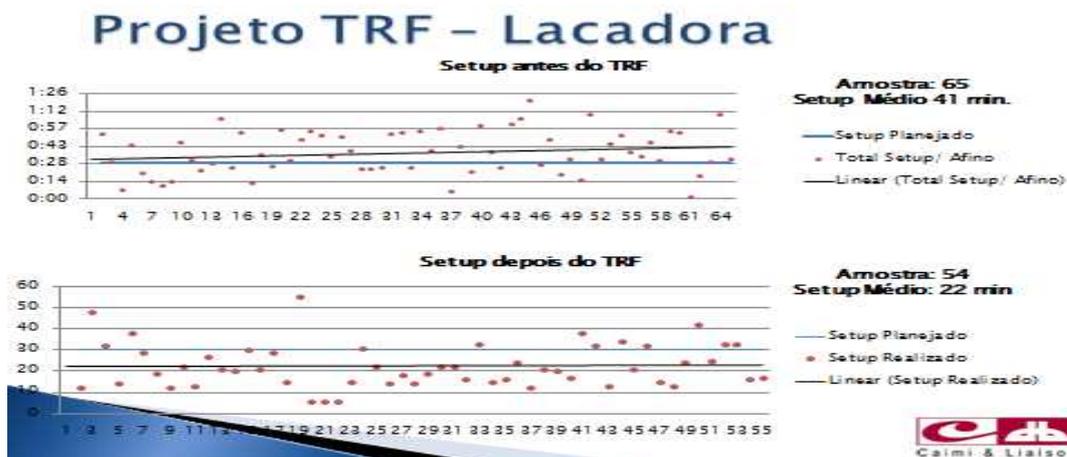
Os gráficos abaixo são representativos da fase de testes de troca rápida de ferramentas (TRF) numa espalmadeira (Linha 3) e numa lacadora pós instalação no rearranjo físico industrial no novo endereço. Anteriormente, a indústria nunca tido contato com esta técnica que, pelos resultados obtidos, comprovou a eficiência e necessidade de implantação. Tornou-se prática habitual e o projeto já foi implementado, junto aos operadores, das duas espalmadeiras, duas lacadoras e gravadora de cilindro.

Gráfico 3 – Resultados TRF Linha 3 (espalmadeira)



Fonte – Caimi&Liaison (2012)

Gráfico 4 – Resultados TRF Lacadora



Fonte – Caimi&Liaison (2012)

4.9.6 Cumprimento das entregas

A situação de demanda se alterou, comparando o primeiro semestre de 2012 com mesmo período de 2013, refletindo numa queda de produção na ordem de 29%. Naquele primeiro semestre a empresa entregava 120.000 metros lineares, em média, por mês.

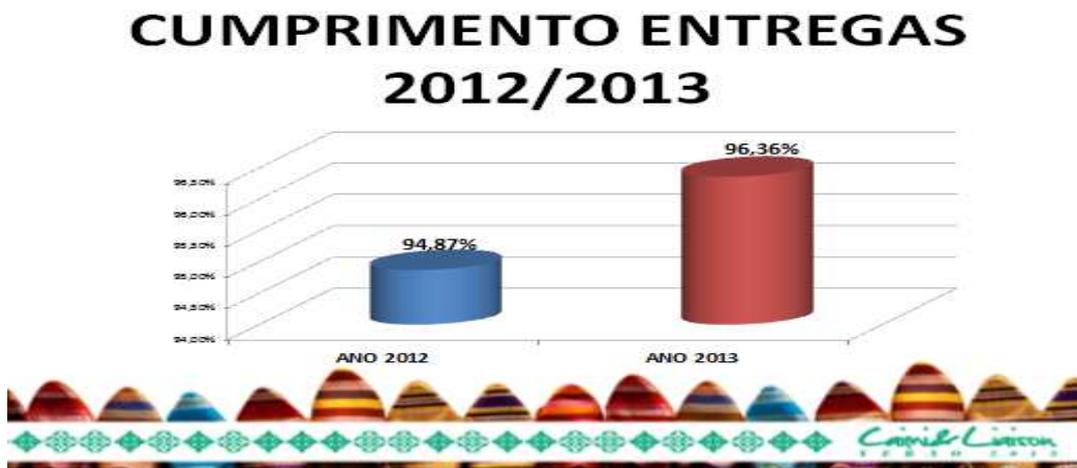
Como não ocorreu melhorias significativas no sequenciamento da produção não há como relacionar a performance das entregas com novo rearranjo físico.

Nem mesmo é possível correlacionar parte das melhorias deste indicador com a nova disposição de máquinas.

Entretanto, pode-se verificar para um nível de produção em torno de 85.000 metros lineares, por mês, o novo arranjo físico respondeu para uma operação de imensa variedade e muitos pequenos lotes de forma puxada já que foram priorizadas, conforme pode-se verificar pelo *lead time*, a produção de lotes para venda customizada (demanda real).

O gráfico 5 mostra que as entregas se aproximaram muito do ideal que seria o cumprimento de 100% das entregas como média de um semestre.

Gráfico 5 – Cumprimento das entregas



Fonte – Caimi&Liaison (2013)

4.9.7 *Lead time* dos pedidos

Da mesma forma que o cumprimento das entregas, o indicador de *lead time* dos pedidos também ficou comprometido pela excessiva queda nas vendas e produção.

De qualquer forma, abaixo o gráfico 6 apresenta a redução, em torno de 40%, do tempo de atravessamento na fábrica, quer para atender pedidos da venda customizada (venda direta) quer da distribuidora.

Pode-se concluir, no entanto, que para uma produção em torno de 85.000 metros lineares, por mês, o *lead time* contribuiu para cumprimento das entregas dos pedidos customizados em nove dias aproxima-se do ideal de sete dias.

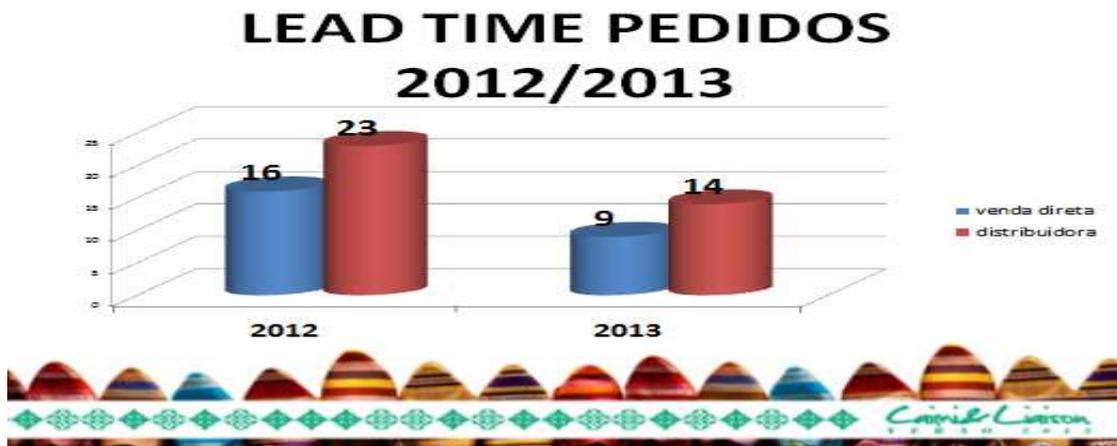
A entrega para distribuidora, embora tenha reduzido significativamente, está longe do mesmo ideal o que pode ser interpretado, claramente, que o fluxo e sequenciamento da produção carecem de aprimoramentos como demonstra a convergência de opiniões do coordenador de engenharia e 89% dos colaboradores que responderam o questionário.

E estes aprimoramentos passam efetivamente por adoção das técnicas modernas de produção como as utilizadas no Sistema Toyota de Produção, principalmente a redução de tempo nas trocas de ferramentas.

O *lead time* é proporcional aos tempos de *setup* (SHIMOKAWA & FUGIMOTO, 2011).

