

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

Marina Bouzon (UFSC) - marinabouzon@gmail.com

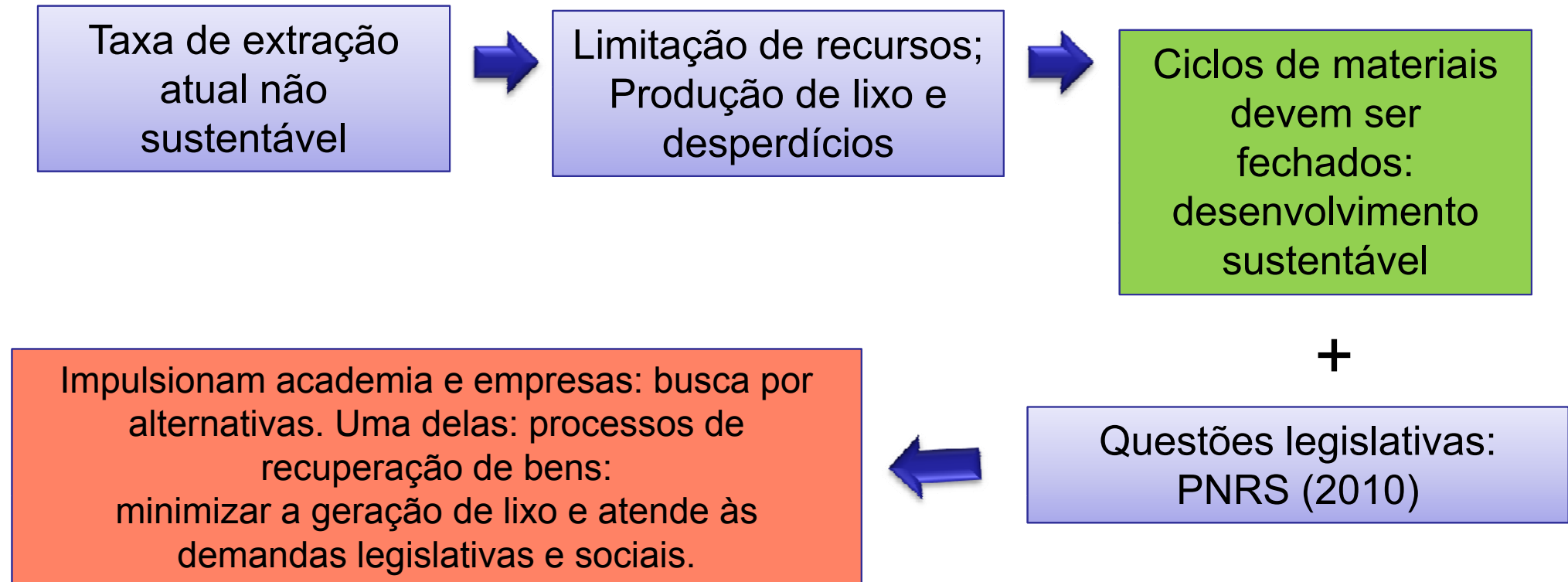
Carlos M. Taboada Rodriguez – taboada@deps.ufsc.br

Abelardo A. de Queiroz (UFSC) - abelardo@emc.ufsc.br

Sumário

- Introdução
- Manufatura Enxuta
- *Layout* Celular
- Remanufatura
- Proposta de *Layout* Celular para Remanufatura
- Considerações Finais

