



Aplicação de Layout Celular na Recuperação de Produtos: Uma Proposta *Lean* para Aumentar a Eficiência na Remanufatura

M. Bouzon ^a, C. M. T. Rodriguez ^b, A. A. de Queiroz ^c

a. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, marinabouzon@gmail.com

b. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, taboada@deps.ufsc.br

c. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, abelardo@emc.ufsc.br

Resumo

A crescente busca das organizações por alternativas tecnológicas para reduzir os danos ambientais e atender às novas questões legislativas trouxe maior foco às atividades de recuperação de produtos. Uma das formas de recuperar e revalorizar um produto é a remanufatura, definida como o processo de recuperar um produto às suas especificações originais, promovendo o reuso de materiais e melhorando sua qualidade e funcionalidade. No entanto, o contexto da indústria de remanufatura enfrenta dificuldades, sendo considerado um ambiente instável e ineficiente se comparado à manufatura comum. Neste sentido, o presente artigo apresenta uma proposta de *layout* celular baseada nos conceitos enxutos e adaptada ao contexto da remanufatura, objetivando minimizar desperdícios, reduzir variabilidades e, conseqüentemente, aumentar a eficiência.

Palavras-chave: remanufatura, layout celular, remanufatura enxuta, recuperação de produtos.

1 Introdução

A taxa atual de extração de materiais da crosta terrestre não é sustentável, não somente devido à limitação dos recursos, mas também à produção de lixo e desperdícios relativos à extração. Por isso, os ciclos de materiais devem ser fechados, a fim de atingir um estado de desenvolvimento sustentável - aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das futuras gerações (SUNDIN, 2006). Adicionalmente, no panorama nacional, questões legislativas surgiram em relação ao final de vida dos produtos, como a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada em 2010. A PNRS exige alterações na conduta empresarial quanto ao retorno de produtos, incentivando o reuso e a reciclagem.

Diante deste quadro ambiental e de pressões sociais e governamentais, o meio acadêmico e o meio empresarial iniciaram uma busca por alternativas tecnológicas que reduzam os danos ambientais e que sejam mais adequadas às novas questões legislativas. Uma das alternativas é voltada para os processos de recuperação de

bens, a fim de minimizar a geração de lixo pela revalorização dos produtos e materiais e atender às demandas legislativas e sociais.

Uma das formas mais comuns de recuperação de produtos é a remanufatura, definida como o processo de recuperação de um produto descartado/quebrado/usado às suas especificações originais através de um processamento industrial, promovendo o reuso de materiais e melhorando sua qualidade e funcionalidade (BOUZON, 2010). Seus benefícios são muitos, sendo os mais importantes: a economia de material, energia, capital, mão-de-obra e emissões que foram empregados na fabricação; e o custo final, que geralmente é menor que o da manufatura, permitindo vendas por preços de 25 até 50% menores (AMEZQUITA; BRAS, 1996).

No entanto, mesmo considerando seus benefícios, essa indústria ainda tem muitos desafios a superar. Os sistemas de remanufatura permaneceram intocados pelos avanços em tecnologia, produtividade e qualidade nos últimos trinta anos (LUND, 1996 apud KUCNER, 2008). A remanufatura possui fatores que limitam seu desenvolvimento, comparada à manufatura tradicional. Um dos principais desafios é produzir com qualidade a partir de produtos que retornam com qualidade desconhecida (PARKINSON; THOMPSON, 2004). Isto gera variabilidade nos processos, dificultando a padronização das atividades, gerando desperdícios e problemas de eficiência.

Considerando o contexto discorrido, este artigo apresenta uma proposta de arranjo físico (*layout*) celular baseado na filosofia enxuta e voltado ao ambiente da remanufatura, a fim de minimizar os desperdícios, buscar o fluxo contínuo e aumentar a eficiência dos seus processos.

2 Manufatura enxuta

A manufatura enxuta (do inglês *Lean Manufacturing*) surgiu no Japão, na década de 50, na Toyota Motor Company (WOMACK; JONES; ROOS, 2004). O principal objetivo do *lean* é produzir cada vez mais, com menos recursos, com foco no cliente (LIKER, 2005). Para isso, sustenta-se em cinco princípios enxutos.