O gráfico 6 ilustra o comportamento do *lead time*, porém sua interpretação fica prejudicada pelo motivo mencionado inicialmente.

Gráfico 6 – *Lead time* de pedidos



Fonte – Caimi&Liaison (2013)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar o rearranjo físico industrial da empresa Caimi&Liaison, oportunizado pela necessidade de mais espaço organizacional e que originou a decisão de transferência de toda empresa para outra localidade.

Na fase inicial deste estudo foi feita a revisão dos fatores e conceitos relacionados a rearranjos físicos industriais e, de posse do conhecimento teórico embasar o questionamento de possíveis melhorias alcançadas e outras que por ventura ainda carecem ser revistas.

Na sequência, foi feita apresentação do estudo de caso e as metodologias indicadas para melhor observar a situação problemática, melhor delinear-la e analisá-la.

Com base nestes conhecimentos, foi feita toda descrição relativamente a empresa, seu histórico, a situação do seu arranjo físico industrial anterior, seus fluxos e principais processos, as proposições e os passos para planejar e implantar seu rearranjo físico.

Rearranjo físico que requereu aperfeiçoamentos na fase de implantação, como foi mencionado a alteração feita no arranjo da célula dos *tumblers*, que exigiu a expansão da rede de termofluido formatando um subanel da rede principal. Isto exigiu instalações acessórias cujos custos não estavam previstos inicialmente no projeto.

Posteriormente, apresentada a nova situação do arranjo físico industrial foi necessário expor as primeiras avaliações comparativas com a situação anterior e as evoluções obtidas.

Nesta etapa, pode-se verificar que o rearranjo físico industrial correspondeu algumas expectativas iniciais resultando numa melhor disposição de máquinas e equipamentos que refletiram em redução de despesas com fontes energéticas, melhores espaços de movimentação, diminuição dos percursos percorridos pelos materiais, maior conforto e segurança para os colaboradores, entre outras. Enfim, melhor ambiente de trabalho que poderá gerar ganhos e reduzir perdas num futuro próximo.

Como apresentado, simultaneamente a todo planejamento e execução do novo arranjo físico fabril, foi oportuno a apresentação de novos métodos e técnicas de produção que, num novo ambiente operacional, podem contribuir para que a empresa efetivamente se readapte a novas condições mercadológicas impostas pela competição acirrada pela globalização.

Entretanto, como aprendizado, é necessário estar atento a dinâmica do mercado e as restrições que podem ser impostas até mesmo para um novo arranjo físico industrial. É necessário o contínuo estudo e observação de seus gargalos, a evolução mapeada de seus tempos de *setups* e o esforço metódico para reduzir suas perdas. Prova disto, a evidência que

o novo arranjo físico por si só não refletiu em melhoria de fluxo e sequenciamento da produção.

Finalmente, como sugestão, é preciso impor a cultura da tecnicidade desde da fase de pesquisa e desenvolvimento de produtos (P&D), de engenharia de produtos e processos, acompanhar evoluções tecnológicas e aprimorar a gestão de manufatura para capacitar operadores com as mais atualizadas técnicas de produção. As pessoas é que fazem a diferença.

Desta forma, numa visão sistêmica, as operações fabris (subsistema) efetivamente poderão dar respostas com agilidade, eficácia e eficiência tirando, assim, maior proveito de seu novo arranjo físico ao mesmo tempo que colabora para maior competitividade da empresa como um todo (sistema) diante do seu mercado (supersistema).

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Junico; ALVAREZ, Roberto; BORTOLOTTI, Pedro; KLIPPEL, Marcelo; PELLEGRIN, Ivan de.. Sistemas de Produção – conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- BERVIAN, Pedro Alcino; CERVAN, Amado Luiz.. Metodologia Científica – para uso dos estudantes universitários. 2ª Ed. São Paulo: McGraw Hill, 1977.
- BUFFA, Elwood S.. Administração da Produção. Vol 1, 3ª Ed. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1977.
- CHUNG, Dr. Tom.. Negócios com a China – desvendando os segredos da cultura e estratégias da mente chinesa. 1ª Reimpressão. Osasco: Novo Século Editora, 2006.
- DIAS, Airton M; SANTOS, Francisco.. Panorâmica da Produção e Distribuição Mundial de Calçados. In: 11º CONGRESSO BRASILEIRO DO CALÇADO, 1., 2007, São Paulo. Anais... São Paulo: Couromoda, 2007. p. 7-13.
- DIAS, Marco Aurélio P..Administração de Materiais. São Paulo: Editora Atlas, 1988.
- FALCONI, Vicente Campos.. Gerenciamento pelas Diretrizes. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 2004.
- FRANCISCHINI, Paulino G; GURGEL, Floriano do Amaral.. Administração de Materiais e do Patrimônio. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.
- FUJIMOTO, Takahiro; SHIMOKAWA, Koichi.. O Nascimento do Lean – conversas com Taiichi Ohno, Eiji Toyota e outras pessoas que deram forma ao modelo Toyota de gestão. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- GOLDRATT, Eliyahu M.. A Síndrome do Palheiro. São Paulo: Educator Editora, 1992.
- HARMON, Roy L; PETERSON, Leroy D.. Reinventando a Fábrica – conceitos modernos de produtividade aplicados na prática. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991.
- KOTLER, Philip; PFOERTSCH, Waldemar.. Gestão de Marcas B2B. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- LIKER, Jeffrey K; MEIER, David P.. O Talento Toyota – Modelo Toyota aplicado ao desenvolvimento de pessoas. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- MOREIRA, Daniel A.. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001
- MOURA, Reinaldo A.. Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais. 3ª Ed. São Paulo: IMAN, 1983.

OLIVÉRIO, José Luiz.. Produtos Processos e Instalações Industriais. Apostila Editada por Ivan Rossi Editora, s.d.

SHINGO, Shigeo.. Sistema de Troca Rápida de Ferramentas – uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert.. Administração da Produção. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

YIN, Robert K.. Estudo de Caso – planejamento e métodos. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ANEXO I – QUESTIONÁRIO
(continua)

QUESTIONÁRIO

Pessoal;

No mês de maio de 2012 a Caimi&Liaison decidiu transferir suas atividades industriais e comerciais para um novo endereço. Um local mais amplo que pudesse, primeiramente, contribuir para uma melhor reorganização fabril e de sua distribuidora. Assim, numa fase inicial foi montada uma equipe, que você foi integrante, para definir os arranjos físicos mais adequados e introduzir algumas técnicas e projetos visando aumento de eficiência, produtividade e redução de perdas.

Nesse momento, torna-se importante poder avaliar o que foi feito, os resultados iniciais obtidos e sugerir melhorias. Assim, sua disposição em responder o questionário a seguir é muito importante para evolução do projeto como um todo.

Perguntas:

Você participou das reuniões iniciais para informação sobre a mudança de endereço da Caimi&Liaison?