INTRODUÇÃO



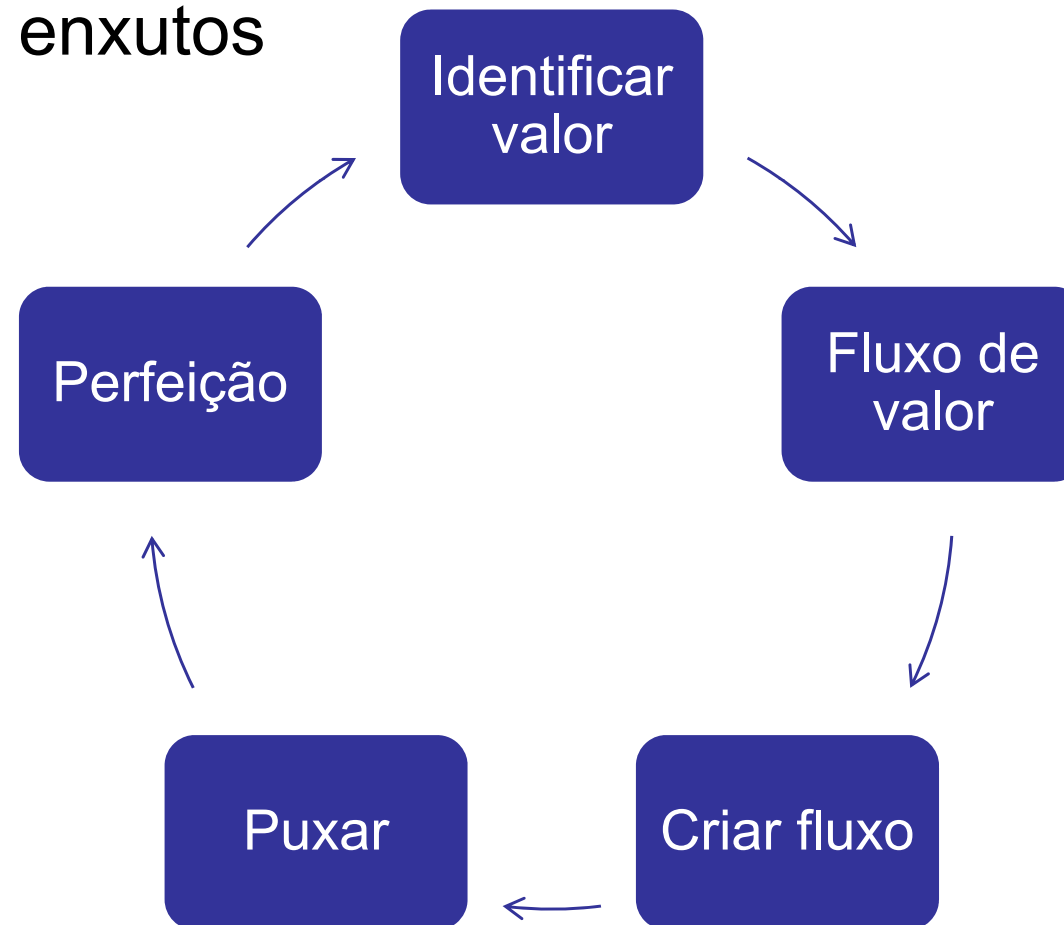
- Uma forma de recuperação: remanufatura;
- Benefícios: economia de material, energia, capital, mão-de-obra e emissões
- Custo final menor – preços 25-50% menores
- Desafios: intocados pelos avanços em tecnologia, produtividade e qualidade nos últimos 30 anos; produzir com qualidade a partir de produtos com qualidade desconhecida
- Gera variabilidade, dificultando a padronização das atividades, gera desperdícios e problemas de eficiência

Remanufatura: necessita de ferramentas para melhorar eficiência



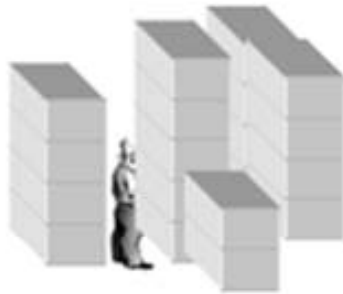
Conceitos do Lean
Layout Celular

- Nasceu no Japão, déc. 50 – Toyota: produzir cada vez mais, com menos recursos, com foco no cliente
- 5 princípios enxutos



