



LAYOUT COM AGRUPAMENTO DE MAQUINAS MODULARES COM VARIÁVEIS DE PROCESSOS

Richard Silva Martins, Jacques Nelson Corleta Schreiber, João Carlos Furtado, Elpidio
Oscar Benitez Nara
(Universidade de Santa Cruz do Sul)

Resumo: As operações produtivas são coleções de processos, com transformação de inputs em outputs. Essas operações são complexas contendo dezenas, centenas e por vezes milhares de variáveis. Na busca por métodos para reduzir fluxos cruzados diversas investidas vem ocorrendo por parte das empresas. Com a Gestão por processos o foco passa a ser como os processos estão acontecendo no ambiente organizacional. Este estudo aborda o tema Layout industrial com foco na filosofia de Gestão por Processos. Com a aplicação do algoritmo Close Neighbour como ferramenta de estudo de arranjo físico por meio de matrizes de incidência em um estudo de caso. Os resultados apontam que a técnica traz informações de agrupamentos de máquinas em módulos, através de simulação e otimização do processo, com mensuração da eficiência do layout proposto.

Palavras-chaves: Layout Modular; Gestão por Processos; Close Neighbour; Eficiência.

1 *Introdução*

A necessidade de continuamente pensar-se em vantagens competitivas sobre as concorrentes é realidade nos ambientes de manufatura. Os custos incorridos, a qualidade do produto e a celeridade com que a empresa atende seus clientes passa pela forma como sua manufatura produz. “A competição internacional e a conseqüente necessidade de respostas rápidas para as demandas do mercado têm levado as empresas a considerar várias abordagens não tradicionais para o controle e projeto de sistemas de manufatura” (RIBEIRO FILHO e LORENA, 2010).

Dentro de um sistema produtivo alguns fatores impactam diretamente nos resultados da manufatura. Dentre os quais pode-se destacar o fator humano, o nível de automação, o grau de organização e a forma como os recursos transformados fluem pelo sistema de fabricação. A maneira como fluem os produtos em transformação durante seu processamento está intimamente ligada à disposição dos recursos dentro do sistema produtivo. Essa disposição é identificada como arranjo físico ou *layout*.

Objetivando garantir maior eficiência de produção, as organizações têm empregado atenção especial na busca por métodos para reduzir fluxos cruzados, custos logísticos e má utilização dos recursos produtivos (BATAGLIN *et al*, 2013). Uma forma de se estabelecer condições de processamento com maior eficiência é tornar os processos o foco central da manufatura, quando então passa-se a ter a “Gestão por Processos”.

Este trabalho tem por objetivo apresentar o tema *layout* industrial com foco na filosofia de Gestão por Processos, a utilização das duas técnicas de forma combinada faz com que o estudo de *layout* possa perceber e evidenciar como os processos estão acontecendo no ambiente de manufatura. Com a aplicação dos conceitos de arranjos contemporâneos nesse estudo busca-se atender a necessidade de flexibilidade exigida atualmente dos processos de manufatura.

Esse trabalho está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta a Revisão da Literatura, com objetivo de subsidiar a parte prática do trabalho, os temas apresentados nessa seção são gestão por processos, *layouts* tradicionais e contemporâneos e tecnologia de grupo; a seção 3 exhibe os Materiais e Métodos, nela apresenta-se a metodologia aplicada nesse trabalho, trazendo o passo a passo de como foi efetuado o estudo; a seção 4 traz o Estudo de Caso, quem mostra os resultados alcançados em uma aplicação prática; na seção 5 são exibidas as Conclusões, observadas de maneira breve e objetiva.

2 *Revisão da Literatura*

2.1. Gestão por Processos

As organizações carecem visualizar seus processos de maneira ampla e integrada, buscando sua contínua otimização visando reduzir custos, tempos e melhoria da qualidade, deste modo adotando uma visão chamada Gestão por Processos - GP. Assim definindo um conjunto de metodologias e práticas, em que a melhoria dos processos podem significar um diferencial competitivo (NARA *et al*, 2009).

De acordo com Laurindo e Rotondaro (2006) a gestão por processos pode ter os seguintes objetivos: (I) aumentar o valor do produto/serviço na percepção do usuário; (II) aumentar a competitividade; (III) atuar segundo a(s) estratégia(s) competitiva(s) considerada mais relevante(s), que agregue valor ao usuário; (IV) aumentar sensivelmente a produtividade, com eficiência e eficácia; (V) simplificar processos, condensando e/ou eliminando atividades que não acrescentem valor ao cliente.

Gestão por processos ou BPM – *Business ProcessModeling*, de acordo com o Guia BPM CBOK (2009), é uma abordagem disciplinada para identificar, projetar, executar, medir, monitorar e controlar processos de negócio, automatizados ou não, para alcançar consistência e resultados alinhados com os objetivos estratégicos da organização, envolvendo, com ajuda de tecnologia, formas de agregar valor, melhorias, inovações e o gerenciamento dos processos ponta-a-ponta, levando a melhoria do desempenho organizacional e dos resultados de negócios.

A gestão por processos permite ao gestor compreender melhor os processos da organização, identificando possíveis problemas de ineficiências de produção, gargalos, *layout* defasado, entre outros. Neste sentido Cormack (2009) afirma que a gestão por processos é uma das formas de lidar com o desafio de melhorar o negócio, num mercado economicamente instável, a fim de otimizar desempenho. O mesmo autor afirmou que o foco das organizações devem ser os principais processos que são aqueles que agregam valor para os clientes.