- (50%) SIM (44,44%) NÃO (5,56%) NÃO RESPONDEU
1. Você participou dos levantamentos, discussões e planejamento dos novos arranjos físicos?
(38,89%) SIM (61,11%) NÃO
 2. Durante a fase inicial do projeto de novos arranjos físicos você teve oportunidade de conhecer o novo local e suas instalações, estruturas e disposição dos prédios?
(72,22%) SIM (27,78%) NÃO
 3. Na(s) oportunidade(s) de visita(ões) fez algum tipo de registro?
(44,44%) SIM (55,56%) NÃO
 4. Se fez, que tipo?
(11,11%) Comentários manuscritos
(22,22%) Medições manuscritas
(22,22%) Fotográfico
(0%) Vídeo (0%) Outros
(55,55%) NÃO RESPONDEU
 5. Você apresentou seus registros nas reuniões para discussões sobre arranjos físicos?
(22,22%) SIM (77,78%) NÃO
 6. Se apresentou, lembra se foram considerados no projeto?
(22,22%) SIM (66,67%) NÃO (11,11%) NÃO RESPONDERAM
 7. Na fase de levantamentos, discussões e definição do novo arranjo físico industrial, em sua opinião, o que foi considerado para redesenhar a disposição de máquinas e equipamentos?
(38,89%) Condições do piso do novo prédio;

ANEXO I – QUESTIONÁRIO
(continuação)

- (44,44%) Capacidade de carga do piso;
 - (38,89%) Pé direito (altura) do novo prédio;
 - (38,89%) Posição de colunas;
 - (38,89%) Perímetro do no prédio;
 - (50,00%) **Pontos de acesso (portas / portões);**
 - (16,67%) Tipo de telhado;
 - (44,44%) Condições de iluminação natural
 - (61,11%) **Condições de ventilação;**
 - (44,44%) Pontos de infraestrutura (água, luz, gás, etc.);
 - (38,89%) Necessidade de reparos no novo prédio;
 - (72,22%) **Tamanhos das máquinas a serem instaladas;**
 - (61,11%) **Fluxo e sequenciamento dos processos;**
 - (61,11%) **Áreas para movimentações (corredores);**
 - (50,00%) **Áreas para estoques matérias-primas e semielaborados;**
 - (44,44%) Distância entre outros prédios / armazéns / depósitos
 - (66,67%) **Segurança e conforto dos colaboradores;**
 - (50,00%) **Localização futura de áreas de apoio (escritórios, laboratórios, armazéns de matérias-primas, expedição, etc.)**
8. Em sua opinião, na fase de levantamentos, discussões e definição do arranjo físico industrial houve tempo para levar em conta todas as considerações que assinalou acima.
- (33,33%) SIM (55,56%) NÃO (11,11%) NÃO RESPONDERAM
10. Quais itens não foram considerados?
- ÁREAS DE ESTOQUE – 5,56%
 - NECESSIDADE DE REPAROS NO PRÉDIO – 5,56%
 - FLUXO E SEQUENCIA DOS PROCESSOS – 16,67%
 - ESTOQUES INTERMEDIÁRIOS – 5,56%
 - POSIÇÃO FERRAMENTAS DAS NAS MÁQUINAS – 5,56%
 - MELHOR AVALIAÇÃO DOS LOCAIS DE PRODUTOS SEMIACABADOS PARA REDUZIR MOVIMENTAÇÕES – 5,56%
 - TODAS AS QUESTÕES PERTINENTES AO LOCAL ADEQUADO PARA ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS EM GERAL (SÓLIDOS E EFLUENTES) – 5,56%
 - TIPOS DE TELHADO, POIS NÃO ESTAVAM EM BOAS CONDIÇÕES – 5,56%
 - ALGUMAS MÁQUINAS FICARAM UM POUCO DESLOCADAS COM SUAS TUBULAÇÕES DE ÓLEO PRINCIPALMENTE DEVIDO À DISPOSIÇÃO DAS COLUNAS – 5,56%
 - NÃO RESPONDERAM – 61,11%
11. Durante a fase de levantamentos, discussões e definição do projeto de novo arranjo físico industrial foi elaborado algum tipo de maquete?
- (88,89%) SIM (0%) NÃO (11,11%) NÃO RESPONDERAM
12. Caso afirmativo, essa maquete foi transposta para algum tipo de desenho gráfico?
- (83,33%) SIM (5,56%) NÃO (11,11%) NÃO RESPONDERAM

ANEXO I – QUESTIONÁRIO
(continuação)

13. Caso afirmativo, esse desenho gráfico serviu para orientação efetiva para reparos, adaptações, construção de redes de utilidades e instalação de máquinas e equipamentos?
(77,78%) SIM (11,11%) NÃO (11,11%) NÃO RESPONDERAM
14. Em sua opinião a execução e implantação do novo arranjo físico industrial saiu como planejado?
(72,22%) SIM (16,67%) NÃO (11,11%) NÃO RESPONDERAM
15. Caso negativo, o que faltou ou teve necessidade de ser alterado quando da execução do novo arranjo físico industrial?
- PERCEBEM-SE MODIFICAÇÕES NO POSICIONAMENTO DE ALGUMAS MÁQUINAS – 5,56%
- LOCALIZAÇÃO DE ALGUMAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS – 5,56%
- NÃO TIVE CONHECIMENTO DA MAQUETE – 5,56%
- NÃO RESPONDERAM – 83,33%
16. Após a implantação do novo arranjo físico industrial, em sua opinião, quais foram as melhorias apresentadas?
(94,44%) Melhor disposição de máquinas e equipamentos;
(77,78%) Maior conforto e segurança para os colaboradores;
(83,33%) Melhores espaços para movimentação (corredores);
(72,22%) Maiores espaços para organizar estoques na fábrica;
(88,89%) Melhor iluminação natural;
(61,11%) Melhor iluminação artificial;
(83,33%) Melhor ventilação;
(72,22%) Melhoria no rendimento das máquinas por proximidade fontes de energia, aquecimento, água, etc.;
(50%) Melhoria no fluxo de materiais e produtos semielaborados
(77,78%) Melhoria no sequenciamento da produção;
(55,56%) Melhor proximidade das áreas de apoio, laboratório, etc.;
(83,33%) Maior proximidade de depósitos/armazéns (matéria-prima, expedição produtos acabados);
(77,78%) Melhoria em pontos de acesso (portas / portões);
(83,33%) Melhoria no ambiente de trabalho.
17. Que melhorias não foram implementadas, relativamente à estrutura do novo rearranjo físico industrial e que, em sua opinião, deveriam ainda ser implementadas?
- INSTALAÇÃO DE CLIMATIZADORES – 5,56%
- ESTOQUES INTERMEDIÁRIOS BEM DEFINIDOS PARA KAMBAN – 5,56%
- POSICIONAMENTO DAS FERRAMENTAS PARA FACILITAR SETUP – 5,56%
- MELHOR POSICIONAMENTO DOS CILINDROS DE GRAVAÇÃO – 5,56%
- MELHORAMENTO ARTIFICIAL NAS MÁQUINAS (LACADORAS 1 E 2) – 5,56%

ANEXO I – QUESTIONÁRIO
(continuação)

- MAIS PRATELEIRAS NO DEPÓSITO DE INFLAMÁVEIS, REVISÃO NOS PONTOS DE GRANDE VAZAMENTO DE ÓLEO, SUBSTITUIR AS TALHAS QUE AINDA NÃO SÃO DE “TROLER”, TALHA PARA REVISÃO, MELHORIA SISTEMÁTICA DE ARMAZENAMENTO DE PAPEL (BOBINAS), CONTROLE DE TALHAS SEM FIO (ACIDENTE GABRIEL) – 5,56%
 - MAIORES ESTOQUES, POIS APESAR DE MAIORES ARMAZENS, AINDA É NITIDA A FALTA DE ESPAÇO PARA ALOCAR MATERIAIS, PRINCIPALMENTE NOS SETORES DE LOGISTICA E PRODUÇÃO – 5,56%
 - NÃO RESPONDERAM – 61,11%
18. Durante a fase de planejamento e de implantação do rearranjo físico da fábrica foram abordados a implementação de novas técnicas de operação industrial ou medidas de contenção a desperdícios?
- (88,89%) SIM (11,11%) Não
19. Caso afirmativo, quais?
- (83,33%) Troca rápida de ferramentas;
 - (27,78%) Teoria das restrições;
 - (27,78%) Kanban
 - (83,33%) Logística interna;
 - (77,78%) Combate a perdas;
 - (38,89%) Melhoria contínua;
 - (5,56%) Outras – REORGANIZAÇÃO DOS SETORES
 - (66,67%) Reaproveitamento de resíduos
 - (11,11%) Não Responderam
20. Quais foram testadas?
- (66,67%) Troca rápida de ferramentas;
 - (11,11%) Teoria das restrições;
 - (16,67%) Kanban
 - (61,11%) Logística interna;
 - (61,11%) Combate a perdas;
 - (27,78%) Melhoria contínua;
 - (5,56%) Outras – REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS – 5,56%
 - (22,22%) Não Responderam
21. Quais foram efetivamente implantadas?
- (66,67%) Troca rápida de ferramentas;
 - (5,56%) Teoria das restrições;
 - (11,11%) Kanban
 - (44,44%) Logística interna;
 - (55,56%) Combate a perdas;
 - (27,78%) Melhoria contínua;
 - (0%) Outras _____
 - (22,22%) Não Responderam
22. Em sua opinião, quais as dificuldades encontradas para implantar novas técnicas de operações industriais ou de medidas de contenção de desperdícios?