2.1 Princípios enxutos

O pensamento enxuto é uma forma de especificar o valor, alinhar melhor a seqüência de ações que criam este valor, realizar estas atividades sem interrupções sempre que for solicitada e de maneira progressivamente eficaz. Ou seja, pode-se resumir o pensamento enxuto em cinco princípios:

- Valor: deve ser definido sob a ótica do cliente final, expresso em termos de um produto específico, que atenda às necessidades do mesmo.
- Fluxo de Valor: é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para conduzir um produto pelo fluxo de desenvolvimento de produto, fluxo de pedido e fluxo de produção (WOMACK; JONES, 2004).
- Criar Fluxo: criar o fluxo de valor com base na cadeia de valor obtida, de modo que isso ocorra sem interrupções, objetivando reduzir as atividades que não agregam valor (WOMACK; JONES, 2004).
- Puxar: o cliente puxa a produção de um bem ou serviço, evitando o pior desperdício – a superprodução (OHNO, 1997).
- Perfeição: incessante busca pelo “ideal”, com a total eliminação dos desperdícios (melhoria contínua).

A eliminação das perdas encontra-se presente em cada um desses princípios e, conseqüentemente, o Pensamento Enxuto torna-se um poderoso antídoto no combate ao desperdício (WOMACK; JONES, 2004).

2.2 Desperdícios

Entende-se desperdício como qualquer atividade que não agrega valor ao produto em relação aos requisitos do cliente (WOMACK; JONES, 2004). Os desperdícios, ou perdas, são normalmente subdivididos em sete tipos: superprodução (produzir mais que necessário ou antes do tempo); espera (de materiais ou pessoas); transporte desnecessário (materiais); processamento inadequado; estoques; movimentação desnecessária (pessoas); e produzir produtos defeituosos (OHNO, 1997).

Uma das maneiras de minimizar os desperdícios em um sistema produtivo é a utilização de um arranjo físico em configuração de célula: o *layout* celular. Este arranjo físico minimiza as distâncias percorridas pelos operadores e pelos produtos, viabiliza a intercambialidade de operadores nos postos de trabalho, facilita o abastecimento de materiais e insumos, e possibilita a diminuição dos estoques intermediários, a fim de expor os desperdícios para que estes sejam reduzidos.

3 Layout celular

O arranjo físico, ou *layout*, de uma operação produtiva abrange o posicionamento físico dos recursos de transformação (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2008). Para que os princípios enxutos fluam, as linhas produtivas devem ser arranjadas de maneira a atender os requisitos da mentalidade enxuta. O planejamento do *layout* do setor produtivo envolve decisões sobre a forma como os recursos serão dispostos e como deverão ser distribuídos os postos de trabalho de forma a facilitar a movimentação de pessoas e materiais.

Uma linha produtiva tradicional é um sistema pelo qual produtos unitários movem-se através de uma seqüência de estações, cada qual equipada com os materiais, máquinas, ferramentas, operadores e instruções necessários para a realização do trabalho, onde cada unidade é processada e passada adiante para a estação seguinte (BAUDIN, 2002). Já a linha produtiva enxuta, ou célula, é um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem em ordem seqüencial, através da qual as partes são processadas em um fluxo contínuo ou em pequenos lotes (ROTHER; HARRIS, 2002). Uma das formas de se arranjar uma linha produtiva enxuta é em formato de "U", conforme Fig. 1.

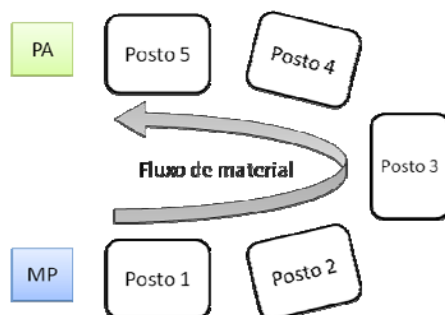


Fig. 1. Exemplo de arranjo físico celular em formato de "U".

A Fig. 1 ilustra o *layout* de uma célula em uma manufatura. A matéria-prima (MP) inicia sua transformação pelo posto de trabalho 1 e vai até o posto 5, onde é armazenada em lotes pré-definidos de produto acabado (PA). Da célula, o PA pode ir para um armazém da fábrica de PAs ou diretamente para o cliente.