Na gestão de processos abrange-se o uso de ferramentas para mapeamento de processos como solução para problemas enfrentados pelas organizações. Neste âmbito, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos, com abordagens mais viáveis e ferramentas que explicam como ativos de conhecimento têm espaço nos mecanismos de criação de valor das organizações (ADAMS, 2008; CARMELI e TISHLER, 2004; DAUM, 2002).

O mapeamento provê uma estrutura para que processos complexos possam ser avaliados de forma simples, possibilitando a visualização do processo completo e as possíveis mudanças que podem provocar grandes impactos, além de áreas e etapas que não agregam valor (LEAL, 2003).

Várias técnicas são utilizadas para se efetuar o mapeamento de processos, como: *blueprint*, que representa todas as transações em um processo de prestação de serviços, no qual uma "linha de visibilidade" divide as atividades de contato direto e indireto com o cliente; fluxograma, que é uma representação, por meio de símbolos padronizados, dos processos analisados; mapofluxograma, que consiste em um fluxograma disposto sobre a planta do local onde o processo é desenvolvido; UML, que é um fluxograma com ênfase temporal de alguma atividade; entre outros (LEAL, 2003). Uma das ferramentas utilizadas para a execução do mapeamento de processo é o *Bizagi*.

Bizagi é um *software* que permite ao usuário, por meio de um conjunto de ferramentas, desenhar, documentar e compartilhar seus processos de trabalho (fluxograma, regras de negócio, interface de usuário, etc.) por meio do *BizagiProcessModeler* sem a necessidade de programação. O modelo é armazenado em um banco de dados, no qual pode ser colocado em produção por meio do *Bizagi* Servidor BPM sem ter que usar código intermediário (OMG, 2011).

A *BizagiStudio* oferece um ambiente de colaboração. Todo o trabalho é armazenado em um espaço comum que pode ser reutilizado por outras pessoas, tornando possível a cooperação entre as equipes localizadas em lugares diferentes. Os usuários podem fazer o *checkout* dos processos, modificá-los e melhorá-los, podendo consultá-los sempre que precisar (OMG, 2011).

Uma das primeiras etapas para a avaliação de processos é entender como eles são classificados. De acordo com Candido, Silva e Zuhlke (2008), os processos podem ser hierarquizados como:

- a) macroprocesso: é a identidade da gerência no organograma geral, ou seja, é o nome pelo qual a unidade é conhecida;
- b) processo: baseado no conceito de gestão de processos, pode ser dividido em processo de realização (essência do funcionamento da gerência, ou seja, o motivo pelo qual os clientes a acionam), processo de apoio (garantem todos os subsídios necessários para o desenvolvimento do processo de realização) e processo de gestão (agrupam-se diretrizes relacionadas à gestão de pessoas e da unidade, segundo as normas corporativas);
- c) subprocesso: agrupamento das atividades de assuntos comuns dentro de um processo;
- d) atividade: sequências operacionais, tarefas, representadas em forma de fluxogramas.

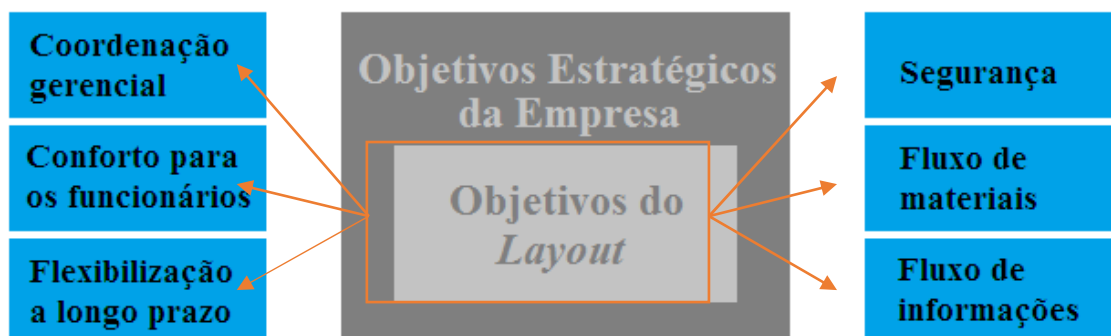
2.2. *Layout*

Dentro do contexto da abordagem por GP o estudo de *Layout*, ou arranjo físico, industrial torna-se fator determinante para os processos industriais atuais. Em uma definição simplista arranjo físico de uma instalação industrial objetiva definir qual a posição dos recursos de produção dentro dos

limites físicos do sistema produtivo. Recursos de produção contemplam máquinas, equipamentos e instalações de processo. Segundo Dalmas (2004) *layout* consiste em um arranjo físico onde ocorrem processos, contendo máquinas e equipamentos dispostos, que visa equilíbrio entre movimentação e produção. Portanto, o arranjo físico, ou *layout*, é responsável pela forma como os materiais, informações e pessoas se movimentam dentro do sistema de manufatura. Para Slack *et al* (2009) “o *layout* envolve o posicionamento relativo dos recursos transformadores dentro dos processos e a alocação de tarefas aos recursos, que juntos ditam o fluxo de recursos transformados ao longo do processo”.