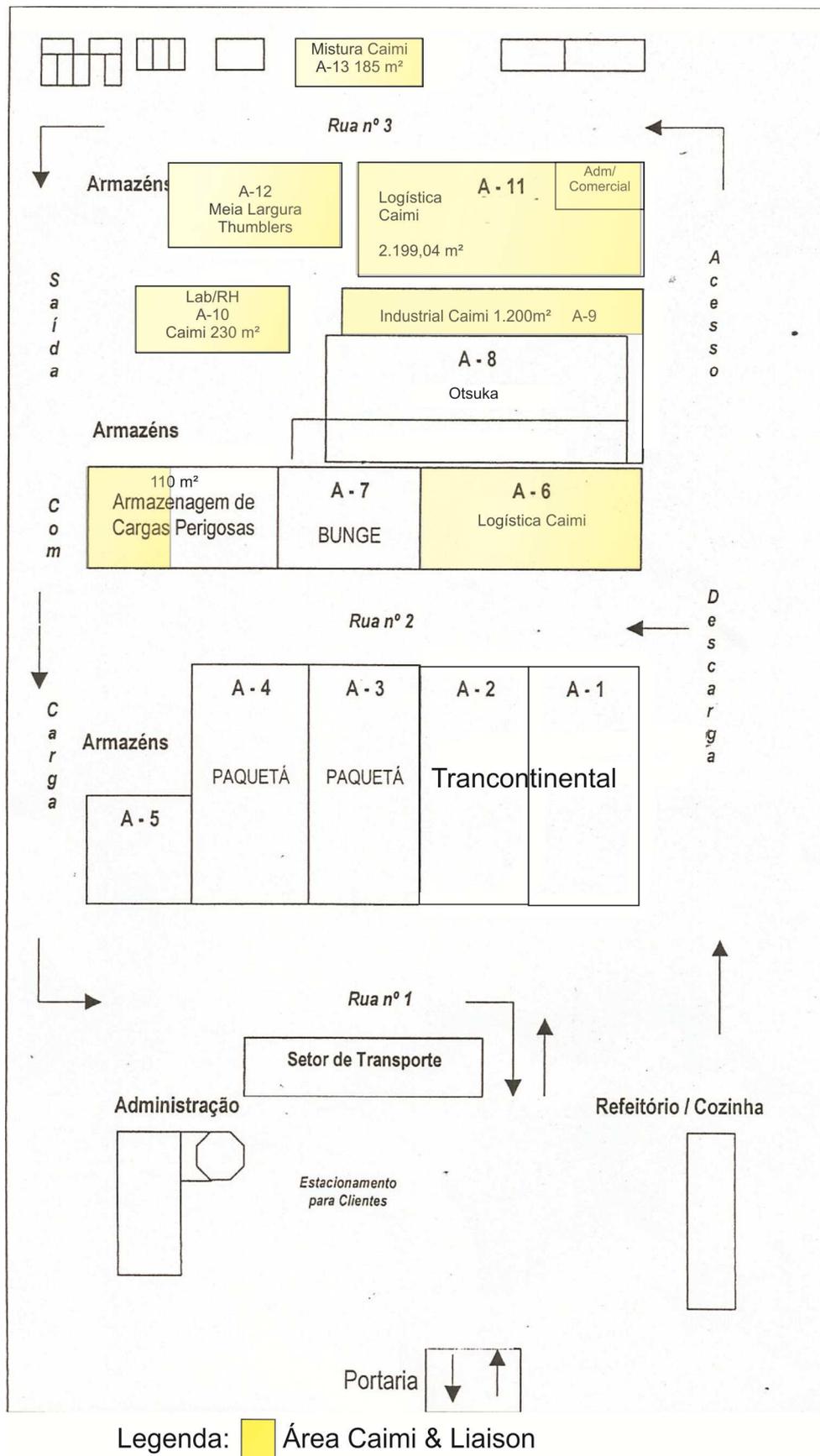
ANEXO I – QUESTIONÁRIO (continuação)

- (88,89%) **Cultura da empresa;**
 (44,44%) Falta de maior tempo de treinamento;
 (77,78%) **Falta de continuidade / repetição de treinamento;**
 (33,33%) Pouca receptividade de lideranças (motivação);
 (27,78%) Pouca receptividade dos operadores (motivação);
 (88,89%) **Rotatividade do pessoal;**
 (11,11%) Desorganização do rearranjo físico;
 (11,11%) Tempos de paradas dos equipamentos (manutenção);
 (38,89%) Dificuldades da produção (volumes);
 (61,11%) **Dificuldades da produção (variedade);**
 (22,22%) Falta de equipamentos adequados;
 (77,78%) **Falta de pessoal;**
 (16,67%) Outros
 - Dar ouvidos às pessoas e operadores
 - Salários
 - Problemas com comercial da empresa
 (83,33%) Não Responderam
23. Você acredita que somente o novo arranjo físico industrial possa contribuir com melhorias de eficiência da produção?
 (22,22%) SIM (72,22%) NÃO (5,56%) NÃO RESPONDEU
24. Em sua opinião o rearranjo físico industrial aliado às novas técnicas de operação industrial e medidas de contenção de desperdícios testadas e/ou implementadas contribuiriam para melhorias da produção?
 (88,89%) SIM (5,56%) NÃO (5,56%) NÃO RESPONDEU
25. Caso afirmativo, que melhorias?
 (66,67%) **Redução de setups;**
 (83,33%) **Redução de perdas;**
 (72,22%) **Melhoria na movimentação interna;**
 (66,67%) **Melhoria no fluxo da produção;**
 (44,44%) Melhoria no sequenciamento da produção;
 (55,56%) **Maior motivação e engajamento do pessoal.**
 (38,89%) Aumento da capacidade produtiva
 (0%) Outros _____
 (11,11%) Não Respondeu
- COMENTÁRIOS (Positivos/negativos sobre rearranjo físico industrial):
- O rearranjo físico resultou em melhorias significativas, mas se tivéssemos tido um maior tempo para planejamento e posteriormente se este planejamento tivesse sido cumprido à risca, os resultados poderiam ser melhores.
 - Treinamento adequado e motivação dos funcionários.
 - De uma maneira geral ficou muito bom, poucos aspectos tiveram que sofrer modificações. Espaço entre os equipamentos possibilitam uma melhora na organização e limpeza.
 - Falta de incentivo financeiro, salário baixo.
 - Positivos fortes – melhor espaço físico, melhor ambiente de trabalho.

ANEXO I – QUESTIONÁRIO (conclusão)

- Negativos – melhorar os locais de armazenamento de matéria-prima.
- Acredito que faltou alguma motivação com o pessoal.
- A mudança foi extremamente positiva e necessária. Quanto aos pontos negativos foram respectivos a dificuldade de atender alguns clientes no processo.
- Positivo – a planta como um todo.
- Negativo – rotatividade de pessoal e desmotivado.
- Acredito e sim que o rearranjo físico industrial irá contribuir e muito para melhorias dentro dos setores de operação, mas, na minha opinião, será muito eficaz juntarmos a empresa como um todo, pois creio que para ocorrer mudanças dentro de uma empresa, ela tem que ocorrer juntos, com todos os setores que a formam, pois somos um quebra cabeça, onde se uma peça estiver mal encaixada, é o que basta para que o quebra cabeça não se monte.
- Não fizeram comentários – 50%.