MANUFATURA ENXUTA

- Sete Desperdícios



EXCESSO DE ESTOQUE



SUPERPRODUÇÃO



TRANSPORTE



DEFEITOS



SUPERPROCESSAMENTO



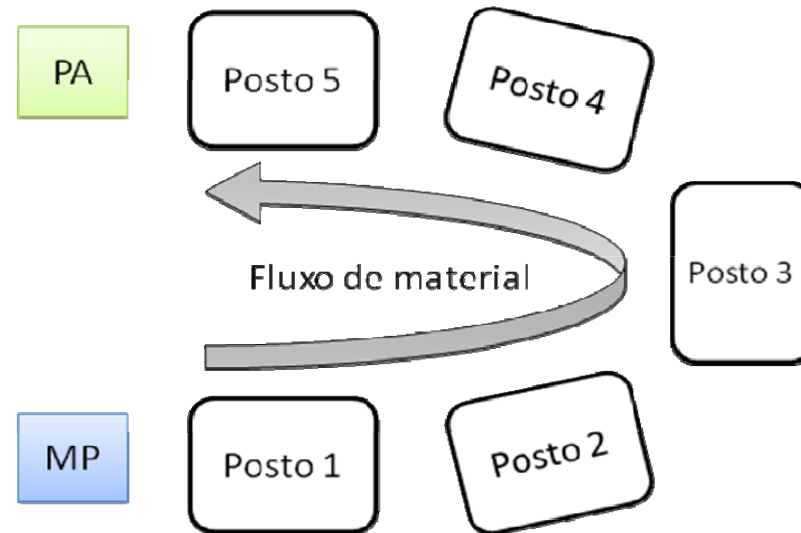
MOVIMENTO
DESNECESSÁRIO



ESPERA

Fonte: Monden (1994)

- Posicionamento físico dos recursos de transformação
- Facilitar movimentação de materiais e pessoas
- Linha produtiva tradicional: sistema pelo qual produtos unitários movem-se por estações, equipadas com os materiais, máquinas, ferramentas, operadores e instruções, cada unidade é processada e passada adiante (BAUDIN, 2002)
- Linha enxuta (célula): 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)



- Perspectiva de recursos: é vista como pequeno grupo de RH e técnicos dedicado a uma família de produtos (menos de 12 operadores/célula)
- Perspectiva de espaço: recursos muito próximos e com limites claros (+ próximo, + eficiente). 1,5m lado interno do U: minimiza distância percorrida e possibilidade de acúmulo estoque, viabiliza intercambialidade dos operadores multifuncionais.

Escolha de Produtos

- Célula dedicada: caso haja demanda alta e estável
- Para diversos produtos de uma família: cuja demanda total seja estável
- Variação do conteúdo de trabalho: máx 30% (tempo)
- Etapas dos processos e equipamentos devem ser similares para produtos da célula (facilita padronização. controle de qualidade e aumenta a produtividade)
- Ritmo da produção da célula (*takt time* - tempo disponível/demanda): 10 a 120 s