O objetivo de qualquer arranjo físico está amarrado aos objetivos estratégicos de uma operação, mas existem determinados objetivos gerais que são importantes a todas as operações (SLACK *et al*, 2009). Estes objetivos são demonstrados na figura 1.

Figura 1 - Objetivos do Layout



Fonte: Adaptado de Slack *et al*, 2009.

Na perspectiva de gestão por processos três tipos de *Layout* são elementares: *Job Shop*, *Flow Shop* e Celular (FOGLIATO e NARA, 2013; NEUMANN, 2013). DAVIS *et al* (2001) e SLACK *et al* (2009) relatam sobre os três tipos de arranjos físicos:

No *Layout* tipo *Job Shop* máquinas e equipamentos com funções similares são agrupados, criando-se seções de máquinas, na qual todas as furadeiras estão em uma área e todas as prensas estão em outra. A peça em trabalho passa de seção em seção, obedecendo o fluxo especificado de operações de produção. Este tipo de arranjo físico é comumente encontrado em plantas de manufatura com baixo volume de produção. Seu fluxo de trabalho entre os recursos transformadores é complexo, pois ocorre ocupando as máquinas que estão disponíveis no momento.

O *Layout Flow shop* baseia-se no produto, ou seja, as instalações são organizadas observando as sequências de operações do produto. A linha é planejada levando-se em conta a sequência de processos necessários à fabricação de um produto, onde ocorre um alinhamento do processo para que a linha tenha um fluxo linear. É um arranjo com utilização em processos com grande volume e

baixo *mix* de produto. Também, emprega automação pesada para tornar e manter o regime de produção constante.

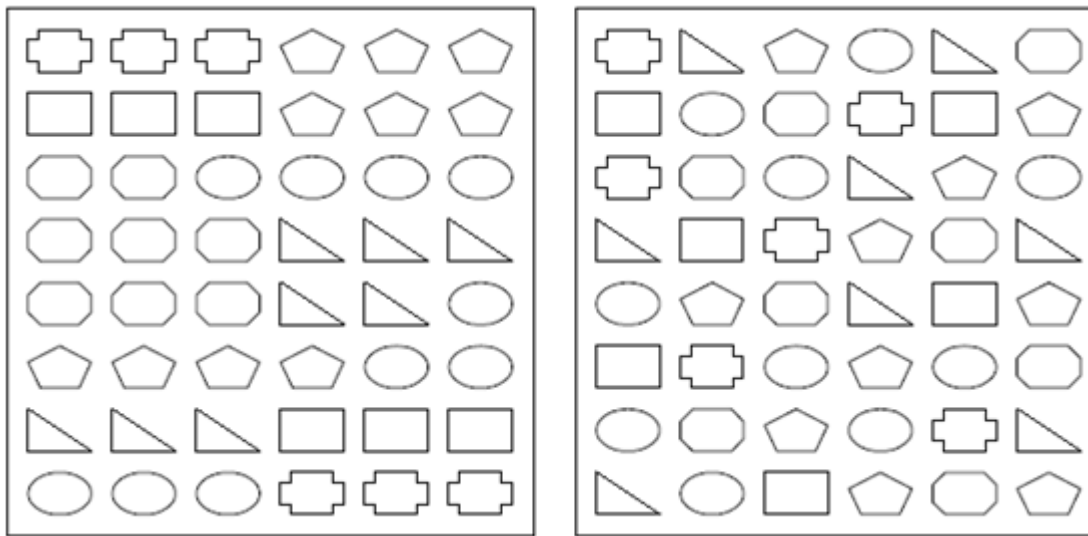
A configuração Celular consiste em agrupar em centros de trabalho máquinas distintas para produzir trabalhos em peças com características similares. Configura-se por ser similar ao *Job Shop* no sentido que as células são formadas para desempenhar um conjunto específico de processos, e é similar ao *Flow Shop* no sentido de que as células são dedicadas a uma gama limitada de produtos. Esse tipo de arranjo físico é fundamentalmente projetado para ser flexível do ponto de vista de operacional bem como do fluxo de materiais. Em sua aplicação os trabalhadores envolvidos são multifuncionais dentro das células e emprega-se tecnologia de grupo - TG para formação das células.

Além das configurações consolidadas nos ambientes industriais, *Job Shop*, *Flow Shop* e Celular, nos últimos anos surgiram outras configurações consideradas como alternativas para demandas variáveis e curto ciclo de vida dos produtos na atualidade. Dentre os novos arranjos propostos estão os *layouts* ágil, distribuído e modular (BENJAAFAR *et al*, 2002).

A denominação ágil não retrata propriamente uma nova configuração de arranjo, mas sim a maneira frequente de ocorrências de reformulação de *layout*, ou seja, trata-se de um termo que denomina instalações que permitem reconfigurações frequentes de arranjo físico sendo projetadas para maximizar o desempenho operacional, levando em conta o tempo de ciclo, estoque em processo – WIP, e tempo de passagem das peças sistema (BENJAAFAR *et al*, 2002; ARGOUD, 2007).