ANEXO II A – SITUAÇÃO DO PARQUE FABRIL ANTERIOR

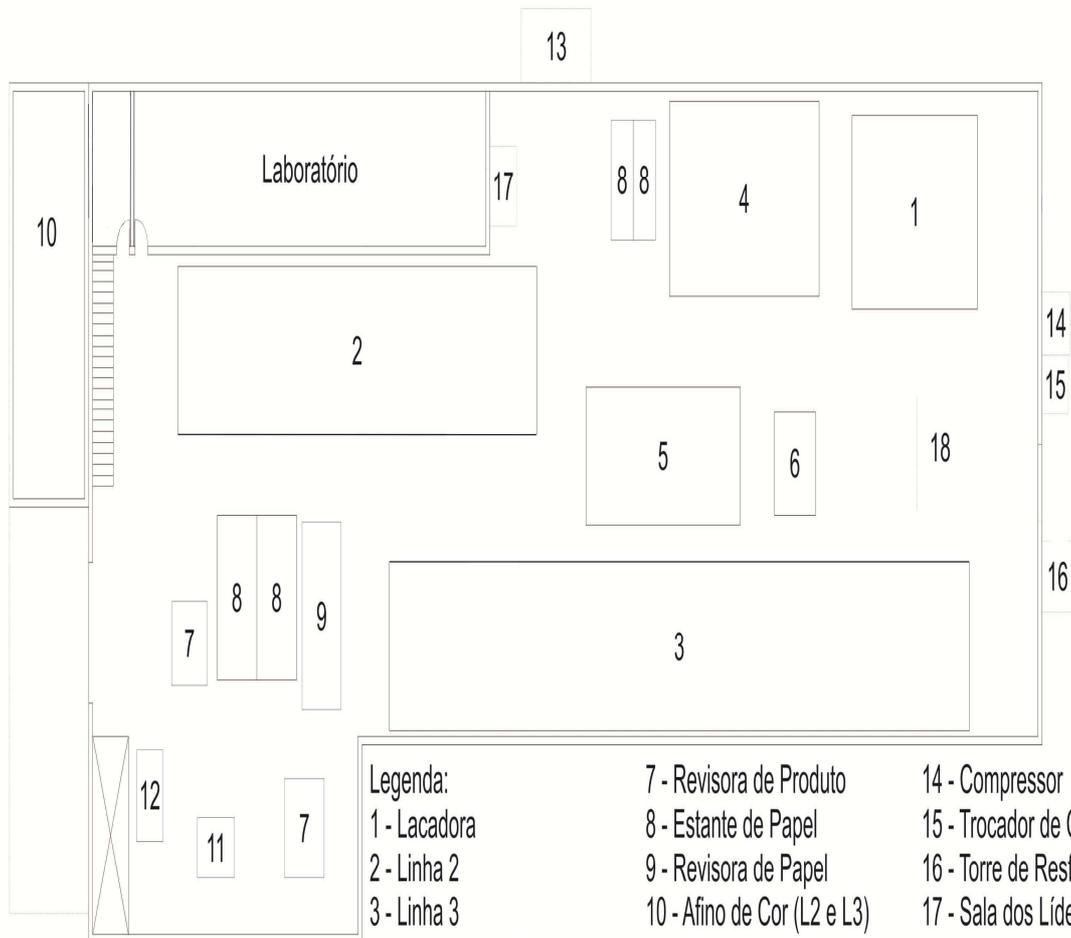


ANEXO II B – ARRANJO FÍSICO PRÉDIO INDUSTRIAL ANTERIOR
(Continua)



Caimi & Liaison

PRODUÇÃO LARGURA CHEIA



Legenda:

1 - Lacadora

2 - Linha 2

3 - Linha 3

4 - Gravadora de Papel

5 - Gravadora de Cilindro

6 - Laminadora

7 - Revisora de Produto

8 - Estante de Papel

9 - Revisora de Papel

10 - Afino de Cor (L2 e L3)

11 - Gravadora de Papel L07

12 - Gravadora de Placas L07

13 - Elevador de Carga

14 - Compressor

15 - Trocador de Calor

16 - Torre de Resfriamento

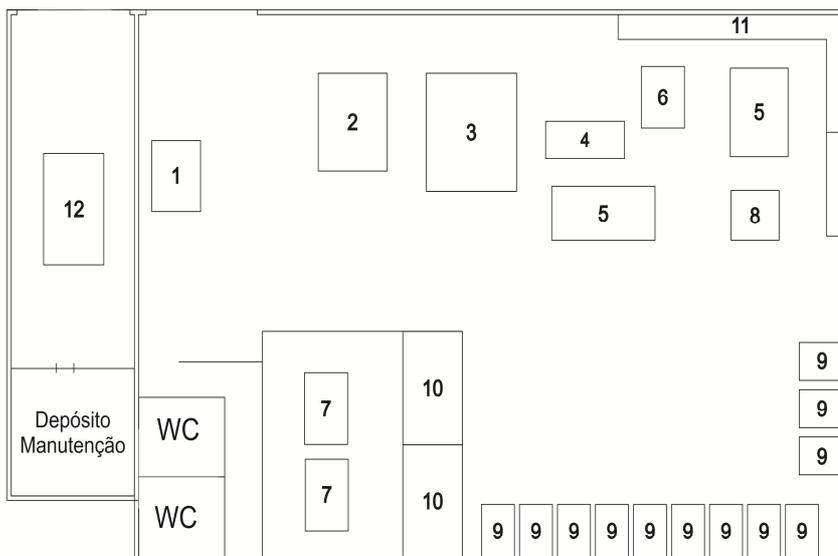
17 - Sala dos Líderes de
Produção

18 - Afino de Cor da Lacadora

ANEXO II B – ARRANJO FÍSICO PRÉDIO INDUSTRIAL ANTERIOR (Conclusão)