Pela perspectiva de recursos, a célula é vista como um pequeno grupo de recursos humanos e técnicos dedicado a uma família de produtos. Portanto, não é recomendável alocar mais de 12 operadores para uma célula. Mais do que isso, dificulta a coesão do grupo de trabalho (HYER; WEMMERLÖV, 2002), diminuindo

assim os benefícios de um trabalho em equipe.

Pela perspectiva de espaço, uma célula deve ser arranjada com os recursos muito próximos e com limites físicos claros. Quanto mais próximos estiverem os recursos, mais eficiente é a célula (HYER; WEMMERLÖV, 2002), sendo que a largura ideal do lado interno de uma célula em formato de "U" é em torno de um metro e meio (ROTHER; HARRIS, 2002). Isto minimiza a distância percorrida e a possibilidade de acúmulo de material entre operações, viabilizando a intercambialidade dos operadores multifuncionais.

3.1 Escolha dos produtos para uma célula

Algumas orientações devem ser consideradas para determinar os produtos a serem manufaturados em uma célula. Uma célula pode ser dedicada exclusivamente a um produto, caso haja demanda alta e estável, ou para diversos produtos de uma família, cuja demanda total seja mais estável. A variação do conteúdo de trabalho para os produtos da célula não devem variar mais que 30% em termos de tempo produtivo, pois caso o conteúdo varie muito, haverá dificuldade em manter fluxo e produtividade. Nesse sentido, as etapas dos processos e equipamentos utilizados devem ser similares para os produtos da célula, a fim de facilitar a padronização e o controle de qualidade e aumentar a produtividade. Por fim, o ritmo da produção da célula ou *takt time* (tempo disponível para a produção dividido pela demanda) deve ficar entre 10 e 120 segundos (ROTHER; HARRIS, 2002).

3.2 Vantagens e desvantagens do layout celular

Os objetivos de se produzir em célula são muitos, sendo os principais: as reduções de tempo de atravessamento (*lead time*) e de inventário (HYER; WEMMERLÖV, 2002). A Fig. 2 apresenta um quadro de vantagens e desvantagens deste *layout*.

Vantagens	Desvantagens
<p>Aumento da flexibilidade quanto ao tamanho de lote por produto: viabiliza a produção em lotes menores, e conseqüentemente, melhora o fluxo.</p> <p>Diminuição do transporte de material: as distâncias percorridas pelo material em célula são, em geral, menores.</p> <p>Diminuição dos estoques: com a diminuição dos lotes e a redução dos tempos de espera dos itens em processamento, há redução de estoque.</p> <p>Maior satisfação no trabalho: há melhor entrosamento entre os funcionários de uma mesma célula, pela proximidade física.</p> <p>Adaptação às necessidades de demanda: o <i>layout</i> celular permite maior adaptação às variações da demanda.</p>	<p>Flexibilidade de rota: uma vez que os equipamentos são retirados dos centros de trabalho e colocados em célula, diminui-se a flexibilidade de rota, deixando a célula mais sensível às variações de carga de trabalho.</p> <p>Flexibilidade de produto: dedicar equipamentos e pessoas para uma célula reduz a habilidade de manufaturar novos produtos. Esta desvantagem pode ser solucionada com equipamentos e operadores com maior grau de flexibilidade.</p>

Fig. 2: Vantagens e desvantagens do *layout* celular. Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007), Hyer e Wemmerlöv (2002).