O arranjo físico distribuído consiste em desagregar os departamentos funcionais em menores formas e distribuí-los pela planta. Da mesma forma trata-se as máquinas e equipamentos. A figura 2 traz uma imagem com duas possibilidades de arranjo físico distribuído, a primeira parcialmente distribuído e a segunda maximamente distribuído. Este leiaute é indicado para configurações sujeitas a flutuação de demandas e sendo inviável do ponto de vista financeiro a reconfiguração da planta acompanhando a demanda. O aumento da flexibilidade por meio da duplicação dos departamentos deve ser acompanhado da mesma maneira pela duplicação dos recursos de pessoal, locais de carga e descarga, etc. Alguns benefícios dessa forma de organização podem ser citados: menor tempo de passagem de peças pelo sistema; redução dos custos de movimentação de materiais; permite o uso de células virtuais temporárias, para atendimento de demandas específicas (BENJAAFAR *et al*, 2002; ARGOUD, 2007).

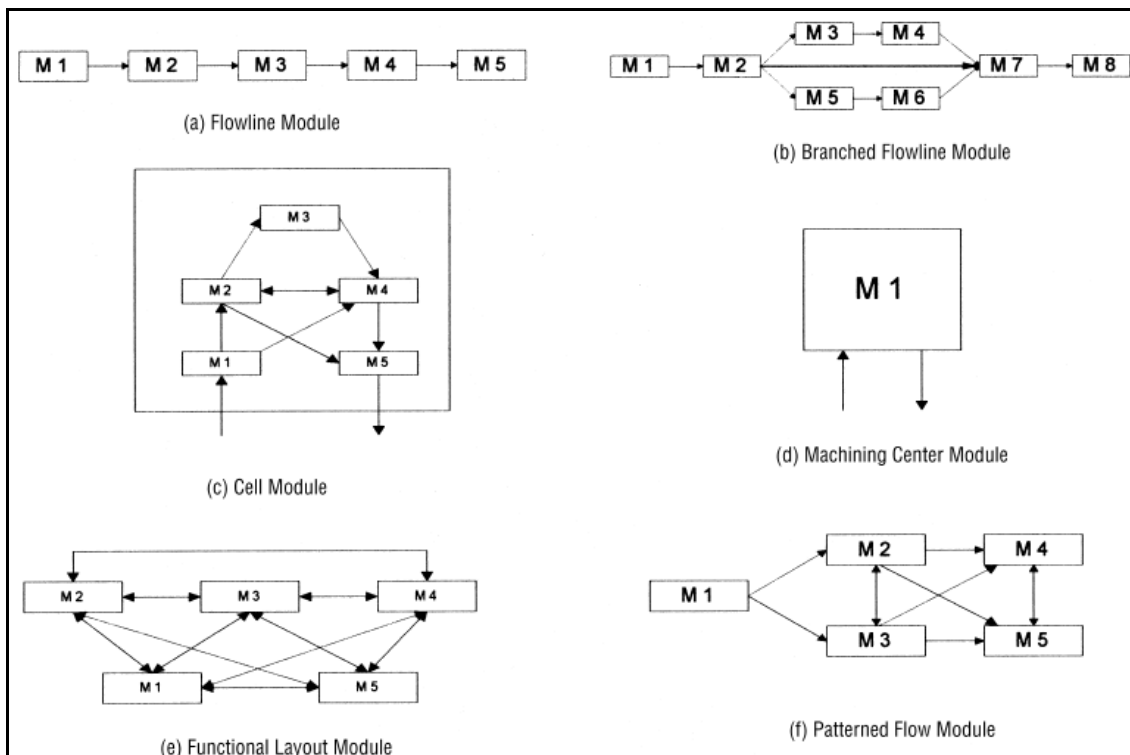
Figura 2 –Layout distribuído



Fonte: Benjaafaret *et al.*, 2002.

O *layout* modular proposto por Irani e Huang (2000) são layouts híbridos para sistemas com fluxos de materiais complexos. Trata-se de trabalhar com vários fluxos de processos resultantes das sequências de operações de processamento de cada produto. As sequências de operações com etapas comuns são agrupadas gerando um módulo. Portanto quanto maior o número de processos em uma planta, tanto maior será o número de módulos resultantes. Este sistema é mais flexível que os tradicionais, produzindo um arranjo para cada fluxo específico. Segundo os autores seis tipos de módulos podem ser gerados, figura 3, (a) Módulo fluxo em linha (*flowline module*): é uma configuração linear de máquinas onde todos os produtos movem-se em sequência, sem retorno a uma operação anterior e sem desprezar nenhum equipamento. (b) Módulo fluxo em linha ramificado (*branched flowline module*): configura-se quando um conjunto de produtos possui alguma diferença e divide o fluxo em ramificações paralelas com operações específicas. Posteriormente essas ramificações unem-se novamente ao fluxo único. (c) Módulo célula (*cell module*): é composto por um conjunto de máquinas que produzem uma família de peças ou produtos sem necessitar de nenhuma máquina externa ou visita a outro módulo. As peças da família podem não usar todas as máquinas do módulo e/ou ter a mesma sequência de operação. (d) Módulo centro de usinagem (*machine center module*): é uma variação do módulo célula. É uma única máquina automática multifuncional que combina diferentes processos de manufatura. (e) Módulo funcional (*functional layout module*): este módulo é análogo ao tradicional departamento funcional com fluxo de material aleatório entre as máquinas, ou seja, não há um fluxo dominante. (f) Módulo fluxo padronizado (*patterned flow module*): o material possui um fluxo dominante e também há a presença de uma hierarquia. Este módulo pode ser decomposto em módulos de fluxo em linha e fluxo em linha ramificado.

Figura 3 – Tipos de módulos



Fonte: Irani e Huang, 2000.