PRODUÇÃO MEIA LARGURA

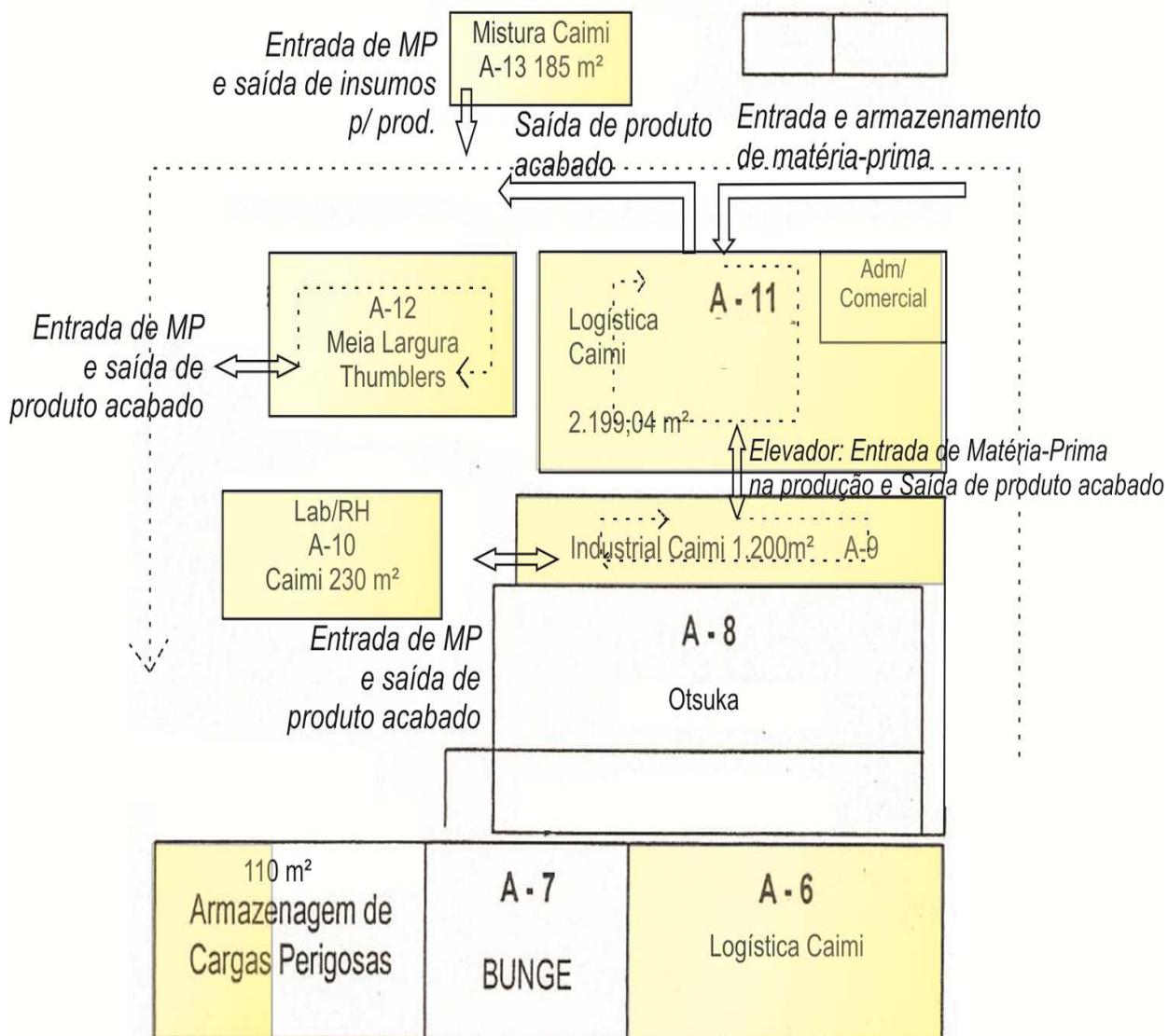


Legenda:

- 1 - Revisora de Produto
- 2 - Poltriz
- 3 - Prensa
- 4 - Mesa de Agitação
- 5 - Multilab L07
- 6 - Lacadora L07

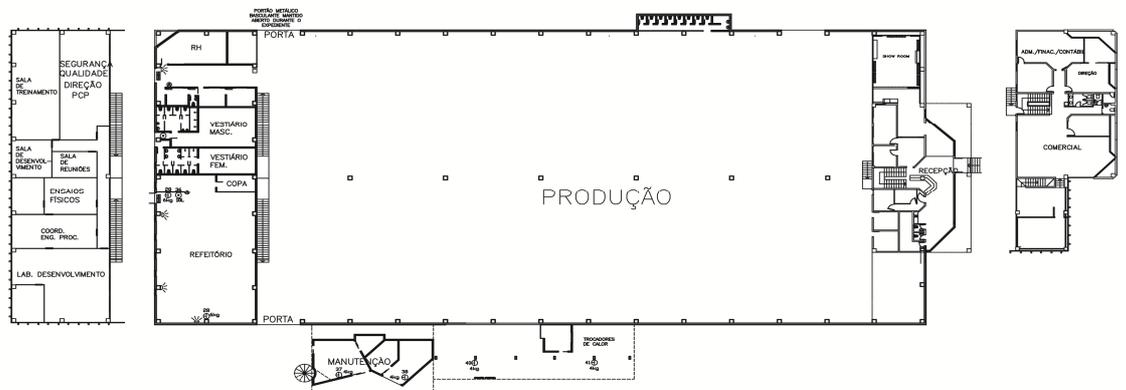
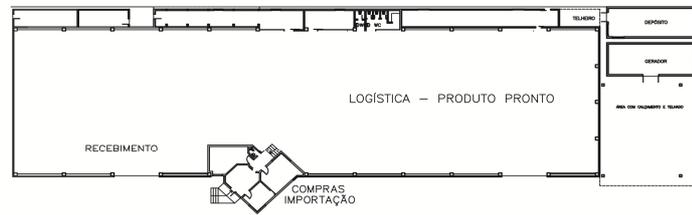
- 7 - Thumblar
- 8 - Revisora de Produto L07
- 9 - Secadora
- 10 - Enxugadora
- 11 - Estante
- 12 - Trocador de Calor