Além das vantagens elencadas na Fig. 2, o *layout* em célula evita diretamente três dos sete desperdícios citados anteriormente. São eles: a espera de operadores por material, equipamentos, ou outros operadores; transporte desnecessário de materiais ou produtos por longas distâncias; movimentação desnecessária de pessoas. E ainda, outros três desperdícios são indiretamente reduzidos pelo arranjo físico celular como resultado da aplicação de técnicas de melhoria de processo,

utilizando pequenos lotes e controle total da qualidade. São eles: processamento inadequado; estoques (como já abordado anteriormente, devido à falta de espaço para este desperdício em uma célula); e produzir produtos defeituosos. A única perda que não parece ser diretamente influenciada pela célula é a superprodução. Entretanto, a superprodução é evitada por duas razões: as células são implantadas para dar suporte à mentalidade enxuta, o que tende a minimizar a produção em excesso; e as células podem responder rapidamente às variações de mercado, o que reduz a necessidade de manter estoques (HYER; WEMMERLÖV, 2002). Ainda outras vantagens foram percebidas na aplicação do *layout* celular, tais como: redução do espaço produtivo necessário em até 50%; melhorias em produtividade; aumento da qualidade dos produtos; e estímulo à melhoria contínua (HUNTER; BLACK, 2007).

Buscando estes benefícios, os conceitos enxutos e o *layout* celular começaram a ser implantados no ambiente da remanufatura, conforme relatado no trabalho dos autores: Amezquita e Bras (1996), Aksoy e Gupta (2005), Sundin (2006), Hunter e Black (2007), Mähl e Östlin (2007), Östlin e Ekholm (2007) e Kucner (2008).

4 Remanufatura

Os produtos podem retornar de campo por dois canais de distribuição reversos: pós-consumo e pós-venda. O canal reverso de pós-consumo caracteriza-se por produtos oriundos de descarte após uso. Já o canal reverso de pós-venda caracteriza-se pelo retorno de produtos com pouco ou nenhum uso que apresentaram problemas de responsabilidade do fabricante ou distribuidor e, ainda, por insatisfação do consumidor (LEITE, 2003). Uma vez retornados, os produtos podem seguir para algumas destinações, chamadas aqui de cenários para o produto retornado. Parkinson e Thompson (2003) desenvolveram uma taxonomia para classificar estes possíveis cenários de final de vida, conforme Fig. 3.

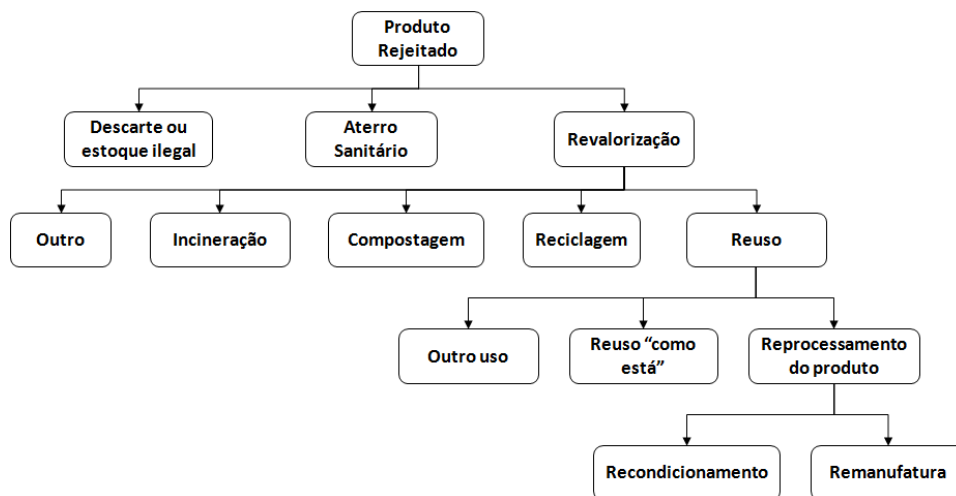


Fig. 3. Cenários de fim de vida. Fonte: Adaptado de Parkinson e Thompson (2003).

Dentre os cenários da Fig. 3, a remanufatura é considerada como a forma mais economicamente sustentável de reuso dos bens manufaturados (AMEZQUITA; BRAS, 1996), apresentando vários benefícios e oportunidades (LUND, 1996 apud KUCNER, 2008).

4.1 Definição do termo "remanufatura"

Quando se fala em remanufatura, normalmente este termo acaba se confundindo com outros procedimentos que são aplicados a produtos no final do ciclo de vida (PUGLIERI, 2009). Não há um consenso na academia e no meio industrial sobre a

mais correta terminologia para tratar da recuperação de produtos (LINDAHL et al., 2005). A literatura é diversa, com visões, definições e descrições amplamente diferentes (PARKINSON; THOMPSON, 2003).