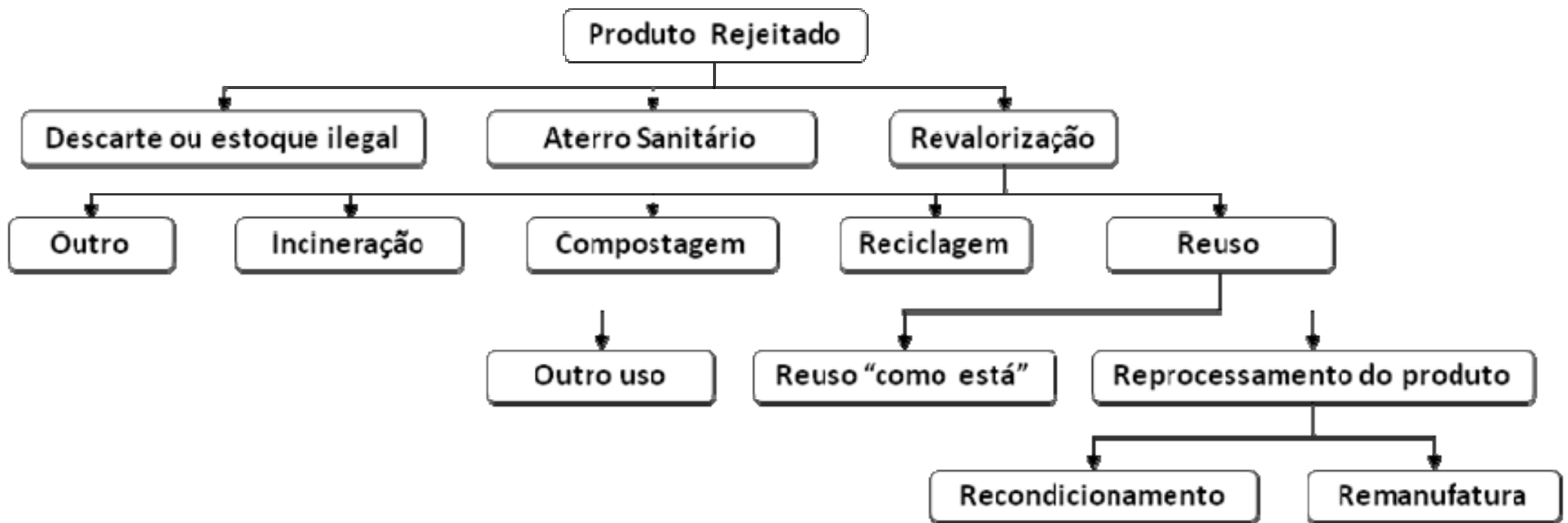
Vantagens e Desvantagens

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>

Vantagens e Desvantagens

- Célula evita diretamente 3 dos 7 desperdícios:
 - a espera de operadores por material, equipamentos, ou outros operadores;
 - transporte desnecessário de materiais ou produtos por longas distâncias;
 - movimentação desnecessária de pessoas.
- Outros 3 desperdícios indiretamente reduzidos, resultado da aplicação de melhoria de processo: processamento inadequado; estoques; e produzir produtos defeituosos.
- Último: superprodução, é evitado indiretamente também
- Outras vantagens: redução do espaço produtivo em até 50%; melhorias em produtividade; aumento da qualidade dos produtos; e estímulo à melhoria contínua

- Produtos retornam por dois canais reversos: pós-consumo e pós-venda
- Destinações:



Fonte: Adaptado de Parkinson e Thompson (2003)

Definições

- Economiza material, energia, capital, trabalho e emissões empregados na manufatura e processamento de materiais;
- Custos finais mais baixos \Rightarrow Preços inferiores (25 a 50%)
- Falta de consenso na definição, termo abrangente:

Remanufaturar é recuperar um produto descartado/quebrado/usado às suas especificações originais por meio de um processamento industrial, promovendo o reuso de materiais e melhorando sua qualidade e funcionalidade (BOUZON, 2010).

Etapas



- Operações em ordens diferentes ou excluídas: função do tipo de produto, volume, qualidade do item retornado e objetivo da remanufatura.
- Pesquisa (Nasr et al., 1998): a maioria das estações de trabalho utilizam equipamentos pouco automatizados.
 - 85% usa equipamentos manuais
 - Menos de 25% utiliza máquinas controladas por computador
 - Cerca de 6% usa *layout* celular

- Eficiência na remanufatura é aquém dos níveis da manufatura
- Remanufatura: intocada pela tecnologia, produtividade e avanços da qualidade nos 30 anos – “indústria imatura”
- Desempenho abaixo da média em relação à manufatura em questões de fluxo de material.
- Uma solução: aplicação do *layout* celular (base no *lean*): amadurecimento e criação de fluxo.
- Aplicação adaptada: restrições devidas às particularidades de seu ambiente