ANEXO II C – FLUXO DE MATERIAIS NO ARRANJO FÍSICO ANTERIOR

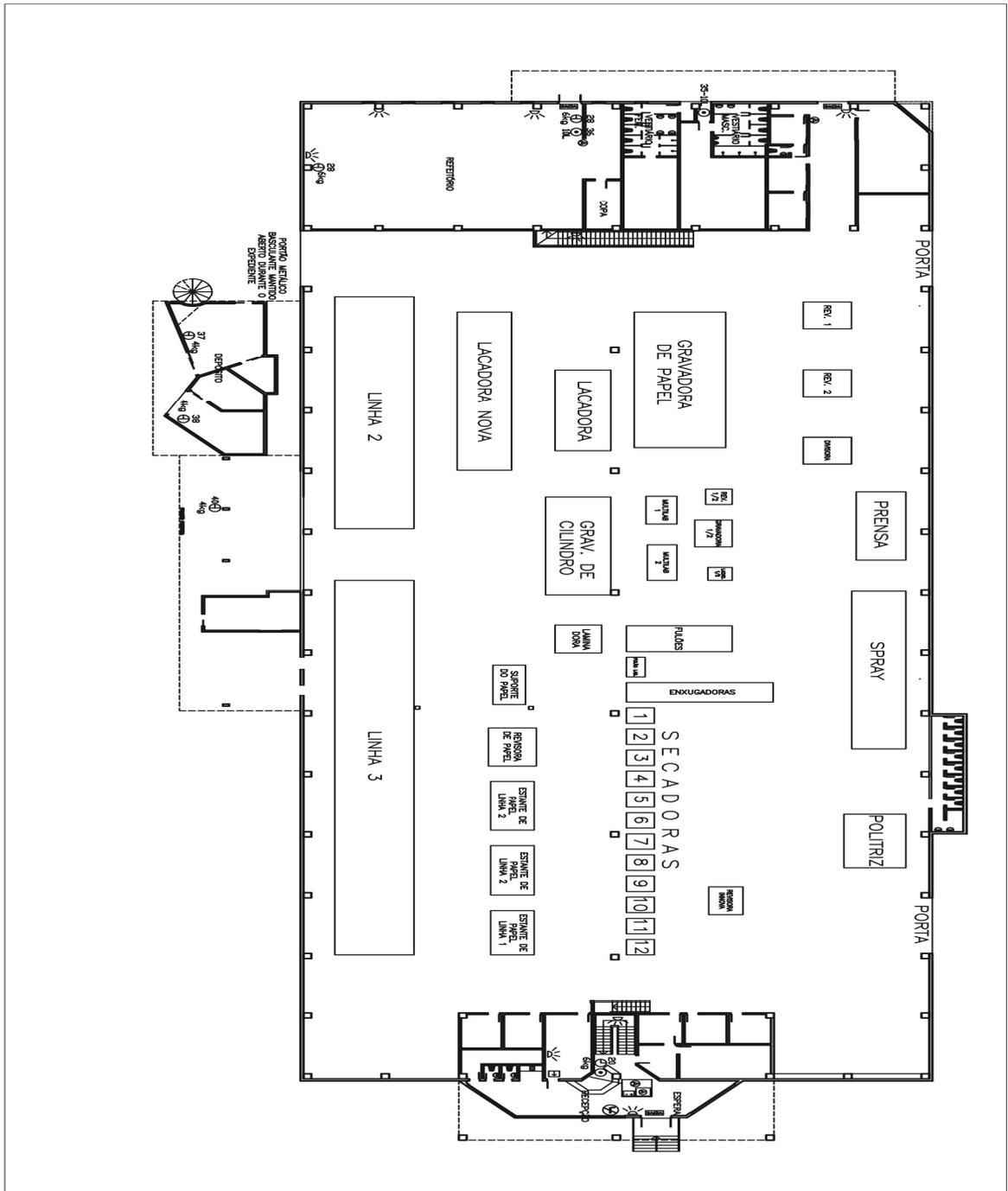


ANEXO III A – PLANTAS BAIXAS DO NOVO PRÉDIO

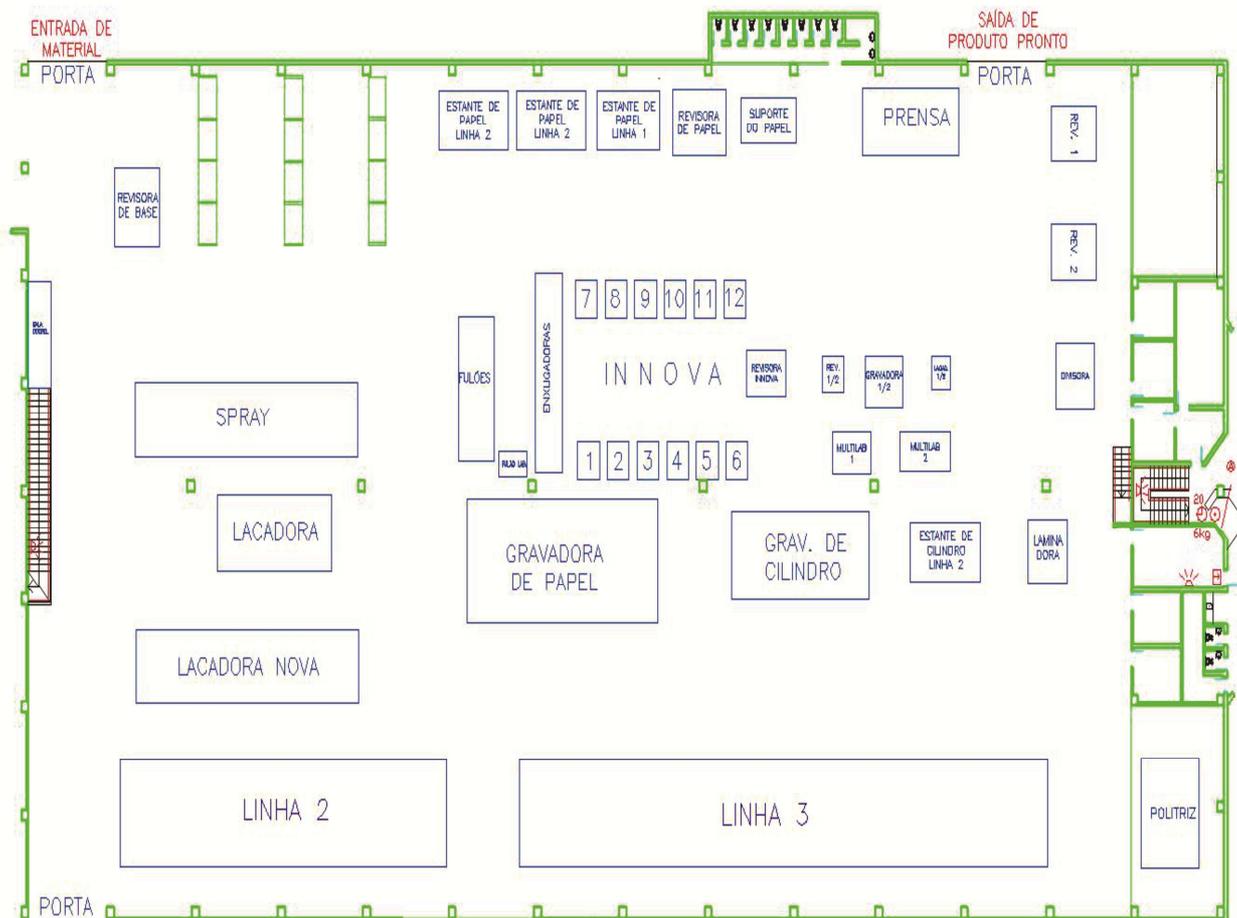
PLANTA GERAL – CAMI & LIAISON



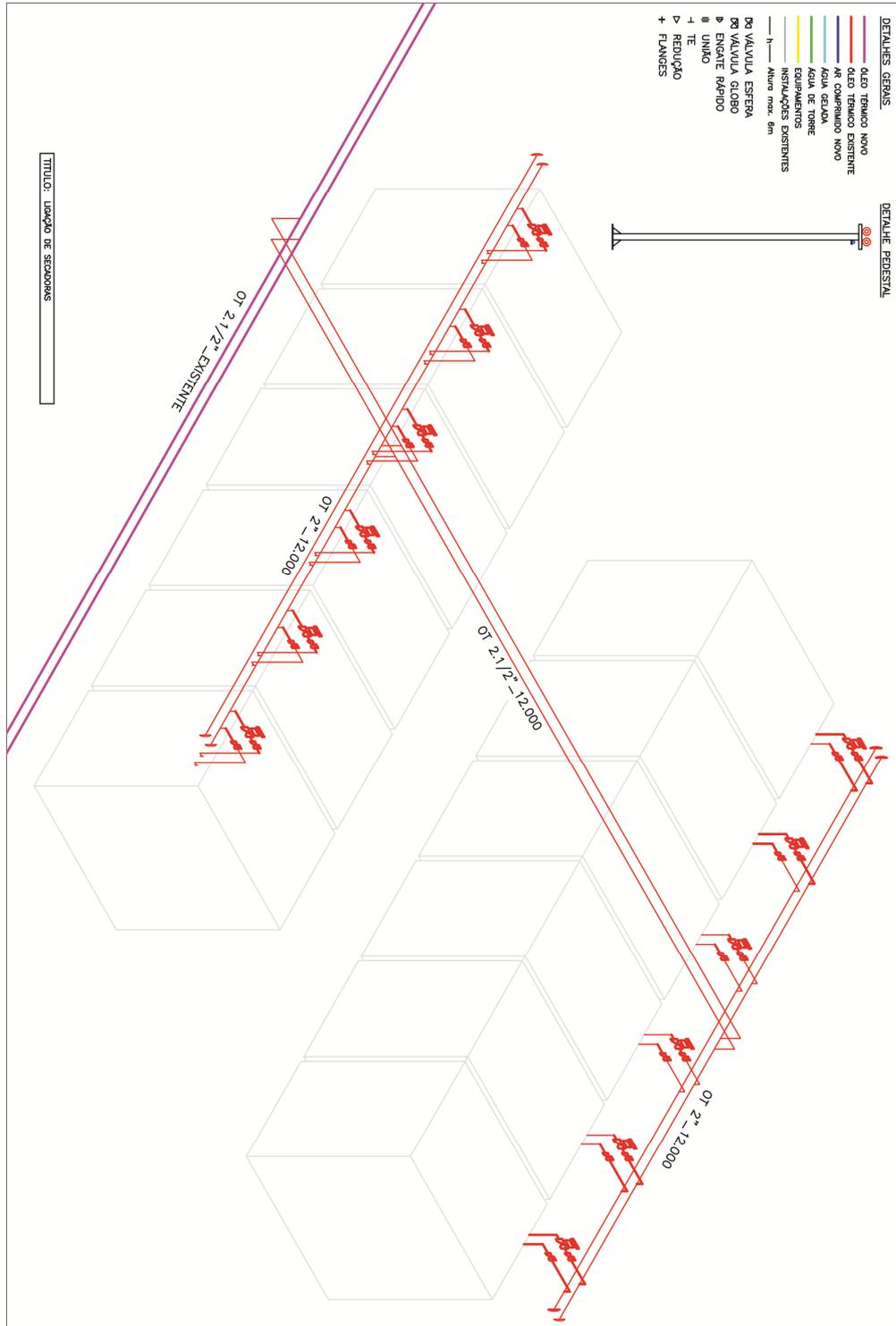
ANEXO III B – PRIMEIRO REARRANJO FÍSICO INDUSTRIAL APRESENTADO



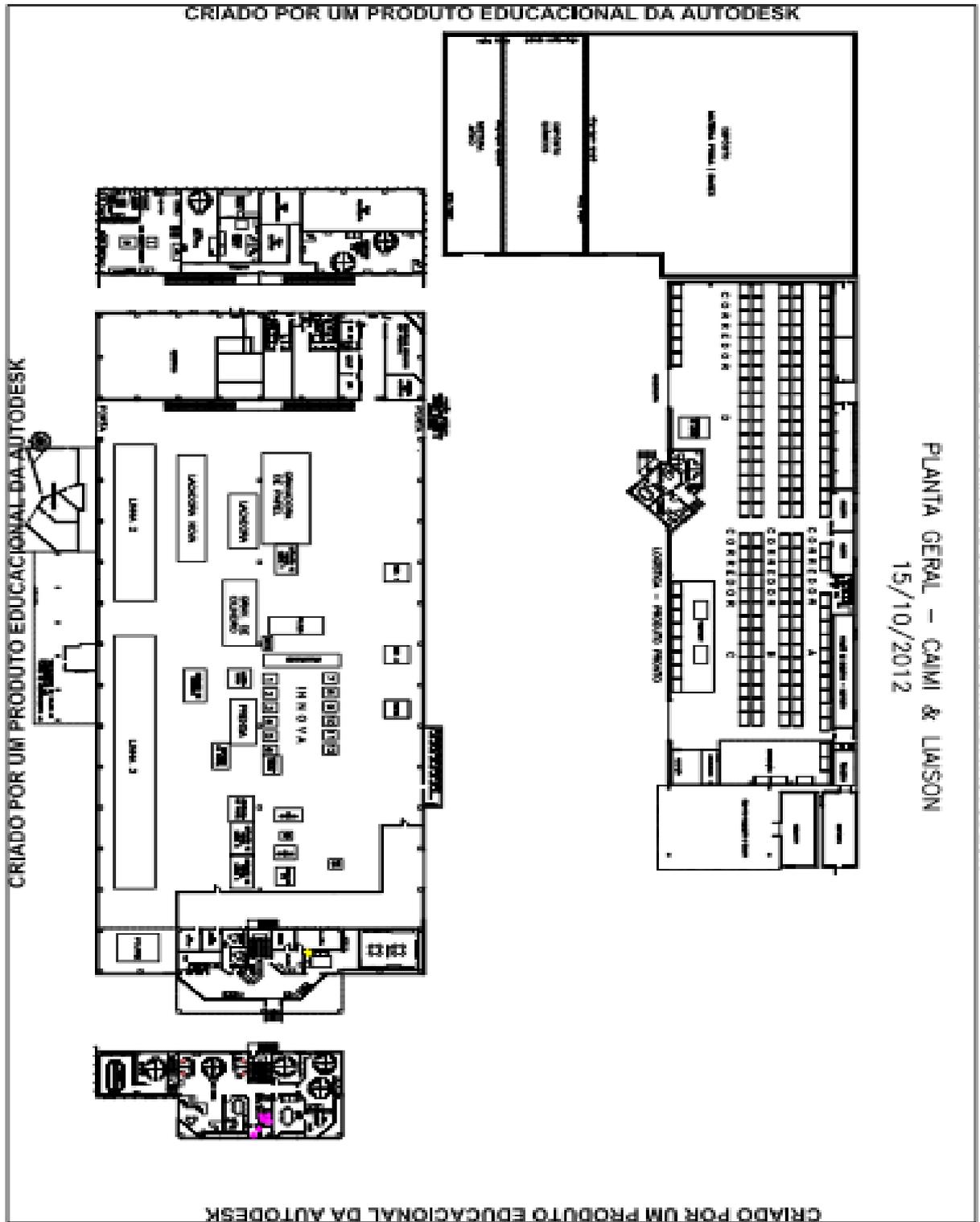