2.3. Tecnologia de Grupo

Segundo Gorgulho Junior (1998) “a tecnologia de grupo - TG é um conjunto de técnicas e métodos que buscam obter as chamadas famílias de peças a partir de todo o conjunto de peças disponível no ambiente em questão”. Portanto, a configuração das famílias de peças em TG busca identificar alguma característica de similaridade entre as peças de modo a agrupá-las por esse motivo, visando obter alguma vantagem.

Diversas são as técnicas utilizadas para criação de famílias na produção. Gorgulho Junior (1998) e Dalmas (2004) citam como métodos para esse fim a Inspeção Visual, o Sistema de Classificação e Codificação e a Análise de Fluxo de Processo, coeficiente de similaridade, arranjo de matrizes, técnicas baseadas em grafos, análise de agrupamento e programação matemática.

Na criação de famílias por meio de arranjo de matrizes de incidência segue-se a seguinte lógica de execução: as matrizes de incidência são compostas por colunas e linhas, sendo alocado na matriz, respectivamente, as máquinas e processos. Cada cruzamento de linha com coluna que ocorrer com utilização da máquina assinala-se com “1”. Através de rearranjo de linhas e colunas chega-se a uma matriz final configurada de modo que os cruzamentos assinalados com “1” fiquem dispostos ao longo da diagonal principal da matriz caracterizando, desta forma, as células trabalho.

Dentro da fase de reorganização das linhas e colunas da matriz existe, alguns algoritmos que são sugeridos (BOE e CHENG, 1991): *Rank Order Clustering* (ROC); *Bond Energy Analysis* (BEA); *Direct Cluster Algorithm* (DCA); *Single Linkage Clustering* (SLC); *Average Linkage Clustering* (ALC); *An Ideal Non-hierarchical Clustering* (IDL); *ZODIAC* (ZOD); *Shortest Spanning Path* (SSP); *Cluster Identification Algorithm* (CIA); *Cluster Identification Algorithm* (CI); *Extended CI Algorithm*; e também o *Close Neighbour Algorithm* (CNA). Neste estudo o CNA é a técnica aplicada, com a matriz sendo formada por máquina x subprocesso.

O *Close Neighbour Algorithm*, desenvolvido por Boe e Cheng (1991), têm como principal característica a simplicidade de implementação. Sua execução acontece em dois passos, no primeiro ocorre a reorganização das linhas, no segundo a reorganização das colunas. Ele é considerado um dos algoritmos mais eficientes para o arranjo de matrizes de incidência. A sua implementação baseia-se na construção de uma matriz de incidência e sua capacidade não é afetada por máquinas gargalo ou elemento crítico.

3 *Materiais e Métodos*

Close Neighbour Algorithm tem como principal vantagem sua lógica de execução, realizada em apenas uma interação, sendo que utiliza lógicas distintas para a organização das linhas (máquinas) e colunas (partes em processo). Assim como nos outros algoritmos, objetivo é concentrar as incidências ao longo da diagonal principal da matriz. A operacionalização do processo foi dividido em várias etapas a seguir:

Etapas 01 - Matriz Inicial (matriz I)

Geração de matriz inicial. A matriz I é estruturada contendo a lista de máquinas e relação de produtos ou processos. Máquinas (ou trabalhadores) são listados nas linhas da matriz, enquanto que os produtos (ou componentes) são listados nas colunas da matriz, sempre que um produto necessitar de uma máquina em seu processamento, assinalar com o algarismo “1” no cruzamento correspondente, indica-se somente fluxos primários na matriz.

Etapas 02 - Matriz B (Máquina X Máquina)

Criação de matriz de correlação entre máquinas. A matriz indica o número de componentes comuns a cada par de máquinas. Além das colunas contendo as máquinas a matriz contém uma coluna S_i , que indica o somatório dos números nas linhas (será igual ao somatório dos números nas colunas). Os elementos da matriz são caracterizados da seguinte forma: b_{ij} . Onde i representa o índice da linha e j o índice da coluna.

Etapas 03 - Agrupamento Estágio 1

Reordenação de linhas. É preciso definir a nova ordem das linhas na matriz I, para tanto, analisa-se a matriz B relativamente a alguns critérios; a saber: para selecionar a primeira linha a ser reordenada na matriz I, escolha a linha com maior valor de S_i na matriz B: No caso de empate, escolha a linha de menor índice i , as linhas seguintes a serem reordenadas são determinadas pela sequência de regras: Identifique o maior valor de b_{ij} na última linha trabalhada. O índice j (da coluna) indica a próxima linha a ser trabalhada. No caso de empate, use o próximo critério. Escolha a linha com maior S_i dentre as empatadas; no caso de empate, use o próximo critério. Escolha a linha com menor índice i dentre as empatadas. Reorganize as linhas da matriz inicial (não da matriz B) seguindo a ordem de abordagem das linhas da matriz B.

Etapas 04 - Matriz após Estágio 1 (matriz I')

Confecção de matriz com linhas reordenadas. Consiste de estruturar uma matriz com as linhas organizadas conforme a ordem de seleção no estágio 1.

Etapas 05 - Agrupamento Estágio 2

Reordenação das colunas. Trabalhadas as linhas, passa-se há reordenar as colunas. Divida a matriz I' em duas metades, superior e inferior, se o número de linhas da matriz for ímpar, faça com que a metade superior fique com um número ímpar de linhas. Por exemplo: há 11 linhas na matriz I'. Assim, a metade superior terá cinco linhas e a metade inferior as 6 linhas seguintes. Denomina-se: Metade superior = SEQ1 e Metade inferior = SEQ2.