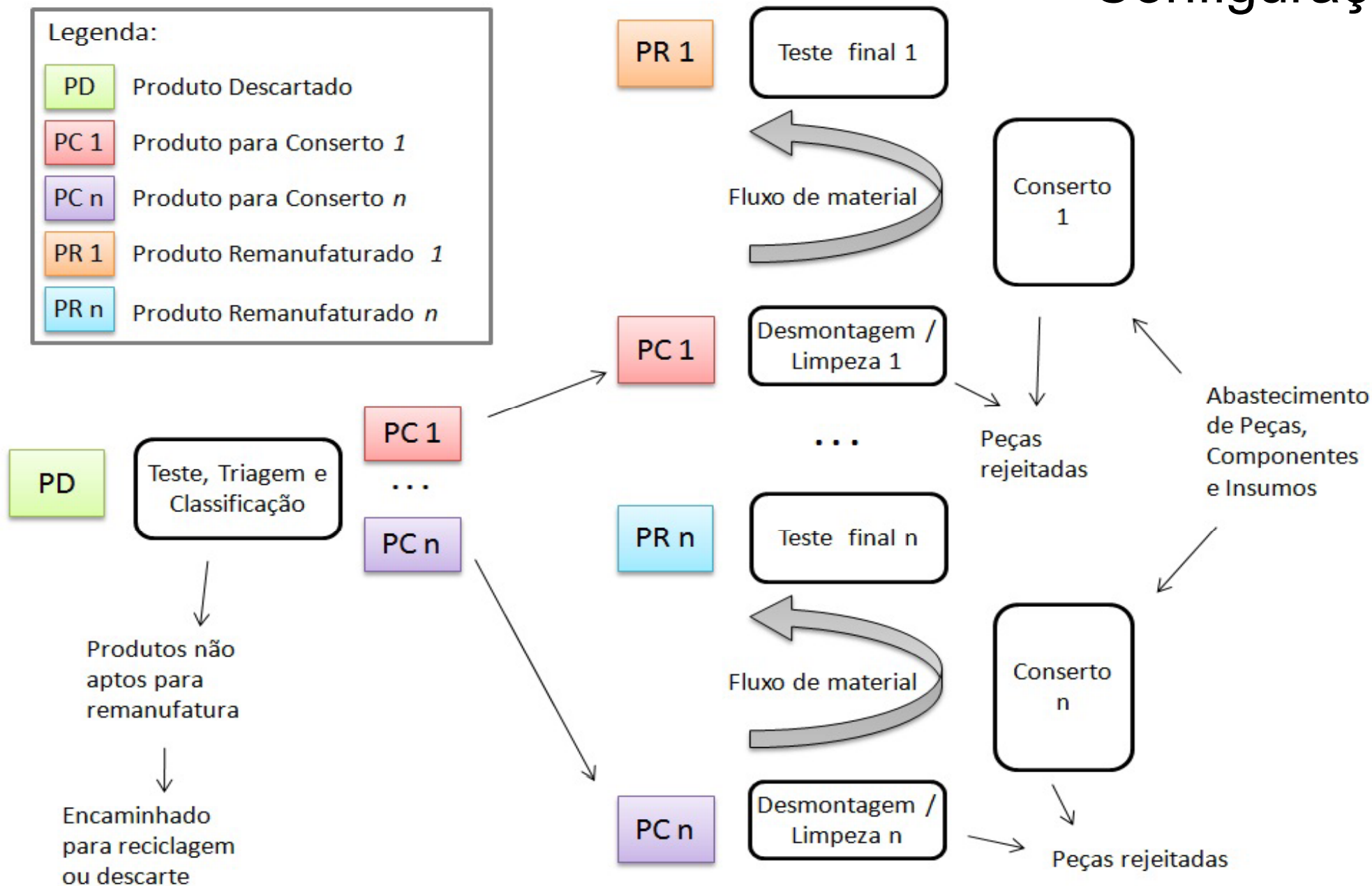
Premissas

- Considerar:
 - variabilidade de fornecimento (LR)
 - variabilidade de conteúdo de trabalho (variação de qualidade)
 - dificuldade em balancear o retorno com demanda
- Produto remanufaturado: produto regido pela tipologia *Engineered-to-Order* (ETO)
- Por isso, necessita de flexibilidade (variabilidade é inerente)
- Aplicação adequada do *layout* celular: gerenciar *tradeoff* entre a flexibilidade e a eficiência → remanufatura enxuta.

Configuração

- Células e padronização: constroem limites sobre fontes de variação.
- Ambiente variável → Padronização pouco detalhada (prover flexibilidade e qualidade)
- Equipe de altamente treinada, não especializada
- *Buffers* de recursos estrategicamente posicionados (ferramentas, material e MDO)
- Irregularidades do processo devem ser alertadas por meio da gestão visual → melhoria contínua dos processos.

Configuração



- Questões legislativas e ambientais → busca por soluções para o final de vida
- Remanufatura: indústria que está em crescimento, porém enfrenta barreiras
- Arranjo físico celular (*lean*): auxilia atingir melhores níveis de produtividade, reduzindo desperdícios e aumentando a qualidade dos produtos remanufaturados.
- Se aplicado considerando as restrições do ambiente, pode prover a flexibilidade para lidar com as variações inerentes ao contexto da remanufatura.

- Volume e frequência de retorno: são essenciais para manter fluxo e viabilizar uso células na remanufatura → balanceamento é desafio e elemento crucial para manter o negócio lucrativo e sustentável
- Melhorias na LR e avanços no mercado de reuso
- Confiar na qualidade dos produtos recuperados para consolidação. Células auxiliam na padronização, garantindo melhor qualidade para os consumidores de segunda mão.
- Futuras pesquisas: remanufatura em célula → foco na mov. de materiais para abastecimento das células de recuperação (flexibilidade)
- Desenvolvimento de estudos no ramo, além de propiciar amadurecimento, pode refletir na gestão econômica do reuso, como também contribuir para a sustentabilidade sócio-ambiental dos negócios.

OBRIGADA!

Marina Bouzon

Mestre em Engenharia Mecânica pela UFSC
Doutoranda em Eng. de Produção – Logística - UFSC
Contato: marinabouzon@gmail.com