Portanto, a remanufatura pode ser definida como um processo industrial em que produtos usados, chamados de *core*, são retornados às suas especificações e condições originais (AMEZQUITA; BRAS, 1996; GUIDE Jr.; SOUZA; VAN DER LAAN, 2005; IJOMAH et al., 2007) por meio do conserto ou substituição de suas peças ou componentes (IJOMAH et al., 2007). Isto é, a remanufatura transforma produtos usados ou com defeito em produtos novos com um novo ciclo de vida útil (ÖSTLIN et al., 2009). Pode-se afirmar, desse modo, que o objetivo da remanufatura é reprocessar produtos usados de forma que a qualidade desses seja tão boa ou superior a dos novos, em termos de aparência, confiabilidade e desempenho (PARKINSON; THOMPSON, 2003).

Para este artigo, é aceita a seguinte definição: “Remanufaturar é recuperar um produto descartado/quebrado/usado às suas especificações originais através de um processamento industrial, podendo ou não modernizá-lo com novas especificações, promovendo o reuso de materiais e melhorando sua qualidade e funcionalidade” (BOUZON, 2010).

4.2 Etapas da remanufatura

O processo de remanufatura, em geral, é dividido nas seguintes operações: desmontagem, limpeza, inspeção e triagem, substituição ou reparo de componentes, remontagem e teste (PARKINSON; THOMPSON, 2003; SUNDIN, 2004), conforme Fig. 4. Essas operações podem ser colocadas em ordens diferentes ou excluídas, dependendo do tipo de produto, volume, qualidade do item retornado e objetivo da remanufatura. Indústrias diferentes optam por executar essas operações em diferentes sequências (SUNDIN, 2004).



Fig. 4. Etapas da Remanufatura. Fonte: Bouzon et al. (2010).

Em seu artigo que avaliou o estado da arte da tecnologia em remanufatura, Nasr et al. (1998, apud GUIDE Jr et al., 1999) afirmam que a maioria das estações de trabalho desse ambiente utilizam equipamentos pouco automatizados. A maior parte (85%) das empresas de remanufatura usa equipamentos manuais convencionais para processar os materiais. Menos de 25% utiliza máquinas controladas por computador, e uma porcentagem muito pequena – em torno de 6% – usa o *layout* celular para a remanufatura.

5 Proposta de layout celular para remanufatura

Conforme já abordado, a eficiência no contexto da remanufatura, de maneira geral, é ainda aquém dos níveis da manufatura tradicional. A remanufatura tem permanecido intocada pela tecnologia, produtividade e avanços da qualidade nos últimos trinta anos e por isso é intitulada de “indústria imatura” (KUCNER, 2008). Além disso, em sua pesquisa comparativa entre manufatura e remanufatura, Sundin (2004) concluiu que as indústrias de remanufatura possuem desempenho abaixo da média em relação à manufatura para as questões de fluxo de material.

Como solução para esta ineficiência, a aplicação do *layout* celular com base nos princípios enxutos pode contribuir para o amadurecimento desta indústria e auxiliar

na criação de fluxo. Entretanto, estes princípios devem ser aplicados na remanufatura com restrições devidas às particularidades de seu ambiente (SUNDIN, 2006; ÖSTLIN; EKHOLM, 2007; KUCNER, 2008).

5.1 Premissas para criação do layout celular na remanufatura

Para a criação de um arranjo físico celular na remanufatura, deve-se considerar a variabilidade de fornecimento deste ambiente (logística reversa dos produtos), a variabilidade de conteúdo de trabalho devido à variação de qualidade dos bens retornados e a dificuldade em balancear o retorno de produtos (fornecimento) com a demanda (mercado de reuso). Por estas questões, pode-se afirmar que um produto remanufaturado é como um produto regido pela tipologia de produção chamada *engineered-to-order* (ETO), com diferentes especificações e conteúdo do trabalho único para cada unidade de produção. Assim, a remanufatura necessita de flexibilidade, pois a variabilidade é inerente aos seus processos. Por isso, a aplicação adequada do *layout* celular neste ambiente deve melhor gerenciar o *tradeoff* entre a flexibilidade e a eficiência, para transformar a “indústria imatura” em uma remanufatura enxuta.