Analise as colunas da matriz I' dividida, contando o número de "1" em cada metades (SEQ1 e SEQ2), sempre que $SEQ1 > SEQ2$, assinale a coluna e reordene a numeração, da primeira à última coluna assinalada, seguindo a numeração na ordem da esquerda para a direita.

Colunas não assinaladas vão para a segunda fase do estágio 2, divida a metade inferior (SEQ2) da matriz I' em duas metades (SEQ1 e SEQ2, novamente). Analise as colunas que não foram reordenadas na fase 1: Sempre que $SEQ1 > SEQ2$, assinale a coluna e reordene a numeração, da primeira à última coluna assinalada. Colunas não assinaladas vão para a fase seguinte do estágio 2, onde a última porção SEQ2 da matriz é redividida.

Quando cada metade da matriz redividida ficar com uma única linha trata-se da última fase do estágio 2. Em nenhuma coluna $SEQ1 > SEQ2$. Assim, assinalam-se todas as colunas remanescentes e completa-se a reordenação das colunas.

Etapas 06 - Matriz final

Geração da matriz resultante. Trata de configurar a matriz com as linhas e colunas reordenadas. Reordenam-se as colunas conforme a ordem de seleção no estágio 2, células são identificadas ao

longo da diagonal principal, sem haver sobreposição de células. As incidências “1” fora das células demarcadas denotam máquinas ou produtos fora das células.

Após as etapas do algoritmo procede-se sua avaliação por meio do cálculo da eficiência, assim como para a formação atual de arranjo físico. Segundo Fogliato e Nara (2013) o cálculo da eficiência busca comparar formações alternativas de células por meio da eficiência do agrupamento - GE. Sendo o procedimento dependente de dois fatores, a proporção de espaços ocupados nas células (Es) e a proporção de elementos extracelulares (Ex). O estabelecimento da eficiência do grupo acontece com a aplicação da fórmula:

$$GE = [(1-Ex)+(Es)]/2 \quad (1)$$

Onde:

GE - *Group Efficiency*

Ex - nº de incidências extracelulares / nº total de incidências

Es - nº de espaços ocupados / nº de espaços intracelulares.

Com os dados gerados foram feitas algumas ponderações sobre os processos, com sugestões de reorganização do arranjo físico da empresa.

4 Estudo de caso

A empresa estudada é atuante no ramo industrial, com foco em eletrodomésticos da chamada linha branca. Fundada há mais de 30 anos é consolidada no mercado, tendo como localização de sua sede a região do Vale do Rio Pardo - RS. Sua produção está organizada com base no *Layout Job Shop*, com setores/departamentos bem definidos. Devido a necessidade de se adaptar as demandas do mercado ao longo dos anos a empresa cresceu, porém não estruturou seus departamentos com base em estudos de otimização dos processos.

Os processos escolhidos são pertencentes a fabricação de dois modelos de fogões a gás e denominados de processo A1 e processo A2. A escolha ocorreu através da matriz GUT – gravidade, urgência e tendência, figura 5, aplicada com auxílio de funcionários da empresa responsáveis pela produção. Segundo Petrocchi (1998), o emprego dessa ferramenta deve ser feita pelo grupo de melhoria como se fossem “donos” do processo, de forma a estabelecer a melhor priorização dos problemas. Para essa análise são utilizados critérios de pontuação que vai de um a cinco, permitindo classificar em ordem decrescente de pontos os problemas a serem atacados na melhoria do processo.

Figura 5 - Matriz GUT

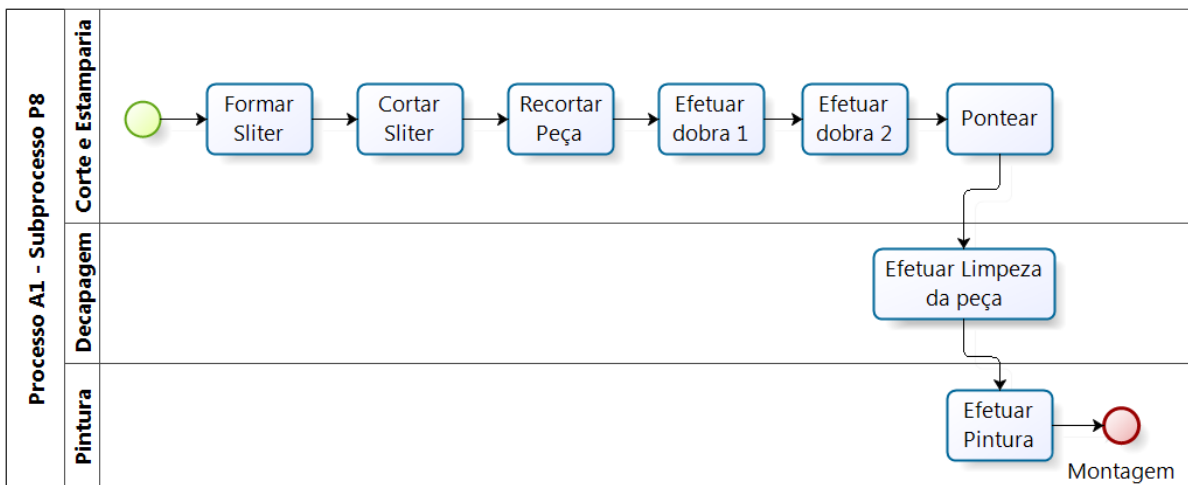
Gravidade	Urgência	Tendência	Nota
Extremamente grave	Extremamente urgente	Se não for resolvido, piora imediatamente	5
Muito grave	Muito urgente	Vai piorar a curto prazo	4
Grave	Urgente	Vai piorar a médio prazo	3
Pouco grave	Pouco urgente	Vai piorar a longo prazo	2
Sem gravidade	Sem urgência	Sem tendência de piorar	1

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Distância percorrida para produção	X	X	X	0
Tempo de work in process	X	X	X	0
Estoque elevado	X	X	X	0

Fonte: Os autores, 2013.