ANEXO III D – ALTERAÇÃO DO REARRANJO FÍSICO MODIFICANDO CÉLULAS DOS TUMBLERS (SETOR INNOVA)



ANEXO III E – SUBANEL DE TERMOFLUIDO PARA *TUMBLERS* (SETOR INNOVA)

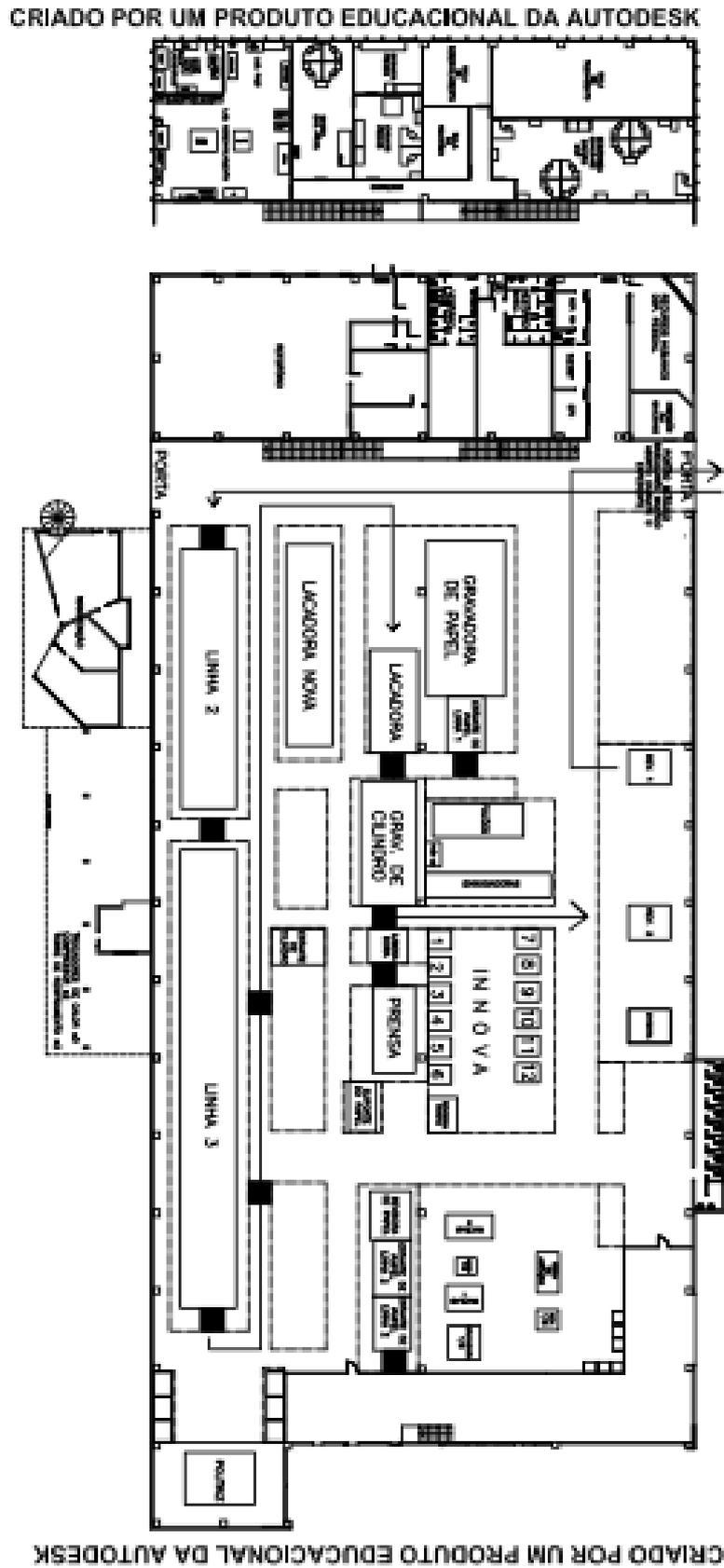


ANEXO IV – PLANTA GERAL DEFINITIVA DOS NOVOS PRÉDIOS



ANEXO V – FLUXO DE MATERIAIS DENTRO DA FÁBRICA

CRIADO POR UM PRODUTO EDUCACIONAL DA AUTODESK



CRIADO POR UM PRODUTO EDUCACIONAL DA AUTODESK