5.2 Configuração e funcionamento do layout celular na remanufatura

A aplicação de células de trabalho e de padronização das atividades na remanufatura ajudam a construir limites sobre as fontes de variação. Como o ambiente é geralmente instável, a padronização dos processos não deve ser altamente detalhada, somente o suficiente para prover flexibilidade e garantir qualidade. A equipe de produção deve ser altamente treinada, porém não especializada, e com alto grau de conhecimento para realizar reparos complexos. E ainda, para manter uma produtividade aceitável em um ambiente altamente variável, devem ser usados *buffers* (estoques amortecedores com nível controlado) de recursos estrategicamente posicionados, como ferramentas, material e mão-de-obra. As irregularidades do processo devem ser alertadas por meio da gestão visual, inspirando a melhoria contínua dos processos.

A Fig. 5 traz o desenho da proposta de *layout* celular para o ambiente de remanufatura, apresentado de maneira simplificada a fim de obter caráter genérico e didático. Os produtos descartados ou devolvidos (PD) passam primeiramente por uma operação de teste inicial para verificar o modelo do produto, seu estado e defeitos apresentados. Posteriormente, os produtos são selecionados em remanufaturáveis ou não e classificados de acordo com seu escopo de trabalho para remanufatura nas células de recuperação (1...n). Assim, nesta etapa, alguns produtos podem ser rejeitados para descarte ou reciclagem. Os produtos para conserto (PCi) seguem para as operações de recuperação das células, onde são desmontados, limpos, consertados e, por fim, passam por uma operação de teste final. Essa separação em células diferentes de recuperação é justificada quando há volume suficiente de retorno para os diferentes escopos de trabalho da remanufatura. Ao final de cada célula, obtém-se um produto remanufaturado (PRi). Caso o produto ainda não apresente a qualidade desejada no teste final, o bem pode sofrer novos testes e retornar ao início da célula para conserto, ou ser descartado caso o problema seja irreparável.

Após o conserto do produto, a operação de remontagem pode ser realizada na bancada de conserto, antes do teste final, ou após o teste, dependendo da geometria do produto e das necessidades de execução do teste (montado ou desmontado). Nas operações de apoio, o abastecimento das células ocorre periodicamente pelo lado externo, ou seja, o abastecedor não precisa entrar na célula para fornecer os insumos e materiais necessários, o que poderia causar interrupções no fluxo produtivo. Este mesmo abastecedor pode recolher as peças e materiais rejeitados nas operações de desmontagem e conserto.