Este trabalho considerou: O processo A1 (produto A1) com quinze subprocessos. O processo A2 (produto A2) com trinta e um subprocessos. Os subprocessos são definidos como sendo o processamento dos subitens que compõem os produtos, desde a entrada de matéria prima até sua saída como produto acabado. A figura 6 retrata um subprocesso P8 do processo A1.

Figura 6- Processo A1- Subprocesso P8



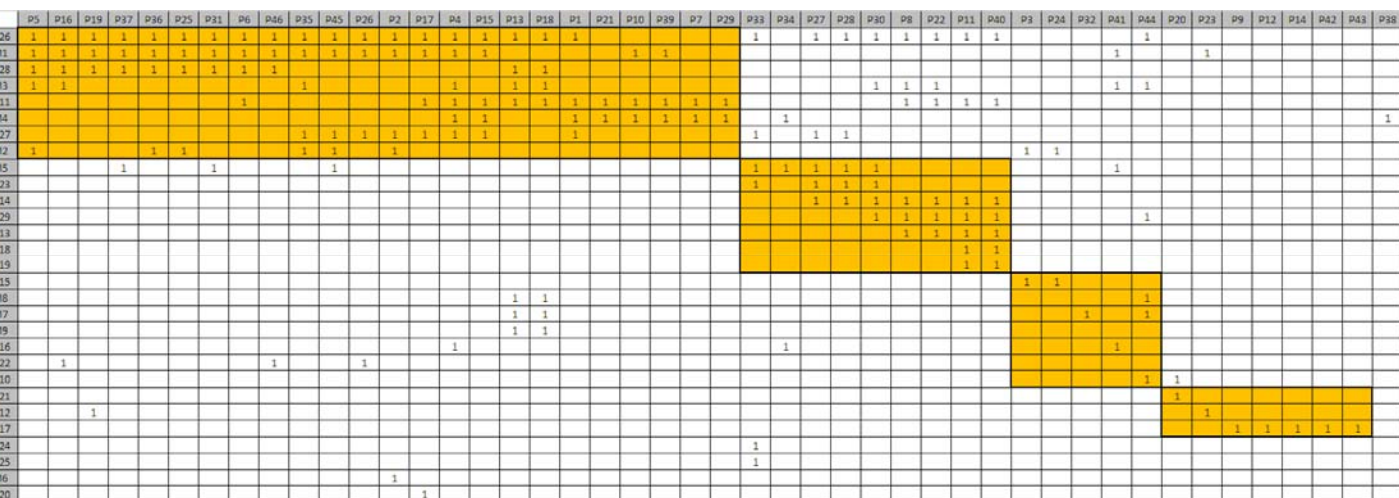
Fonte: Os autores, 2013.

Após feito o mapeamento, passou-se para a criação da matriz de incidência inicial. Essa foi configurada de modo que as máquinas (M) foram alocadas nas linhas da matriz enquanto que as colunas representam os subprocessos (P).

A seguir, o algoritmo *close Neighbour* foi aplicado seguindo os seguintes passos:

Uma matriz inicial A (máquina x subprocesso), figura 7, é construída, sendo as máquinas alocadas nas linhas e os subprocessos alocados nas colunas. Sempre que um subprocesso for executado em uma máquina o número “1” foi colocado no cruzamento da linha com a coluna correspondente, caso contrário o cruzamento não foi marcado.

Figura 10 – Agrupamento



Fonte: Os autores, 2013.

Aplicado a fórmula de mensuração da eficiência para a formação estabelecida chegou a uma eficiência de aproximadamente 60%. Já para a formação atual, com suposição de quatro agrupamentos, a eficiência não passou de 31%.

5 Conclusões

A aplicação da Gestão por processos torna possível a visualização das inter-relações existentes entre as etapas dos processos, quando então passa-se a perceber os pontos conflitantes existentes na cadeia de tarefas tornando o trabalho de otimização presente e sendo tratado de forma intensa entre os gestores de processos.

A dinamização dos ambientes de manufatura na contemporaneidade faz com que as técnicas de estudos de arranjos sejam trabalhadas e otimizadas. Os *layouts* de manufatura tornam-se essenciais no desempenho das empresas de modo que novas propostas de configurações que tenham características de flexibilidade passem a ser observadas e aceitas.

Identifica-se as limitações desse trabalho como sendo a utilização de apenas dois produtos no estudo de caso. Uma abordagem mais ampla dos processos da empresa traria uma possível visão do todo, de modo a tornar as atividades desenvolvidas de análise de *Layout* com maior consistência. Também, não foi possível efetuar uma análise crítica dos processos bem como estudos de tempo dos processos. Ainda, as pessoas envolvidas no estudo demonstraram real interesse, porém sua participação foi limitada por surgimento de outras demandas ao longo do trabalho.