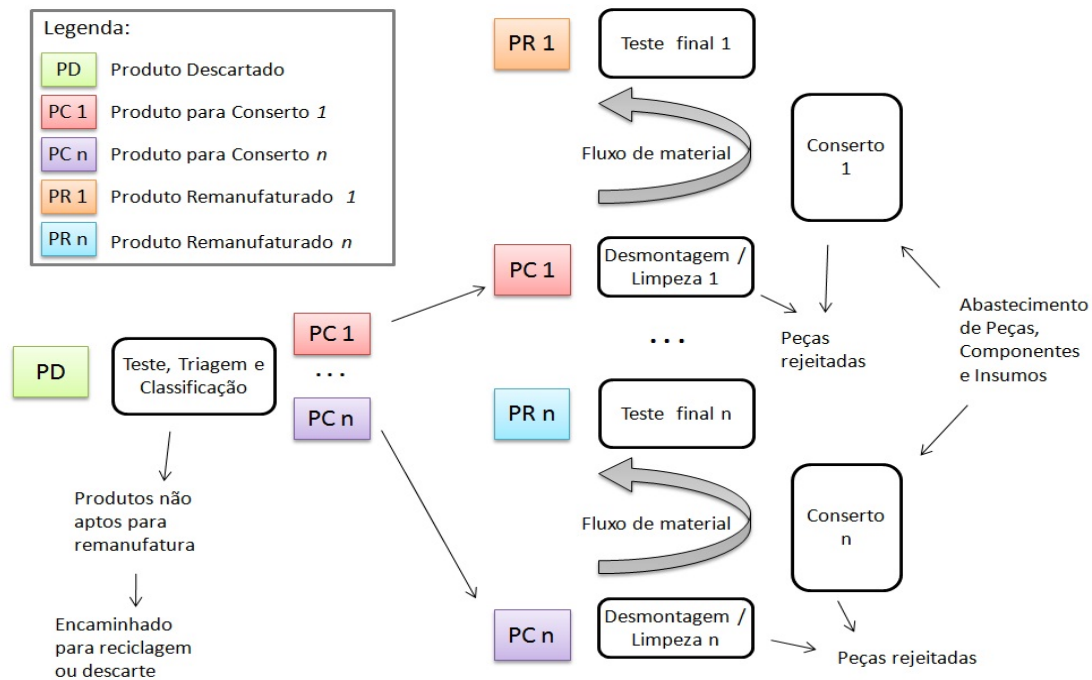


Fig. 5. Proposta de *layout* celular para remanufatura.

Desta forma, nesta configuração de *layout* celular apresentada, cada célula é responsável por uma gama de produtos, a fim de remanufaturar na mesma célula produtos que necessitem de operações semelhantes, minimizando a variação do conteúdo total de trabalho e os possíveis tempos de troca (*setups*), facilitando a padronização das atividades e aumentando a produtividade das células e a qualidade dos produtos remanufaturados.

6 Considerações finais

As questões legislativas e ambientais têm influenciado a busca por soluções para o final de vida útil dos produtos. A remanufatura, como forma de revalorização de bens, é uma indústria que está em crescimento, porém enfrenta barreiras relacionadas ao seu contexto. Estas adversidades tornam seu ambiente pouco desenvolvido em termos de tecnologia, qualidade e produtividade, se comparado à manufatura.

Este artigo trouxe como contribuição uma proposta de *layout* celular para o ambiente de recuperação de produtos. O arranjo físico celular, dentro do escopo da mentalidade enxuta, pode auxiliar a indústria da remanufatura a atingir melhores níveis de produtividade, reduzindo desperdícios (atividades que não agregam valor) e aumentando a qualidade dos produtos remanufaturados. Este *layout*, se aplicado considerando as restrições do ambiente de recuperação de produtos, pode prover a flexibilidade necessária para lidar com as variações inerentes ao contexto da remanufatura.

É importante mencionar também que o volume e frequência de retorno dos produtos são essenciais para manter fluxo e viabilizar utilização de *layout* celular na remanufatura. Balancear este fluxo de retorno com a demanda também é um desafio para os ambientes de recuperação de produtos e um elemento crucial para manter o negócio lucrativo e sustentável. Para isso, muito trabalho deve ser feito na logística reversa, assim como no lado da demanda, para o mercado de reuso. Este mercado de produtos remanufaturados precisa confiar na qualidade dos produtos recuperados para se tornar consolidado. Neste contexto, o *layout* celular auxilia na padronização dos processos, garantindo melhores níveis de qualidade

para os consumidores de segunda mão.

Futuras pesquisas podem ser desenvolvidas no âmbito da remanufatura em célula, com foco na movimentação de materiais para abastecimento das células de recuperação, com vistas a suprir a necessidade de flexibilidade deste ambiente. O desenvolvimento de estudos no ramo da recuperação de produtos, além de propiciar amadurecimento deste tipo de indústria, pode refletir na gestão econômica do reuso, como também contribuir para a sustentabilidade sócio-ambiental dos negócios.

7 Referências bibliográficas

AKSOY, H. K., GUPTA, S. M., 2005. Buffer Allocation Plan for a Remanufacturing Cell. *Computers & Industrial Engineering*, 48, 657-677.

AMEZQUITA, T., BRAS, B., 1996. Lean Remanufacture of an Automobile Clutch. INTERNATIONAL WORKING SEMINAR ON REUSE, Eindhoven.

BAUDIN, M., 2002. *Lean Assembly*. Productivity Press, New York.

BOUZON, M., 2010. Remanufatura de Bens de Consumo Duráveis: um método de diagnóstico e análise de problemas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina. Mestrado em Engenharia Mecânica: 162.

BOUZON, M., CARDOSO, C. L., QUEIROZ, A. A., GONTIJO, L. A., 2010. Panorama Prático-Teórico do Ambiente de Recuperação de Produtos: um estudo de caso em uma remanufatura de produtos de telecomunicações. XXX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos.

GUIDE Jr, V. D. R., JAYARAMAN, V., SRIVASTAVA, R., 1999. Production Planning and Control for Remanufacturing: A State-of-the-art Survey. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 15, 221-230.

GUIDE Jr., V. D. R., SOUZA, G. C., VAN DER LAAN, E., 2005. Performance of Static Priority Rules for Shared Facilities in a Remanufacturing Shop with Disassembly and Reassembly. *European Journal of Operational Research*, 164, 341-353.

HUNTER, S. L., BLACK, J. T., 2007. Lean Remanufacturing: a Cellular Case Study. *Journal of Advanced Manufacturing Systems*, 6, 129-144.

HYER, N., WEMMERLÖV, U., 2002. *Reorganizing the Factory*. Productivity Press, New York.

IJOMAH, W. L., MCMAHON, C. A., HAMMOND, G. P., NEWMAN, S. T., 2007. Development of Design for Remanufacturing Guidelines to Support Sustainable Manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23, 712-719.

KUCNER, R. J., 2008. A Socio-Technical Study of Lean Manufacturing Deployment in the Remanufacturing Context. Department of Industrial and Operations Engineering. Detroit, University of Michigan. Doutorado em Industrial and Operations Engineering: 290.

LEITE, P. R., 2003. *Logística Reversa: meio ambiente e competitividade*. Prentice Hall, New York.

LIKER, J., 2005. *O Modelo Toyota: 14 princípios da gestão do maior fabricante do mundo*. Bookman, Porto Alegre.

LINDAHL, M., SUNDIN, E., ÖSTLIN, J., BJÖRKMAN, M., 2005. Concepts and Definitions for Product Recovery: Analysis and Clarification of the Terminology Used in Academia and Industry. CIRP INTERNATIONAL SEMINAR ON LIFE CYCLE ENGINEERING, Grenoble.

MÄHL, M., ÖSTLIN, J., 2007. Lean Remanufacturing: Material Flows at Volvo Parts Flen. Department of Business Studies. Uppsala, Uppsala University. Mestrado em Business Studies: 41.

OHNO, T., 1997. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Bookman, Porto Alegre.

ÖSTLIN, J., EKHOLM, H., 2007. Lean Production Principles in Remanufacturing: A Case Study at a Toner Cartridge Remanufacturer. IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONICS AND THE ENVIRONMENT, Orlando.

ÖSTLIN, J., SUNDIN, E., BJÖRKMAN, M., 2009. Product Life-Cycle Implications for Remanufacturing Strategies. Journal of Cleaner Production, 17, 999-1009.

PARKINSON, H. J., THOMPSON, G., 2003. Analysis and Taxonomy of Remanufacturing Industry Practice. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering, 217, 243-256.

_____, 2004. Systematic Approach to the Planning and Execution of Product Remanufacture. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering, 218, 1-13.

PEINADO, J., GRAEML, A. R., 2007. Administração da Produção. UnicenP, Curitiba.

PUGLIERI, F. N., 2009. Proposição de um Método para a Remanufatura Baseado em QFD. INTERNATIONAL WORKSHOP / ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, São Paulo.

ROTHER, M., HARRIS, R., 2002. Criando Fluxo Contínuo. Lean Institute Brasil, São Paulo.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R., 2008. Administração da Produção. Atlas S.A., São Paulo.

SUNDIN, E., 2004. Product and Process Design for Successful Remanufacturing. Department of Mechanical Engineering. Linköping, Linköpings Universitet. Mestrado em Sistemas Produtivos: 89.

_____, 2006. How Can Remanufacturing Processes Become Leaner? CIRP INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIFE CICLE ENGINEERING, Leuven.

WOMACK, J. P., JONES, D. T., 2004. A Mentalidade Enxuta nas Empresas. Elsevier, Rio de Janeiro.

WOMACK, J. P., JONES, D. T., ROOS, D., 2004. A Máquina que Mudou o Mundo. Elsevier, Rio de Janeiro.