A aplicação do algoritmo *Close Neighbour* neste estudo gerou possibilidade de visualização de agrupamentos de máquinas, levando à algumas reflexões: considerando os fluxos dos subprocessos

avaliados e tendo em mente a necessidade de flexibilidade dos processos, pode-se configurar 4 módulos de produção. A configuração dos módulos faz com que se tenha vinte oito subprocessos tendo movimentação inter-módulo e dezoito intra-módulo.

A aplicação da técnica de medição de eficiência demonstra que os agrupamentos sugeridos trazem um resultado mediano para a empresa, porém quando comparado este com a situação atual da manufatura da empresa para esses dois processos percebe-se que ocorre consideráveis ganhos, passando de trinta e um para sessenta por cento, aproximadamente o dobro da eficiência.

6 Referências

- ABPMP, *Association of Business Process Management Professionals. Business Process Management Common Body of Knowledge(BPM CBOOK®)*, versão 2.0 – Terceira liberação em português. http://www.romulocesar.com.br/wp-content/uploads/2012/08/cbok_v2.0_portuguese_edition_-_thrid_release.pdf. Acesso em 12/02/2014.
- ADAMS, M. *Management 2.0: managing the growing intangible side of your business. Business Strategy Series*, Vol. 9 No. 4, pp. 190-200, 2008.
- ARGOUD, Ana Rita Tiradentes Terra. **Procedimento para projeto de arranjo físico modular em manufatura através de algoritmo genético de agrupamento**. Tese: Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2007.
- BATAGLIN, L. M. C.; BASÍLIO, T. L.; VIEIRA, J. G. V.; ROSSETTI, N. Avaliação de arranjo físico e custos logísticos na transferência de maquinário em uma unidade fabril. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 3, n. 2, p. 300-308, Jan./Jun. 2013.
- BENJAAFAR, S.; HERAGU, S. S.; IRANI, S. A. *Next generation factory layouts: research challenges and recent progress. Institute for Operations Research and the Management Sciences*, v. 32, n.6, p. 58-76, Nov./Dez. 2002.
- BOE, W.J. CHENG, C. H. *A close neighbor algorithm for designing cellular manufacturing systems. International Journal of Production Research*, v. 29, n. 10, p. 2097 – 2116, 1991.
- CANDIDO, R.M.; SILVA, M.T.F.M.; ZUHLKE, R.F. **Implantação de gestão por processos: estudo de caso numa gerência de um centro de pesquisas**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, Rio de Janeiro, RJ, 2008.
- CARMELI, A.; TISHLER, A. *The relationships between intangible organisational elements and organisational performance. Strategic Management Journal*, Vol. 25 No. 13, pp. 1257-78, 2004.

- CORMACK, K., DESCHOOLMEESTER, D., WILLEMS, J., WILLAERT, P., STEMBERGER, M.I., SKRINJAR, R., TRKMAN, P., LADEIRA, M.B., VALADARES, D.E., OLIVIERA, M.P., BOSILJ, V. V., VLAHOVIC, N. *A global investigation of key turning points in business process maturity. Business Process Management Journal*, Vol. 15 No. 5, pp. 792-815, 2009.
- DALMAS, Volnei. **Avaliação de um layout celular implementado: Um estudo de caso em uma indústria de autopeças.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Porto Alegre, 2004.
- DAMELIO, R. *The basics of process mapping.* New York: Productivity Press, 1996.
- DAUM, J.H. *Intangible Assets and Value Creation,* Wiley, Chichester, 2002.
- DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R. **Fundamentos da Administração da Produção.** Porto Alegre: Bookman, 2001.
- FOGLIATO, Flávio Sanson; NARA, Elpidio Oscar Benitez. **Processos, Programação, Planejamento e Controle da Produção.** Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul/ Departamento de Engenharia, 2013.
- GORGULHO JUNIOR, José Hamilton Chaves. **Desenvolvimento e aplicação do algoritmo de inferência reversa fuzzy para problemas de obtenção de similaridades em tecnologia de grupo.** Itajubá: Universidade Federal de Itajubá/Departamento de Produção da Escola de Engenharia, 1998.
- IRANI, S. A.; HUANG, H. *Custom design of facility layouts for multiproduct facilities using layout modules.* **IEEE Transactions on Robotics and Automation**, v. 16, n. 3, pg. 259 -267, 2000.
- KIPPER, Liane Mahlmann; NARA, Elpidio Oscar Benitez. **Gestão de Processos.** Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul/ Departamento de Engenharia, 2013.
- LAURINDO, J. B. Fernando; ROTONDARO, G. Roberto. **Gestão integrada de processos e da Tecnologia da Informação.** São Paulo: Atlas, 2006.
- LEAL, F. **Um diagnóstico do processo de atendimento a clientes em uma agência bancária através de mapeamento do processo e simulação computacional.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2003.
- NARA, E. O. B.; KIPPER, L. M.; LIMA, C. C. B.; STORCH, L. A. **A visão da gestão por processos em seus diferentes níveis - estudo de caso de maturidade de processos.** In VIII CNEG, 2012, Anais do CONGRESSO NACIONAL DE EXELENCA EM GESTÃO. Rio de Janeiro, 2012.

